



Studi Eksperimental Kinerja Sistem Pendingin *Solar Cell* terhadap Perubahan Intensitas Cahaya Matahari

Experimental Study of Solar Cell Cooling System Performance on Changes in Sunlight Intensity

Rifaldo Pido^{1,a)}, Syukri Himran², Mahmuddin², Mohamad Rifal¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Gorontalo

²Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muslim Indonesia

^{a)}Corresponding author: rifaldopido813@gmail.com

Abstrak

Potensi pemanfaatan energi matahari sebagai sumber energi alternatif, saat ini kebutuhan energi terbarukan semakin meningkat dan sinar matahari merupakan sumber energi yang sangat melimpah. Alat yang dapat digunakan saat ini untuk mengonversi secara langsung cahaya matahari menjadi listrik disebut *photovoltaic*. Pada penelitian ini diujikan 2 buah *photovoltaic module* kapasitas 50 WP dengan perbandingan *photovoltaic module* berpendingin dan tidak berpendingin terpasang pada posisi yang tetap/horizontal terhadap bumi dengan sudut kemiringan 15°, Hasil pengujian menunjukkan bahwa perubahan intensitas cahaya matahari diikuti dengan kenaikan daya dan efisiensi. Daya maksimal yang dicapai yaitu pada pengujian menggunakan media air pendingin sebesar 36,5 Watt dengan Efisiensi 10,96 % sedangkan *photovoltaic module* tidak berpendingin daya maksimal yang diperoleh 30,2 watt dengan efisiensi 8,51 % terukur pada kondisi waktu yang sama pada pukul 12.00 WIB.

Kata kunci: panel surya; pendinginan; daya

Abstract

The potential for using solar energy as an alternative energy source, currently the need for renewable energy is increasing and sunlight is a very abundant source of energy. Tools that can be used today to convert sunlight directly into electricity are called photovoltaics. In this study, 2 photovoltaic modules with a capacity of 50 WP were tested with a comparison of cooled and non-cooled photovoltaic modules installed in a fixed/horizontal position to the earth with an inclination angle of 15°. The test results showed that changes in sunlight intensity were followed by increases in power and efficiency. The maximum power achieved was in the test using cooling water media of 36.5 Watt with an efficiency of 10.96% while the non-cooled photovoltaic module obtained the maximum power obtained was 30.2 Watt with an efficiency of 8.51% measured at the same time conditions at 12.00 WIB.

Keywords: solar cell; cooling; power

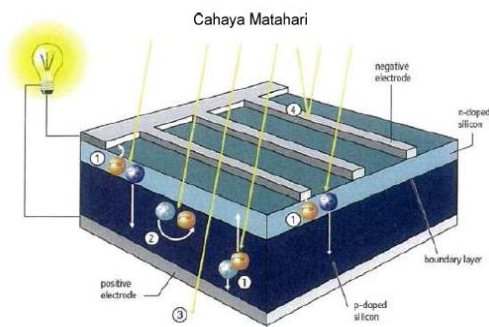
PENDAHULUAN

Salah satu upaya untuk mengatasi krisis energi listrik adalah mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi fosil. Hal ini dikarenakan energi fosil yang ada jumlahnya terbatas dan tidak dapat diperbaharui. Oleh karena itu, para peneliti gencar untuk menemukan energi alternatif guna memenuhi kebutuhan energi listrik. Sel surya adalah salah satu alternatif pengganti yang dapat digunakan karena selain perawatan yang lebih mudah juga ramah terhadap lingkungan. Sel surya ini memanfaatkan

cahaya matahari yang diubah menjadi listrik, intensitas cahaya yang dipancarkan dari matahari sangat berpengaruh terhadap efisiensi sel surya. Selain itu, banyak faktor-faktor lain yang mempengaruhi unjuk kerja sel surya seperti: kecepatan angin, massa udara, suhu lingkungan, temperatur sel surya, serta karakteristik dari bahan sel surya tersebut [1]. Oleh karena itu, pada penelitian ini penulis akan melakukan penelitian studi eksperimental kinerja sistem pendingin *solar cell* terhadap perubahan intensitas cahaya matahari pada sel surya tipe *multicrystalline silicon* dengan radiasi matahari secara

langsung. Tegangan yang dihasilkan dari sel surya bergantung pada penyinaran matahari. Sel surya tersusun dari dua lapisan semikonduktor dengan muatan yang berbeda. Lapisan atas sel surya bermuatan negatif sedangkan lapisan bawahnya bermuatan positif. Silikon adalah bahan semikonduktor yang paling umum digunakan untuk sel surya. Ketika cahaya mengenai permukaan sel surya, beberapa *foton* dari cahaya tersebut diserap oleh atom semikonduktor untuk membebaskan elektron dari ikatan atomnya sehingga menjadi elektron yang bergerak bebas. Adanya perpindahan elektron-elektron inilah yang menyebabkan terjadinya arus listrik [2]. Gambar 1 menunjukkan struktur dari sel surya.

Proses perubahan energi matahari menjadi energi listrik ditunjukkan dalam Gambar 1. Di bawah ini.



Gambar 1. Desain dan prinsip kerja sel Photovoltaic [3].

Photovoltaic dapat bekerja secara optimum dalam kondisi tertentu. Pengoperasian maksimum sel surya sangat tergantung pada temperatur panel surya, radiasi solar, keadaan atmosfer bumi, orientasi panel surya atau *array* PV, serta letak panel surya (*array*) terhadap matahari (*tilt angle*) [4].

Faktor dari pengoperasian Sel surya agar didapatkan nilai yang maksimum sangat tergantung pada :

1. Ambient air temperature

Sel surya dapat beroperasi secara maksimum jika temperatur sel tetap normal (pada 25°C), kenaikan temperatur lebih tinggi dari temperatur normal pada sel akan menurunkan nilai tegangan (Voc). Setiap kenaikan temperatur Sel surya 10°C (dari 25°C) akan berkurang sekitar 0,4 % pada total tenaga yang dihasilkan atau akan melemah dua kali (2x) lipat untuk kenaikan temperatur Sel per 10°C [4].

2. Radiasi matahari

Radiasi matahari di bumi dan berbagai lokasi bervariasi, dan sangat tergantung keadaan spektrum solar ke bumi. *Insolation solar* matahari akan banyak berpengaruh pada *current* (I) sedikit pada tegangan.

3. Kecepatan angin bertiup [5].

Kecepatan tiupan angin di sekitar lokasi larik sel surya dapat membantu mendinginkan permukaan temperatur kaca-kaca larik sel surya

4. Keadaan atmosfer bumi

Keadaan atmosfer bumi berawan, mendung, jenis partikel debu udara, asap, uap air udara (Rh), kabut dan polusi sangat menentukan hasil maksimal arus listrik dari deretan sel surya.

Orientasi dari rangkaian sel surya ke arah matahari secara optimum adalah penting agar panel/deretan sel surya dapat menghasilkan energi maksimum. Selain arah orientasi, sudut orientasi (*tilt angle*) dari panel/deretan sel surya juga sangat mempengaruhi hasil energi maksimum. Sebagai *guideline*: untuk lokasi yang terletak di belahan utara latitudo, maka panel/deretan sel surya sebaiknya diorientasikan ke Selatan.

Proses konversi energi pada sel surya sangat dipengaruhi oleh faktor orientasi terhadap matahari yang selalu berfluktuasi sehingga mengurangi kinerja sel surya dalam proses konversi energi matahari menjadi energi listrik. [6]. Kelemahan utama dari penggunaan energi matahari adalah energi listrik yang dihasilkan sel surya sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari yang diterima oleh sistem [7]. Sehingga untuk mencegah interaksi perpindahan panas dengan lingkungan menggunakan insulasi sebagai pelindung [8].

Daya (P) diperoleh dari perkalian antara arus dan tegangan, daya dari sel surya dapat dihitung dengan Persamaan (1):

$$P = V \cdot A \quad (1)$$

Sedangkan untuk mengetahui seberapa besar nilai daya sesaat yang dihasilkan harus diketahui terlebih dahulu nilai daya yang diterima (*daya input*), di mana daya tersebut adalah perkalian antara intensitas radiasi matahari yang diterima dengan luas area sel surya dengan persamaan:

$$P_{in} = I_r \times A \quad (2)$$

Efisiensi sel surya (η) adalah perbandingan daya keluaran dengan daya intensitas matahari dapat dihitung dengan Persamaan (2).

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% \quad (3)$$

Rumusan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah bagaimana perubahan intensitas Cahaya matahari mempengaruhi efisiensi sistem pendingin pada *solar cell* dan bagaimana pengaruh perubahan intensitas cahaya matahari terhadap karakteristik *solar cell*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium terpadu Teknik Mesin Universitas Muslim Indonesia Makassar. Dalam penelitian ini digunakan adalah dengan cara menguji atau mengukur arus, tegangan dan temperatur solar cell pada bagian permukaan atas dan bawah.

Pengumpulan data dilakukan pada pukul 08.00-16.00 WIB. Pengukuran arus dan tegangan yang dihasilkan panel surya dengan interval waktu setiap 60 menit. Semua hasil pengujian dimasukkan pada tabel hasil pengujian. Setelah semua data terkumpul akan terlihat kinerja panel surya dalam menghasilkan energi listrik dalam rentang waktu pukul 08.00-16.00 WIB.

Alat dan Prosedur Penelitian

Alat yang digunakan penelitian adalah:

1. Panel surya dengan kapasitas 50 (WP) digunakan untuk mengonversi cahaya matahari menjadi energi listrik
2. Multimeter digunakan untuk mengukur arus dan tegangan dari sel surya
3. Solar power meter digunakan untuk mengukur intensitas cahaya matahari
4. Thermocouple digunakan untuk mengukur suhu pada permukaan atas dan bagian belakang sel surya

Prosedur pengambilan data ini bertujuan agar proses pengujian dan pengambilan data dapat dilakukan dengan baik dan benar. Berikut adalah urutan prosedur penelitian yang telah ditentukan penulis.

1. Persiapan Pengujian panel surya
2. Perakitan obyek penelitian yaitu pemasangan panel surya pada kerangka atau penyangga panel surya.
3. Menyiapkan alat pengujian yang digunakan yaitu multimeter, solar power meter, dan lampu sebagai beban
4. Menyiapkan tempat pengujian alat
5. Memasang dan merangkai alat pengujian data yaitu multimeter, beban resistor keramik, dan solar power meter dengan panel surya.
6. Pengujian kinerja panel surya
7. Menempatkan panel surya pada tempat yang terbuka pada posisi 15°



Gambar 2. Proses pengambilan data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Validasi

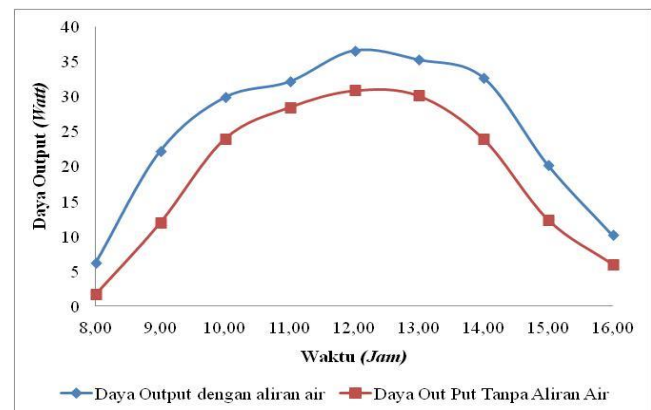
Penelitian ini merupakan suatu langkah untuk mengetahui hubungan intensitas cahaya matahari yang mampu dikonversi oleh sel surya menjadi energi listrik serta kapan energi tertinggi yang dihasilkan oleh sel surya. Hasil pengujian secara detail ditunjukkan pada **Tabel 1.** dan **Tabel 2.** dan **Gambar 3.**

Tabel 1. Hasil Pengujian Sel Surya Berpendingin

Waktu	Tegangan	Arus	Daya	Efisiensi
<i>Jam</i>	<i>V</i>	<i>I</i>	<i>P</i>	<i>η</i>
08:00	6,9	0,9	6,21	4,36
09:00	13,2	1,68	22,1	9,78
10:00	16	2,04	29,8	10,84
11:00	15,8	2,03	32,1	10,34
12:00	16,9	2,16	36,5	10,96
13:00	16,6	2,12	35,5	10,09
14:00	15,3	1,95	32,6	9,43
15:00	12,6	1,6	20,1	8,22
16:00	8,9	1,1	10,1	5,62

Tabel 2. Hasil Pengujian Sel surya tidak berpendingin

Waktu	Tegangan	Arus	Daya	Efisiensi
<i>Jam</i>	<i>V</i>	<i>I</i>	<i>P</i>	<i>η</i>
08:00	3,5	0,47	4,2	1,15
09:00	6,4	1,86	11,9	5,25
10:00	11,5	2,08	23,9	8,70
11:00	13,6	2,11	30,8	9,17
12:00	14,2	2,17	30,2	8,51
13:00	13,8	2,9	28,1	9,37
14:00	11,9	1,8	23,9	8,58
15:00	7,4	1,4	12,3	5,04
16:00	5,1	0,55	5,9	3,31



Gambar 3. Grafik perbandingan panel surya berpendingin dan tidak berpendingin

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian lainnya, [9],[10],[11],[12],[13] yang menyatakan bahwa peningkatan efisiensi dan daya output akan terjadi saat panel surya ditambahkan dengan media pendingin. Pengujian sistem pendingin panel surya menggunakan air sebagai fluida kerja dengan penyinaran matahari secara langsung, dilakukan dan dianalisis dengan interval waktu per 60 menit. Pengujian dilakukan dengan waktu secara

bersamaan untuk kedua panel tersebut untuk mendapatkan kondisi pencahayaan matahari pada sistem pendingin panel berpendingin air untuk melihat kinerja panel surya. Sebelum pengujian dilakukan diukur terlebih dahulu debit aliran air yang diberikan terhadap sistem modul panel surya berpendingin menggunakan *flow meter*. Seperti yang disajikan pada [Gambar 2](#). sedangkan fenomena yang terjadi pada kedua panel tersebut disajikan pada [Gambar 1](#). yaitu panel surya yang diuji pada kondisi matahari yang sama dengan menggunakan *solar power meter*. Telah diperoleh daya *output* maksimum terdapat pada surya berpendingin air, sedangkan panel surya tidak berpendingin mengalami penurunan daya yang diperoleh, hal tersebut dipengaruhi oleh temperatur panel surya pada permukaan panel tidak berpendingin [14]. Jika intensitas matahari tidak maksimal maka daya tersebut akan semakin menurun dan tidak beraturan, Perubahan intensitas cahaya sangat berpengaruh terhadap kuat dan lemahnya tegangan yang diterima panel sel surya [15].

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan Analisa panel surya dengan model berpendingin dan tidak berpendingin pada jenis panel surya 50 WP jenis *monocrystalline* dengan pencahayaan matahari langsung dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian dan Analisa pada saat pencahayaan matahari secara langsung panel surya menggunakan sistem pendingin didapatkan hasil efisiensi sebesar 10,96 %, sedangkan panel surya tidak menggunakan pendingin didapatkan hasil efisiensi sebesar 8,51%
2. Dari hasil pengujian dan Analisa pada saat pencahayaan matahari secara langsung panel surya menggunakan sistem pendingin didapatkan hasil daya *output* sebesar 36,5 Watt, sedangkan panel surya tidak menggunakan pendingin didapatkan hasil daya *output* 30,2 Watt
3. Dari hasil pengujian dan Analisa pada saat pencahayaan matahari secara langsung panel surya menggunakan sistem pendingin mendapatkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan panel surya tidak berpendingin

Saran

Saran dari hasil penelitian ini untuk perbaikan pada penelitian lebih lanjut adalah:

1. Pengujian panel surya dengan menggunakan jenis fluida jenis lain, untuk melihat karakteristik panel surya dengan sistem pendingin
2. Pengujian panel surya berpendingin dan tidak berpendingin, pengukurannya menggunakan data *logger* untuk mempermudah proses pengukuran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. S. Tira, A. Natsir, and M. S. Anwar, "Studi Eksperimental pada Emulator Surya Berdasarkan Intensitas Matahari Terhadap Unjuk Kerja Sel Surya 10 Wp Tipe Polycrystalline," *Rotasi*, vol. 19, no. 4, p. 237, 2017, doi: 10.14710/rotasi.19.4.237-242.
- [2] V. Quaschnig, *Understanding Renewable Energy Systems*. Earthscan London, 2005.
- [3] Deutsche Gesellschaft fur Sonnenenergie, *The German Solar Energy Society (DGS) is the German section of the International Solar Energy Society*. Earthscan London, 2008.
- [4] E.Lorenzo, *Solar Electricity*. 2004.
- [5] R. Pido, "Analisis Perpindahan Panas Pada Photovoltaic Terhadap Suhu Yang Dihasilkan," *Gojise*, vol. IV, no. 2, pp. 45–75, 2021, [Online]. Available: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=id&user=uETJrxoAAAAJ&citation_f_or_view=uETJrxoAAAAJ:eQOLeE2rZwMC.
- [6] K. Sigalingging, *Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Bandung, 1994.
- [7] Suwarti dan Wahyono, "Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan dan Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya," *EKSERGI*, vol. 14, no. 2, pp. 46–52, 2018, doi: 10.32497/eksergi.v14i2.1325.
- [8] I. G. N. A. S. Mega Lazuardi Umar, Rochmad Eko Prasetyaning Utomo and A. F. H. Prasetya Dharma Yudha, Ahmad Arbi Trihatmojo, Rizqi Ilmal Yaqin, "J-Proteksion : Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin," *J-Proteksion*, vol. 4, no. 13, pp. 1–6, 2020, doi: 10.32528/jp.v7i2.9165.
- [9] I. B. G. Widiantara and N. Sugiarta, "Pengaruh Penggunaan Pendingin Air Terhadap Output Panel Surya Pada Sistem Tertutup," *Matrix J. Manaj. Teknol. dan Inform.*, vol. 9, no. 3, pp. 110–115, 2019, doi: 10.31940/matrix.v9i3.1582.
- [10] J. S. Sumbodo, M. R. Kirom, and P. Pangaribuan, "Efektivitas Pendingin Menggunakan Termoelektrik pada Panel Surya *Effectiveness of Thermoelectric Cooling on Solar Panel*," vol. 5, no. 3, pp. 3895–3902, 2018.
- [11] D. Almanda and D. Bhaskara, "Studi Pemilihan Sistem Pendingin pada Panel Surya Menggunakan Water Cooler, Air Mineral dan Air Laut," *Resist. (elektRONika kEndali Telekomun. tenaga List. kOmpuTeR)*, vol. 1, no. 2, p. 43, 2018, doi:

10.24853/resistor.1.2.43-52.

- [12] R. A. Elgani, M. H. M. Hilo, M. D. A. Allah, a Al Hassan, and R. A. Elhai, “*Impact of the light intensity variation on the performance of solar cell constructed from (Muscovite/TiO₂/ Dye/Al)*,” *Nat. Sci.*, vol. 5, no. 10, pp. 1069–1077, 2013.
- [13] A. M. A. Soliman, H. Hassan, and S. Ookawara, “*An experimental study of the performance of the solar cell with heat sink cooling system*,” *Energy Procedia*, vol. 162, pp. 127–135, 2019, doi: 10.1016/j.egypro.2019.04.014.
- [14] Y. Rakhmadanu, G. Setyono, and A. A. Arifin, “*Pengaruh Variasi Pendinginan Terhadap Peforma Photovoltaik Kapasitas 100 WP Ddngan Variasi Sudut Kemiringan 0°, 5° dan 10°*,” in *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VII-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*, 2019, no. October, pp. 391–396.
- [15] R. Pido, R. Hidayat Boli, M. Rifal, W. Rauf, N. Shanti Dera, and R. Rianto Day, “*Analisis Pengaruh Variasi Sudut Kemiringan Terhadap Optimasi Daya Panel Surya*,” *J. RADIAL*, vol. 10, no. 2, pp. 234–240, 2022, [Online]. Available: <https://doi.org/10.37971/radial.v10i2.287>.