

## KAJI EXPERIMENTAL PHOTOVOLTAIC THERMAL (PV/T) PENDINGIN PANEL SURYA

Musrady Mulyadi<sup>1)</sup>, Nur Rahmah H.Anwar<sup>1)</sup> Aditya Mishbah Ihsan<sup>2)</sup>, Shindy N<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

<sup>2)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

### ABSTRACT

Integrated thermal photovoltaic (PV / T) can improve the performance of solar panels by maintaining the temperature of the panels and utilizing solar panel heat as a source of hot water. The research was conducted to evaluate thermal solar panels using cooling pipes. The results showed that the average intensity of solar radiation was  $976\text{ W/m}^2$ , the temperature of the solar panels continued to increase all the time at an initial temperature of  $32.5^\circ\text{C}$  to a maximum temperature of  $70.2^\circ\text{C}$  and an average temperature of  $56.7^\circ\text{C}$ . The high value of solar radiation intensity throughout the day caused the temperature of the solar panels to also change, the highest average voltage is  $17.2\text{ V}$  for panels using serpentine cooling pipes, while the voltage of solar panels without serpentine cooling pipes is  $15.6\text{ V}$ .

**Keywords:** *photovoltaic, serpentine, thermal, temperature*

### 1. PENDAHULUAN

Energi berkelanjutan seperti energi matahari telah diidentifikasi sebagai salah satu sumber energi yang menjanjikan untuk menggantikan ketergantungan pada bahan bakar fosil (Nwaeto dan Placid, 2018). Energi matahari adalah energi bersih yang dimilikinya potensi untuk memenuhi proporsi yang signifikan dari kebutuhan energi dunia. Ini dapat secara luas diklasifikasikan menjadi dua sistem; sistem energi photovoltaic (PV) yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik, dan sistem energi thermal yang mengubah energi matahari menjadi energi thermal [1],[2]. Efisiensi modul photovoltaic terutama tergantung pada suhu sekitar, suhu modul, intensitas radiasi matahari yang masuk dan komposisi bahan photovoltaic. Dalam karya ini, efek suhu modul pada efisiensi panel photovoltaic (PV) diselidiki secara eksperimental. Radiasi matahari yang masuk pada permukaan PV (I), suhu sekitar panel ( $T_a$ ), suhu permukaan belakang panel ( $T_p$ ), tegangan dan arus adalah parameter utama yang diukur selama percobaan. Modul PV telah disesuaikan empat suhu udara sekitar yang berbeda  $10, 20, 30$  dan  $40^\circ\text{C}$ . Efisiensi modul PV dihitung dengan menggunakan data eksperimen yang diperoleh. Menurut perhitungan, efisiensi modul adalah  $12,07\%$  untuk  $14,9^\circ\text{C}$   $T_p$  sementara itu  $10,7\%$  untuk  $51,3^\circ\text{C}$   $T_p$ . Diamati bahwa peningkatan suhu modul PV menurunkan efisiensi. [3].

Salah satu aplikasi paling menarik dari kolektor berbasis udara atau air PVT adalah membangun photovoltaic thermal terintegrasi (BIPVT) yang telah mengalami perkembangan pesat dalam beberapa tahun terakhir; namun sistem udara berbasis PVT telah lebih dulu dikembangkan. Sistem PVT adalah sistem yang menjanjikan untuk menghasilkan kedua energi karena sistem keandalan yang lebih tinggi dengan dampak lingkungan yang lebih rendah. Secara umum, sistem pengumpul air PVT terdiri dari modul PV, pengumpul penyerap dalam bentuk tabung, penutup kaca (transparan) dan wadah terisolasi. Oleh karena itu, salah satu opsi yang lebih menarik untuk menganalisis unjuk kerja photovoltaic thermal terintegrasi dengan menggunakan photovoltaic sebagai perangkat panas konduksi dan media pendingin air photovoltaic. Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis unjuk kerja pada photovoltaic dengan menggunakan media pendingin pada sisi belakang panel yang sekaligus berfungsi sebagai pendingin photovoltaic dan karakteristik kinerjanya terhadap efisiensi listrik dan thermal yang berlokasi di Kota Makassar pada koordinat  $5^\circ 8' 7,4364'' \text{ S}$  dan  $119^\circ 25' 25,6440'' \text{ E}$ . Perpindahan panas konduksi menyebabkan terjadi panas pada salah satu sisi photovoltaic, yang berpengaruh terhadap kinerja photovoltaic, sehingga sangat perlu dilakukan proses pendinginan melalui media fluida air yang mengalir dan menghasilkan efek thermal yang berfungsi sebagai solar water heater.

Berdasarkan uraian masalah maka tujuan penelitian dilakukan untuk menganalisa peningkatan daya output dan efisiensi modul *Photovoltaic* (PV) menggunakan sistem pendingin berdasarkan air yang mengalir di permukaan belakang panel surya.

Penelitian ini merupakan salah satu cara alternatif dalam meningkatkan kinerja sistem keseluruhan photovoltaic thermal (PV/T) yang terintegrasi sebagai sumber listrik dan sumber panas, khususnya dalam

<sup>1</sup> Korespondensi penulis: Musrady Mulyadi, Telp 085399148487, musrady\_mulyadi@poliupg.ac.id

memanfaatkan radiasi kalor matahari. Photovoltaic thermal (PV/T) dua cara mengumpulkan energi matahari ini bekerja dengan cara yang sangat berbeda, tetapi keduanya dapat digabungkan menjadi efek yang baik. Sistem integrasi atau PV-T yang menggabungkan dua teknologi ke dalam panel yang sama. Panas dan listrik digunakan untuk tujuan yang sangat berbeda. Aplikasi photovoltaic thermal (PV/T) terintegrasi merupakan sumber energi listrik dan panas yang ramah lingkungan yang terbebas dari polusi dan ketersediaan energi matahari yang sangat melimpah karena kondisi geografis Indonesia yang terletak di daerah tropis yang sangat memungkinkan untuk memanfaatkan energi tersebut secara maksimal.

Dengan meningkatnya kekhawatiran terhadap sumber energi dan penggunaannya, photovoltaic thermal (PVT) telah menjadi area yang menerima banyak perhatian. Ini terdiri dari efisiensi PV dan efisiensi termal. Total dari kedua efisiensi, yang dikenal sebagai efisiensi PVT digunakan untuk mengevaluasi kinerja keseluruhan sistem. Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada kolektor, ditunjukkan bahwa kedua efisiensi meningkat ketika laju aliran massa meningkat. Oleh karena itu, efisiensi total (efisiensi PVT) dan efisiensi penghematan energi primer meningkat secara bersamaan ketika laju aliran massa meningkat. Kolektor PVT berbasis air dengan Spiral flow absorber menghasilkan efisiensi PVT dari 58% hingga 64% dengan efisiensi PV 10% -12% dan efisiensi termal 42% -50%, juga menghasilkan efisiensi penghematan energi primer dari sekitar 75% hingga 84% pada laju aliran massa dari 0,012 kg / s ke 0,040 kg / s dan radiasi matahari 700W / m<sup>2</sup>. Di sisi lain, eksergi PVT adalah antara 100 hingga 170 W dengan eksergi termal 50 hingga 120 W dan eksergi listrik 60 hingga 63 W. Sekali lagi, generasi entropi adalah antara 92 dan 129 W yang menunjukkan penurunan dengan peningkatan aliran massa [2].

Seiring dengan kemajuan di masa depan, banyak perusahaan dan industri berusaha keras mencapai pendekatan "greener" untuk memproduksi energi dengan menggunakan energi matahari. Tenaga surya panel yang menggunakan sel PV (perangkat semi konduktor yang digunakan untuk mengubah cahaya menjadi energi listrik) sangat populer untuk mengubah tenaga surya menjadi listrik. Satu dari masalah dalam menggunakan sel PV untuk mengekstrak energi dari sinar matahari adalah suhu efek pada sel PV. Sebagai panel surya dipanaskan, efisiensi konversi cahaya menjadi energi listrik berkurang. Karena panel surya bisa mahal, penting untuk dapat mengekstrak energi sebanyak mungkin. Sel surya photovoltaic mengubah energi cahaya dari matahari menjadi listrik. Sel photovoltaic diproduksi oleh bahan semi-konduktif untuk mengubah energi menjadi listrik dan selama proses ini panas diserap oleh radiasi matahari. Panas ini menyebabkan hilangnya efisiensi pembangkitan listrik. Penelitian ini menguji secara eksperimental dua sistem fungsi ganda panel photovoltaic yang menyatu dengan sistem pendingin air PV / T untuk menguji efek panas pada sistem PV. Energi panas yang diserap di balik permukaan sel photovoltaic di ambien terisolasi dihilangkan dengan menggunakan sistem pendingin air dan diuji untuk kedua sistem secara bersamaan. Diamati dengan variasi laju aliran air pendingin dan efek thermal dalam kolektor PV / T (PV-Thermal). Sistem PV/T yang diuji sangat memungkinkan berfungsi ganda sebagai sumber listrik photovoltaic dan sumber panas sebagai solar water heater untuk meningkatkan efisiensi listrik dan thermal.

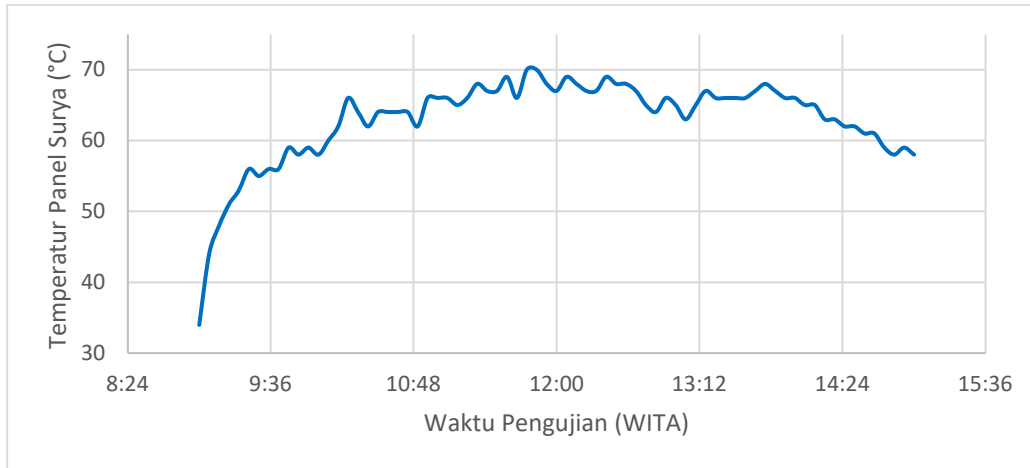
## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian dilakukan secara desain dan uji eksperimental prototipe peralatan Integrasi Photovoltaic Thermal (PV/T) di area terbuka bebas dari hambatan sinar matahari, yang akan ditekankan pada rancang bangun unit uji, pengujian kinerja, serta evaluasi. Penelitian akan dilakukan secara bertahap, yaitu dimulai dengan rancang bangun prototipe alat Integrasi Photovoltaic Thermal (PV/T) memanfaatkan intensitas radiasi matahari sebagai sumber listrik yang berintegrasi dengan pemanfaatan panas sisi belakang photovoltaic yang akan berfungsi sebagai sumber panas solar water heater, dilanjutkan dengan pengujian kinerja hasil desain dan diakhiri dengan evaluasi hasil. Alat yang dirancang adalah photovoltaic thermal (PV/T) yang terintegrasi sebagai sumber listrik dan sumber panas. Jenis photovoltaic yang digunakan berkapasitas 2x50Wp. Pembuatan rangka dan komponen pendukung alat uji seperti memasang modul panel surya yang dilengkapi dengan pipa serpentine pada sisi belakang panel surya. Memasang sensor suhu pada sisi air masuk dan keluar dari panel surya dan temperatur tangki penyimpan panas. Prosedur pengujian dengan tahapan Menyiapkan alat ukur yang akan digunakan (voltmeter, amperemeter, termometer dan piranometer). Pengujian dilakukan dari jam 09.30-15.00, dengan interval waktu 10 menit untuk pengambilan data intensitas radiasi matahari,  $I_r$  (Watt/m<sup>2</sup>), temperatur sisi air masuk,  $T_{in}$  (°C), temperatur dalam tangki,  $T_2$  (°C), temperatur air keluar  $T_{out}$  (°C), temperatur dalam kotak air pendingin,  $T_4$  (°C), temperatur panel surya,  $T_5$  (°C), temperatur lingkungan, tegangan keluaran TEG,  $V$  (Volt) dan arus keluaran TEG,  $I$  (Amp).

Photovoltaic mendapatkan sumber panas dan intensitas radiasi dari matahari dengan menggunakan. Di sisi bagian belakang panel surya ditempatkan lilitan pipa tembaga serpentine yang dilalui air pendingin yang

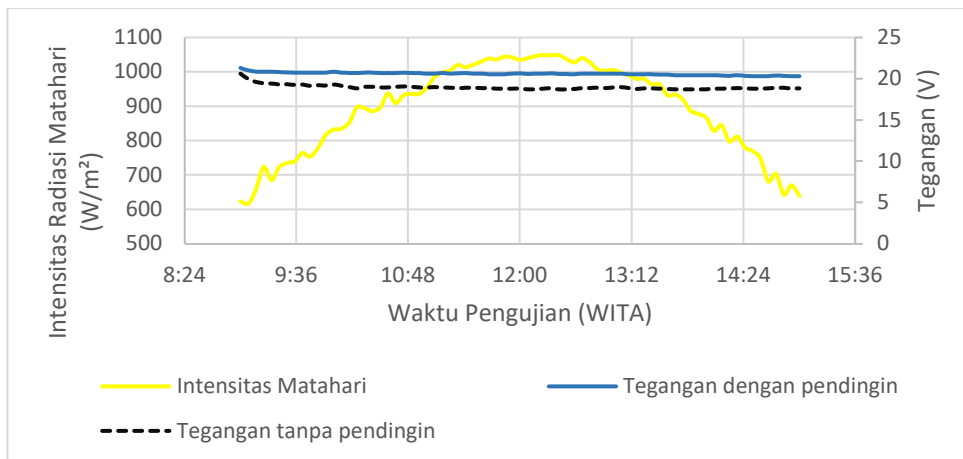
bersirkulasi. Perbedaan temperatur yang tinggi dapat menunjukkan perpindahan panas yang baik sehingga kinerja panel surya dapat terjaga. Metode penelitian dilakukan secara desain dan uji eksperimental prototipe peralatan Integrasi Photovoltaic Thermal (PV/T) di area terbuka bebas dari hambatan sinar matahari, yang akan ditekankan pada rancang bangun unit uji, pengujian kinerja, serta evaluasi. Penelitian akan dilakukan secara bertahap, yaitu dimulai dengan rancang bangun prototipe alat uji Integrasi Photovoltaic Thermal (PV/T), dilanjutkan dengan pengujian kinerja hasil desain dan diakhiri dengan evaluasi hasil.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Grafik hubungan waktu pengujian terhadap temperatur panel surya

Berdasarkan gambar 1 tentang grafik hubungan waktu pengujian terhadap temperatur panel surya, menunjukkan temperatur panel surya terus meningkat sepanjang waktu pada temperatur awal 32.5°C hingga temperatur maksimum 70.2°C dan temperatur rata-rata 56.7°C. Dengan menggunakan pipa serpentine maka panas tersebut dimanfaatkan sebagai sumber air panas.



Gambar 2. Grafik hubungan waktu pengujian terhadap intensitas radiasi matahari dan tegangan panel surya

Berdasarkan gambar 2 tentang grafik hubungan waktu pengujian terhadap intensitas radiasi matahari dan tegangan panel surya, menunjukkan nilai intensitas radiasi matahari sepanjang hari rata-rata 976W/m<sup>2</sup>, dengan tingginya nilai intensitas radiasi matahari sepanjang hari menyebabkan temperatur panel surya juga meningkat. Pengaruh panas panel surya menyebabkan tegangan panel surya juga berubah, tegangan rata-rata tertinggi 17.2V pada panel yang menggunakan pipa pendingin serpentine sedangkan tegangan panel surya tanpa pipa pendingin serpentine 15.6V.

#### 4. KESIMPULAN

- 1) Uji coba Photovoltaic Thermal (PV/T) menunjukkan temperatur panel surya terus meningkat sepanjang waktu pada temperatur awal 32.5°C hingga temperatur maksimum 70.2°C dan temperatur rata-rata 56.7°C dengan nilai intensitas radiasi matahari sepanjang hari rata-rata 976W/m<sup>2</sup>.
- 2) Tingginya nilai intensitas radiasi matahari sepanjang hari menyebabkan temperatur panel surya juga meningkat. Pengaruh panas panel surya menyebabkan tegangan panel surya juga berubah, tegangan rata-rata tertinggi 17.2V pada panel yang menggunakan pipa pendingin serpentine sedangkan tegangan panel surya tanpa pipa pendingin serpentine 15.6V

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ibrahim, dkk. (2015). *Design and Construction of a Thermosiphonic Solar Photovoltaic Thermal Water Heating System*. IOSR Journal of Applied Physics (IOSR-JAP). e-ISSN: 2278-4861. Volume 7, Issue 2 Ver. II (Mar. - Apr. 2015), PP 88-96. DOI: 10.9790/4861-07228896
- [2] E. E. Madu and A. E. Uyaelumuo. (2018). *Water Based Photovoltaic Thermal (Pvt) Collector With Spiral Flow Absorber: An Energy And Exergy Evaluation*. Equatorial Journal of Engineering (2018) 51- 58. ISSN: 0184-7937. www.erjournals.com
- [3] Engin GEDİK. 2016. *Experimental Investigation of Module Temperature Effect on Photovoltaic Panels Efficiency*. Journal of Polytechnic, 2016; 19 (4) : 569-576

#### 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih kepada Direktur PNUP, Pembantu Direktur I, Kajar Teknik Mesin dan Ka.UPPM PNUP, atas dana DIPA PNUP sehingga capaian hasil penelitian dapat terlaksana dengan baik.