

KAJI ENERGI LUARAN DAN EFISIENSI SISTEM *PHOTOVOLTAIC THERMAL* (PV/T) DENGAN KOLEKTOR PEMANAS UDARA

Mega Lazuardi Umar¹⁾, Prabuditya Bhisma Wisnu Wardhana²⁾, dan Rizqi Ilmal Yaqin³⁾

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Banyuwangi, Jalan Raya Jember No.KM13, Kawang, Labanasem, Kec. Kabat, Banyuwangi, Jawa Timur 68461

³Program Studi Pemesinan Kapal, Politeknik Kelautan dan Perikanan Dumai, Jl. Wan Amir No. 1, Pangkalan Sesai, Dumai Barat, Kota Dumai 28826

Email: megalazuardiumar@poliwangi.ac.id

Abstract

Photovoltaic-Thermal (PV/T) is a system with a thermal collector that is used to generate electric and thermal energy. In this study, a PV/T experiment with an air collector was carried out to determine the performance of the electrical and thermal energy and the efficiency. The results showed that the solar panel with a heat collector has an electrical efficiency of 18.9%, a heat efficiency of 16.5%, and a primary total efficiency of 66.4%.

Keywords: *PV/T, photovoltaic, energy, thermal, efficiency*

Abstrak

*Photovoltaic-Thermal (PV/T) adalah sebuah sistem panel surya dengan kolektor pemanas yang digunakan untuk menghasilkan energi luaran listrik dan panas. Pada penelitian ini, sebuah eksperimen PV/T dengan kolektor panas udara dilakukan untuk mengetahui performa energi serta efisiensi listrik dan panas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panel surya dengan kolektor panas memiliki efisiensi listrik sebesar 18.9%, efisiensi panas sebesar 16.5%, dan *primary total* energi efisiensi sebesar 66.4%.*

Kata Kunci: *PV/T, photovoltaic, energi, panas, efisiensi*

PENDAHULUAN

Sebuah sistem yang mampu mengkonversi sinar radiasi matahari menjadi energi listrik disebut dengan *photovoltaic*. Namun, efisiensi konversi dari *photovoltaic* saat ini masih tergolong kecil, berkisar antara 10-30% saja tergantung dari jenis dan tipe sel *photovoltaic*, sementara energi yang tidak terkonversi sisanya terbuang menjadi panas (Michael, J.J. 2015). Penelitian dari Lee, Y.W (2018) menunjukkan bahwa panas sel *photovoltaic* mampu mencapai temperatur 70 saat penyinaran matahari optimal. Oleh karena itu, beberapa peneliti Slimani, M.E.A. (2016), Dahmene M. A. (2018), dan Slimani, M.E.A. (2017) menggunakan kolektor panas untuk memanfaatkan energy panas yang tidak terkonversi oleh panel surya. Sistem panel surya dengan kolektor

panas itulah disebut dengan *photovoltaic/thermal* (PV/T), sehingga memiliki dua energi luaran yaitu, listrik dan panas. Tak hanya itu, Slimani M.E.A. (2017) menjelaskan bahwa PV/T dengan kolektor panas udara mampu menghasilkan efisiensi 29.6-74%, lebih tinggi dari sistem PV biasa tanpa kolektor panas.

Indonesia memiliki potensi energi matahari yang sangat besar karena terletak di iklim tropis yang menyebabkan radiasi matahari bersinar secara optimal sepanjang tahun. Selain itu, pemerintah juga mulai menggalakkan sumber energi menjadi energi terbarukan (Kompas. 2021). Namun, Penelitian tentang performa PV/T di Indonesia saat ini masih terbatas. Oleh karena itu penelitian ini mengkaji performa energi luaran dan efisiensi dari PV/T dengan kolektor panas udara dengan kondisi lingkungan yang ada di Indonesia. Selanjutnya, energi luaran dan efisiensi PV/T dihitung menggunakan sensor. Diharapkan hasil penelitian ini akan menjadi rujukan bagi peneliti dan pelaku industri di masa yang akan datang.

METODE PENELITIAN

Panel surya yang digunakan pada penelitian ini memiliki dimensi 100 x 68 cm, maksimum energi output sebesar 120 W. Spesifikasi panel surya secara jelas ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1
Spesifikasi Panel Surya GH Solar 120 W

Spesifikasi	Nilai
<i>Maximum power at STC</i>	120 W
Dimensi	100*68 cm
<i>Voltage at Pmax (Vmp)</i>	18.2 V
<i>Current at Pmax (Imp)</i>	6.67 A
<i>Open-Circuit Voltage (Voc):</i>	21.51 V
<i>Short-Circuit Current (Isc)</i>	7.19 A
NOCT	47 ±2 C

Adapun kolektor pemanas udara diletakkan dibawah panel surya dengan jarak gap 3 cm, cara kerja sistem PV/T adalah radiasi matahari menyebabkan temperatur photovoltaic meningkat akibat proses konversi energi menjadi listrik, kemudian udara dihembuskan dibagian bawah sistem menggunakan dua buah kipas DC. Panas dari photovoltaic melalui perpindahan panas konveksi akan menyebabkan temperatur udara yang telah melalui sistem kolektor panel meningkat. Sistem PV/T yang telah dibuat

tersebut kemudian akan dihitung potensi energi dan efisiensinya, baik listrik maupun panas. Foto dari sistem PV/T ditampilkan pada gambar 1.



Gambar 1. Foto Eksperimen PV/T dengan kolektor pemanas udara

Temperatur udara yang masuk dan keluar melalui *sistem PV/T* dihitung menggunakan sebuah sensor *thermocouple*, sinar radiasi matahari ditangkap oleh *solar power meter*, dan daya yang keluar menggunakan avometer dan wattmeter. Efisiensi listrik dan panas lalu dihitung menggunakan persamaan 1

$$\eta = \frac{Q}{GA} \quad (1)$$

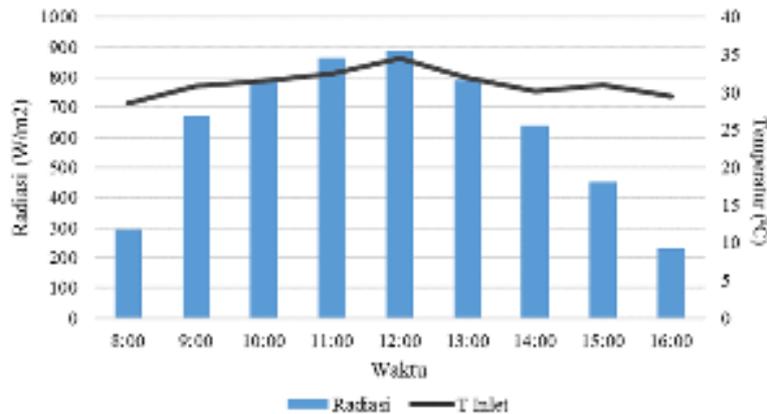
Dimana η adalah efisiensi. Q adalah energi yang keluar dari sistem, G adalah radiasi, dan A adalah luas area PV/T. Jumlah *primary total energy* efisiensi pada sebuah sistem PV/T lalu dihitung menggunakan persamaan 2

$$\eta_f = \frac{\eta_{ele}}{0.38} + \eta_{th} \quad (2)$$

Dimana η_{ele} adalah efisiensi listrik dan η_{th} adalah efisiensi panas, dan 0.38 adalah bilangan konversi efisiensi listrik menjadi panas

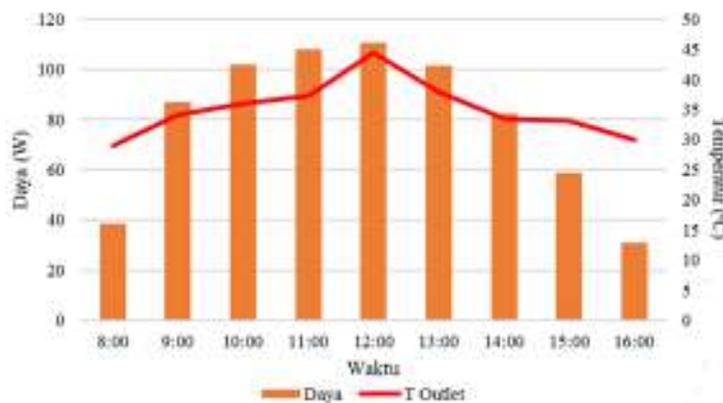
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi lingkungan yang digunakan pada penelitian ini ditampilkan pada gambar 2. Cuaca pada saat penelitian adalah cerah dan nilai sinar radiasi matahari yang ditangkap oleh sensor bervariasi mulai 290 W/m^2 hingga puncaknya didapatkan pada pukul 12:00 sebesar 890 W/m^2 . Sementara itu nilai temperatur lingkungan bervariasi dengan rentang $28.5\text{-}34.5 \text{ }^\circ\text{C}$.



Gambar 2. Kondisi lingkungan pada penelitian

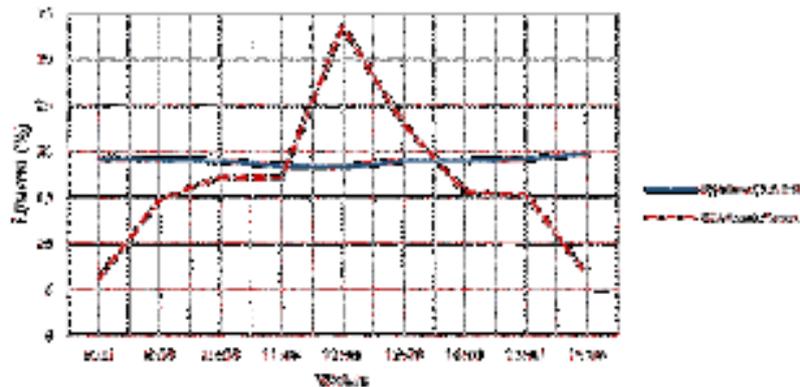
Adapun hasil energi luaran ditampilkan pada gambar 3. Nilai energi listrik (daya) yang keluar dari photovoltaic bervariasi antara 30.8-110.5 W. Hal ini membuktikan bahwa daya yang keluar dari photovoltaic berbanding lurus dengan radiasi yang diterima (Slimani M.E.A. 2017). Temperatur udara outlet bervariasi antara 29.1-44.4 °C, dimana selisih temperature outlet dan inlet terbesar didapatkan pada pukul 12:00, yang mampu menaikkan suhu udara sebesar 9.9 °C.



Gambar 3. Energi luaran pada sistem PV/T

Hasil efisiensi sistem PV/T ditampilkan pada gambar 3. Perhitungan efisiensi listrik dan panas pada PV/T ini dihitung menggunakan persamaan 1, kemudian *total primary total energy efficiency* dihitung menggunakan persamaan 2. Hasil menunjukkan bahwa nilai efisiensi listrik berada pada rentang 18.2-19.7%. Nilai efisiensi listrik terendah ditunjukkan pada pukul 12:00, hal ini disebabkan karena kenaikan temperatur pada sistem PV/T menyebabkan penurunan efisiensi (Slimani M.E.A. 2017). Adapun nilai

efisiensi panas berada pada rentang 6.1-33.5% dimana efisiensi panas maksimal didapatkan pada pukul 12:00 dikarenakan temperature pada sistem PV/T maksimal menyebabkan temperatur proses perpindahan panas yang lebih tinggi antara panel dan udara.



Gambar 4. Efisiensi sistem PV/T

Nilai rata-rata efisiensi listrik, panas, dan *primary total energi efisiensi* harian sistem PV/T adalah sebesar 18.9%, 16.5%, dan 66.4% secara berurutan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan hasil bawah PV/T dengan kolektor panas udara memiliki rata-rata efisiensi listrik, efisiensi panas, dan total primary energi efisiensi harian sebesar 18.9%, 16.5%, dan 66.4%. Adapun kedepan sistem PV/T ini perlu dikaji lebih lanjut dengan membandingkannya dengan *standalone* PV dan atau kolektor panas.

DAFTAR PUSTAKA

Dahmene, M.A., Malek. A, Zitoun, T. Design and analysis of a BIPV/T system with two applications controlled by an air handling unit. *Energy Convers Manage*, 175(2018), pp. 49-66

<https://money.kompas.com/read/2021/04/20/184840226/pemerintah-siapkan-5-prioritas-program-energi-terbarukan-hingga-2024> (diakses tanggal 31 Agustus 2021)

Michael, J.J., Iniyana, S., Goic, R.. Flat plate solar photovoltaic–thermal (PV/T) systems: A reference guide. *Renew Sust Energ Rev*, 51(2015), pp. 62-8

Slimani, M.E.A., Amirat, M. Kurucz., Bahria I, S. Hamidat A., Chaouch, W.B. A detailed thermal-electrical model of three photovoltaic/thermal (PV/T) hybrid air collectors and photovoltaic (PV) module: Comparative study under Algiers climatic conditions. *Energy Convers Manage*, 133(2017), pp.458-476.

Slimani, M.E.A., Amirat, M., Bahria, I., Kurucz., Aouli., M., Sellami, R., Study and modeling of energy performance of a hybrid photovoltaic/thermal solar collector: Configuration suitable for an indirect solar dryer. *Energy Convers Manage*, 125(2016), pp. 209-221.

Lee, Y.W., Kuo, C.F.J., Weng, W.H., Huang, C.Y., Peng, C.Y. Dynamic modeling and entity validation of a photovoltaic system. *Appl Energy*, 200(2017), pp. 370-382.