

Kaji Eksperimental Pendinginan Panel Surya Menggunakan Media Udara

T. Azuar Rizal¹, Muhammad Amin², dan Puput Heri Saputra³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Meurandeh Langsa, 24416, Aceh

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Dikirim tgl Bulan Tahun
Direvisi dari tgl Bulan Tahun
Diterima 00 February 00

Kata Kunci:

Temperatur permukaan,
Panel surya,
Efisiensi listrik,
Pendinginan,
Aliran udara.

ABSTRAK

Penggunaan panel surya pada penyedia energi listrik rumah tangga dan lampu jalan terus meningkat. Akan tetapi panel surya juga memiliki masalah. Khususnya, pada saat tingginya penyerapan radiasi surya sehingga temperatur panel surya meningkat diatas temperatur maksimum. Akibatnya panel surya menghasilkan energi jauh lebih kecil dibanding pada kondisi dingin. Pada penelitian ini telah dibuat satu perangkat pengujian pendinginan panel surya menggunakan media udara. Panel surya yang digunakan memiliki ukuran panjang 839 mm, lebar 537 mm, dan tebal 50 mm, dengan daya output maksimum 50 W. Pada penelitian, digunakan dua panel surya, satu panel surya tanpa pendinginan dan satu panel surya dengan pendinginan menggunakan media udara. Panel surya diletakkan pada sudut kemiringan 15o, udara dialirkan pada variasi kecepatan 1-2 m/s menggunakan blower daya 3W. Variabel yang diukur meliputi, temperatur udara masuk dan keluar panel surya, temperatur permukaan panel surya, tegangan dan arus listrik keluar panel surya, kecepatan angin sekitar panel surya, dan radiasi matahari. Penelitian dilakukan mulai pukul 09.00 -17.00. Dari hasil penelitian diperoleh, temperatur maksimum permukaan dalam panel surya tanpa pendinginan berkisar 46-49 oC, dan efisiensi listrik berkisar 6,1-6,7 %. Sedangkan untuk panel surya dengan pendinginan menggunakan media udara, temperatur maksimum permukaan hanya mencapai 42oC, dan efisiensi meningkat menjadi 7,0-7,8%. Dari penelitian ini dapat disimpulkan pendinginan menggunakan media udara mampu meningkatkan daya keluaran panel surya dan meningkatkan efisiensi listrik.

© 2014 Jurnal Ilmiah JURUTERA. Di kelola oleh Fakultas Teknik. Hak Cipta Dilindungi.

1. Pendahuluan

Dalam beberapa tahun terakhir, pengembangan pembangkit listrik energi terbarukan secara luas dianjurkan oleh banyak negara. Panel surya (PV cell) merupakan salah satu produk yang memanfaatkan energi terbarukan yang paling populer. Panel surya yang dilengkapi dengan sel fotovoltaik dapat mengkonversi langsung radiasi matahari menjadi listrik yang dapat dimanfaatkan untuk peralatan listrik rumah tangga, lampu penerangan jalan dan penggerak pompa air. Namun, selama pengoperasian panel surya, hanya sekitar 15% dari radiasi matahari dikonversi menjadi listrik dan sisanya diubah menjadi panas, akibatnya efisiensi listrik panel surya akan menurun ketika temperatur panel meningkat.

Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk menurunkan temperatur permukaan panel surya dalam usaha meningkatkan efisiensi listrik. Umumnya, penurunan temperatur dilakukan dengan menggunakan udara atau air sebagai media pendingin. Sebagian penelitian juga diarahkan untuk mengetahui menurunkan biaya peralatan dengan cara menggabungkan panel surya (PV) dengan sistem termal, dimana energi termal diperoleh dari pendinginan panel surya dimanfaatkan untuk aplikasi lain pada kisaran temperatur rendah. Dari hasil penelitian yang melakukan modifikasi konfigurasi panel surya dengan system pendinginan sebagaimana dilaporkan oleh Dubey et al. (2009). Dari hasil penelitian dengan menggabungkan panel surya dengan kolektor udara diperoleh efisiensi rata-rata system berkisar antara 9,75 % sampai 10,41%.

Tiwari (2007), melakukan penelitian eksperimental dan simulasi numerik bertujuan melakukan evaluasi performan PV/T kolektor udara (dilengkapi kaca dan tanpa kaca penutup, dengan tedlar dan tanpa tedlar). Hasil pengujian diperoleh PV/T kolektor udara kolektor udara tanpa tedlar memberikan performan yang lebih baik.

Garg dan Adhikari (1999), mengembangkan model simulasi computer untuk pengaruh absorber terhadap efisiensi kolektor surya. Hasil analisa diperoleh, efisiensi absorber kolektor surya yang tidak dilapisi dengan sel surya lebih tinggi dibandingkan dengan absorber kolektor surya yang dilapisi dengan sel surya. Hal ini disebabkan radiasi yang diterima oleh lapisan sel surya dikonversikan menjadi energy listrik.

Zondag, et.al (2003) melakukan pengujian dan evaluasi terhadap modifikasi Sembilan buah pprototipe PV/T, hasilnya menunjukkan bahwa penurunan temperatur panel surya mampu neingkatkan efisiensi diatas 50%.

Infield, et.al (2004), melakukan kajian penurunan temperatur panel surya dengan mengalirkan udara saluran antara dua lapisan kaca penutup untuk proses pemanasan.

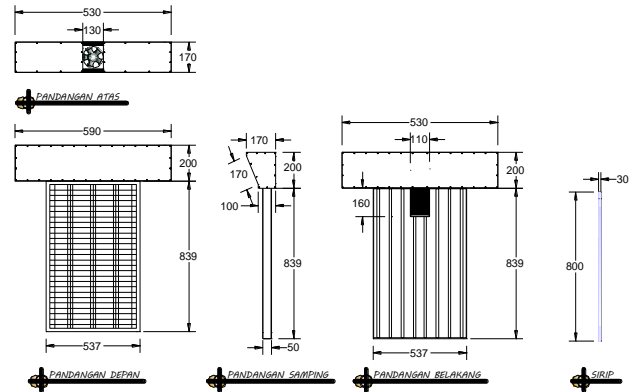
Joshi and Tiwari (2007), melakukan analisis terhadap sistem PV/T kolektor udara yang terkoneksi secara seri. Dari hasil pengembangan model analisis yang divalidasi dengan data eksperimental, menunjukkan bahwa efisiensi total sistem mengalami penurunan terhadap panjang modul akibat proses rugi-rugi sistem.

Pada penelitian ini telah dikembangkan satu sistem pendinginan panel surya (PV) dengan memanfaatkan udara sebagai media pendingin. Penelitian dilakukan pada kondisi iklim Kota Langsa Provinsi Aceh.

2. Metode Penelitian

Telah dirancang dan dibuat satu unit pengujian untuk mempelajari pengaruh pendinginan panel surya (PV) menggunakan media udara terhadap efisiensi listrik panel surya (PV).

Panel surya yang digunakan dalam penelitian ini *50 Watt Photovoltaic Module*, dengan silicon sel *nitride multicrystalline silicon cells*. Panel memiliki ukuran panjang 839 mm, lebar 537 mm, dan tebal 50 mm. Untuk mendinginkan panel surya digunakan media udara yang dialirkan masuk dari bagian atas panel dan keluar dari bagian bawah panel. Bentuk dan ukuran saluran udara pendingin panel surya ditunjukkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. . Ukuran panel surya yang dilengkapi saluran udara pendingin

Penelitian dilakukan di lokasi lapangan terbuka dalam lingkungan Universitas Samudra, Kota Langsa Provinsi Aceh, pada tanggal 26-29 Juni 2014 mulai pukul 09.00 pagi sampai pukul 17.00. Untuk memperoleh informasi pengaruh udara pendingin, pengujian juga dilakukan pada panel surya tanpa pendingin udara, sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Panel surya yang digunakan pada penelitian

Varibel yang diukur pada penelitian ini meliputi temperatur permukaan atas dan belakang panel surya, temperatur udara masuk dan keluar saluran pendingin, temperatur udara lingkungan, kecepatan udara masuk dan keluar saluran, dan intensitas radiasi surya, tegangan dan arus listrik keluar panel surya. Udara pendingin dialirkan menggunakan kipas angin (*fan*) yang memiliki daya 3W. Kecepatan udara keluar fan diatur pada 1-2 m/s. Dan laju aliran udara (m) dihitung dengan persamaan :

$$m = \rho_{udara} \cdot A_s \cdot V_{udara} \quad (1)$$

Untuk menentukan efisiensi listrik (η_e) panel surya didasarkan pada persamaan berikut :

$$\eta_e = \eta_o [1 - \beta(T_p - T_r)] \tag{2}$$

Efisiensi listrik pada kondisi standar (η_o) ditentukan dari :

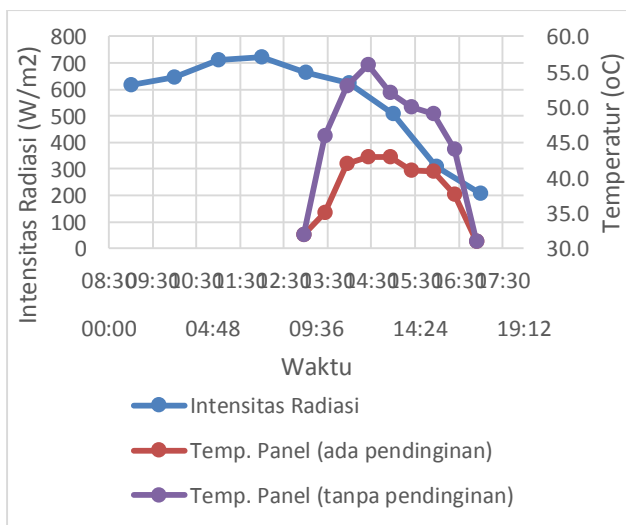
$$\eta_o = \frac{V_m I_m}{G A_p} \times 100 \% \tag{3}$$

Dan efisiensi termal dari sistem panel surya pendinginan udara, ditentukan menggunakan persamaan berikut:

$$\eta_{th} = \frac{m c_p (T_o - T_i)}{A_p G} \times 100 \% \tag{4}$$

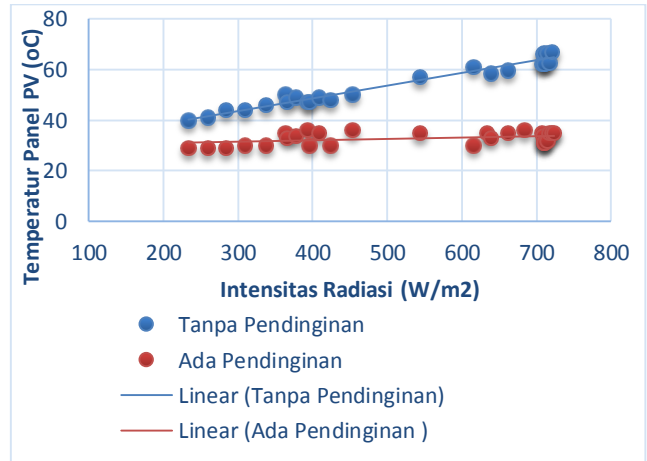
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengukuran yang dilakukan pada tanggal 28 Juni 2014, perubahan temperatur permukaan panel surya dan intensitas radiasi untuk panel surya tanpa pendinginan udara dan panel dengan pendinginan udara ditunjukkan dalam Gambar 3. Dari gambar terlihat intensitas radiasi maksimum terjadi pada pukul 12.00 sekitar 732 W/m². Sedangkan temperatur maksimum permukaan panel surya terjadi pada panel surya tanpa pendinginan yaitu sebesar 52,1 °C yang terjadi pada pukul 12.00. Sedangkan temperatur rata-ratanya pada kisaran 46-49 °C. Hal ini juga sesuai dengan kondisi intensitas radiasi surya. Pengaruh yang nyata adanya pendinginan terhadap temperatur permukaan panel surya terlihat pada temperatur permukaan panel surya yang didinginkan dengan udara, dimana temperatur maksimum panel hanya mencapai 42 °C. Pada panel surya tanpa pendinginan kenaikan temperatur panel mencapai 24°C mulai pukul 09.00 sampai pukul 12.00, sedangkan panel surya dengan pendinginan kenaikan temperatur dalam waktu yang sama hanya 14°C. Hal ini menunjukkan perangkat uji yang telah dibuat mampu bekerja dengan baik.



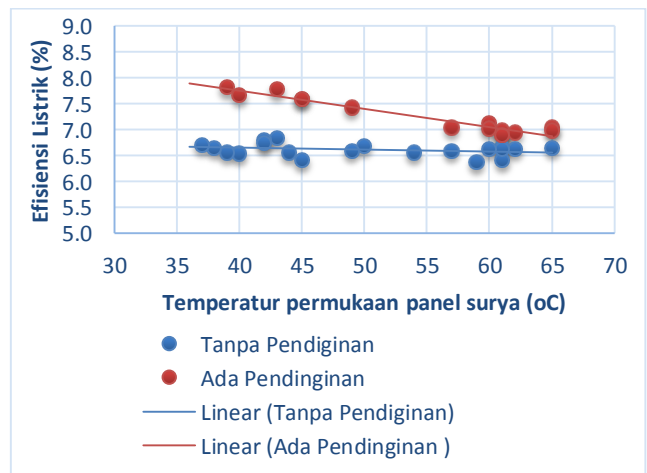
Gambar 3. Hasil pengukuran perubahan temperatur permukaan panel surya dan intensitas radiasi surya.

Gambar 4, memperlihatkan hubungan intensitas radiasi terhadap kenaikan temperatur permukaan panel surya. Dari grafik terlihat temperatur kedua panel meningkat dengan meningkatnya radiasi surya yang diterima oleh panel surya. Untuk panel surya tanpa pendinginan, temperatur permukaan meningkat dengan cepat dibandingkan dengan panel surya yang dilengkapi dengan pendinginan udara.



Gambar 4. Hubungan temperatur permukaan panel surya dengan intensitas radiasi surya.

Gambar 4, memperlihatkan pengaruh temperatur permukaan panel surya terhadap efisiensi listrik panel surya (PV). Efisiensi listrik ditentukan menggunakan persamaan persamaan (2) dan (3). Dari grafik terlihat bahwa efisiensi listrik panel surya tanpa pendinginan berkisar pada 6,1 % - 6,5 %. Sedangkan untuk panel surya dengan pendinginan udara efisiensi listrik berkisar pada 7,0 % - 7,8 %. Hal ini membuktikan bahwa pendinginan udara mampu meningkatkan efisiensi listrik panel surya.



Gambar 4. Hubungan efisiensi listrik dengan temperatur permukaan panel.

Hasil perhitungan menggunakan persamaan (1) dan persamaan (4), berdasarkan data pengujian tanggal 28 Juni 2014, dengan massa laju aliran udara 0,052 kg/s diperoleh diperoleh efisiensi termal maksimum adalah 42,2%.

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini telah dilakukan pengujian pendinginan panel surya menggunakan udara sebagai media pendingin. Hasil pengujian juga dibandingkan dengan panel surya tanpa pendinginan. Dari hasil kedua pengujian diperoleh, efisiensi maksimum panel surya tanpa pendinginan adalah 6,7% pada temperatur permukaan 40°C dan akan menurun dengan meningkatnya temperatur permukaan panel surya. Efisiensi maksimum panel surya dengan pendinginan udara mencapai 7,8% pada temperatur permukaan 40°C. Sedangkan efisiensi termal sistem diperoleh sebesar 42,2 % dengan masa laju aliaran udara dipertahankan pada 0,052 kg/s. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pendinginan udara dapat diterapkan untuk menjaga panel surya bekerja pada efisiensi terbaik.

Joshi, A J. and Tiwari, A., *Energy and exergy analysis of a hybrid photovoltaic thermal (PV/T) air collector*, Renewable Energy 32,2223 – 2241., (2007).

Tiwari A, M.S.Sodha, *Parametric study of various hybrid PV/thermal air collector: Experimental validation of theoretical model*, Solar Energy material & Solar Cells, 91, pp.17-28., (2007).

Zondag, H A., de Vries, D W., van Helden, W G J., van Joling, R J C., *The yield of different combined PV-thermal collector designs*, Solar Energy 74: 253– 269., (2003).

□TAR

NOMENKLATUR

A	Luas (m ²)
G	Intensitas Radiasi (W/m ²)
T	Temperatur
m	Massa laju aliran udara (kg/s)
C _p	Panas spesifik udara (kJ/kg.oC)
V	Tegangan listrik (Volt)
I	Arus listrik (ampere)
T _r	Temperatur referensi = 25 oC

Greek letters

β	Koefisien temperatur (1/oC)
η	Efisiensi (-)

Subsripts

s	saluran masuk udara
p	panel surya
c	Panel
i	Masuk
o	Keluar
m	Maksimum

REFERENSI

Dubey Swapnil, Sandhu GS, Tiwari GN., *Analytical expression for electrical efficiency of PV/T hybrid air collector*. Appl Energy, 86:697–705, (2009).

Garg, H.P., Adhikari. R.S., *System performance Studies on Photovoltaic/Thermal (PV/T) Air Heating Collector*, Renewable Energy, 16, pp.725-730., (1999).

Infield, D, Mei, L and Eicker, U., *Thermal performance estimation of ventilated PV facades*. Solar Energy, 76(1-3): 93-98, (2004).