

ANALISA PERFORMANSI KOLEKTOR SURYA PELAT DATAR DENGAN MEDIA PENYIMPAN PANAS PASIR UNTUK PEMANAS UDARA

Ketut Astawa, Si Putu Gede Gunawan Tista, I Wayan Hendra Saputra

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana-Badung Bali

awatsa@yahoo.com

ABSTRAK

Energi dari sinar matahari dapat dimanfaatkan menggunakan kolektor surya, dimana radiasi panas dari matahari dikumpulkan dan diubah menjadi energi termal. Untuk mendapatkan performa kolektor yang tinggi dapat dilakukan dengan penambahan media penyimpanan panas berupa padatan. Dalam padatan seperti pasir tentunya memiliki *energi internal*, jika suatu padatan menyerap panas maka *energi internal* yang tersimpan dalam padatan meningkat yang diindikasikan oleh kenaikan temperaturnya. Jadi perubahan energi pada atom-atom dan elektron-bebas menentukan sifat-sifat thermal padatan. Penelitian menggunakan sistem *solar energy* sederhana bertujuan mendapatkan profil transformasi energi cahaya dari matahari menjadi energi termal yang dapat diserap oleh bahan pasir.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menempatkan pasir sebagai media penyimpanan panas di luar pipa-pipa aliran udara pada sebuah kolektor surya pelat datar. Udara akan dialirkan melalui pipa-pipa yang terpasang pada bagian bawah dari pelat penyerap dengan bantuan sebuah Blower. Temperatur dan tekanan udara baik yang masuk atau keluar dari kolektor diukur untuk mengetahui terjadinya perubahan besaran temperatur.

Dengan penambahan media penyimpanan panas akan mampu memanaskan fluida kerja sampai intensitas yang rendah, sehingga ketika intensitas rendah temperatur udara keluar kolektor tetap tinggi maka energi berguna dan efisiensi yang dihasilkan juga akan meningkat

Kata Kunci : Kolektor surya pelat datar, Media penyimpanan panas pasir, Unjuk kerja kolektor

ABSTRACT

The energy of solar energy can be used for solar collector and the heat radiation from solar energy is collected and changed into thermal energy. To get high Performance collector can be done by adding the heat storage medium, such as solid (solidify). In solidify like a sand is of course has the internal energy, if a solidify absorb the heat, then the internal energy which is stored in the solidity will rise as indicated by the increase in temperature.. Therefore, the changing of the energy of atoms and free electrons can determine characteristics of thermal solidity. The research used the easy solar system energy in order to get transformation shine energy profil from the sun become thermal energy which can be absorbed of sand material.

The method is used in this research was by putting the sand as a heat storage medium outside the air conduits of a flat plate solar collector. The air will conduit through the conduits which is set on the underside of the absorbing plate with a blower. The temperature and the air pressure whether which enter or not from collector was measured to know the changing of the temperature.

By adding the heat storage media will be able to heat fluid until the low intensity, so when the intensity was low then the air temperature come out but the collector was still high. Therefore, the actual useful energy and the efficiency which was produced also will rise.

Keywords : Flat plate solar collector, The sand heat storage medium, Performance collector

1. PENDAHULUAN

Semakin kritisnya energi saat ini, memaksa umat manusia untuk kembali mencari sumber-sumber energi yang dapat diperbarui dengan pengetahuan dan teknologi yang kita miliki saat ini. Penggunaan energi baru dan terbarukan (EBT), yang ketersediaannya melimpah akan sangat bermanfaat terutama untuk daerah terpencil. Hal ini juga akan mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi konvensional (minyak dan gas bumi), yang ketersediaannya dalam jangka panjang tidak dapat dipertahankan. EBT sebagai energi yang pada umumnya berasal dari sumber non-fosil, dapat diperbarui, tidak akan pernah habis dan ramah lingkungan. Sumber energi yang termasuk dalam kategori EBT antara lain adalah energi panas bumi, air/hidro, angin, biomasa, gelombang dan pasang surut, surya. Sejauh ini pemanfaatan EBT masih sangat kecil khususnya energi surya bila dibandingkan dengan pemanfaatan energi fosil.

Kolektor surya adalah sebuah alat yang mampu menyerap dan memindahkan panas dari energi surya ke fluida kerja. Ketika cahaya matahari menimpa absorber pada kolektor surya, sebagian cahaya akan dipantulkan kembali ke lingkungan, sedangkan sebagian besarnya akan diserap dan dikonversi menjadi energi panas, lalu panas tersebut dipindahkan ke fluida kerja yang bersirkulasi di dalam kolektor surya (ismanto 2009). Saat ini semakin banyak pemanfaatan dari kolektor surya sebagai alat pemanas udara maupun air. Sebelumnya telah dilakukan beberapa penelitian diantaranya penelitian yang dilakukan oleh I Nyoman Arya Warsita (2011) yang berjudul Analisa performansi kolektor surya jenis turbular dengan menggunakan pasir sebagai media penyimpanan panas, dimana dalam aplikasinya memiliki kelemahan terhadap posisi dan kemiringan kolektor surya. Pengembangan kolektor surya juga dilakukan oleh I Made Dhanu Wijaya (2009) yang meneliti jenis kolektor surya pelat datar bersirip dengan aliran fluida (udara) diatas pelat penyerap. Melihat dari penelitian yang dilakukan oleh I Nyoman Arya Warsita dan I Made Dhanu Wijaya perlu dilakukan pengembangan pada kolektor surya untuk mendapatkan hasil pemanas udara yang lebih maksimal. Pengembangan pada kolektor surya dapat dilakukan dengan memodifikasi pelat penyerap yaitu dengan cara menambahkan pasir di bawah pelat penyerap di luar dari pipa-pipa aliran udara. Fluida kerja mengalir dengan laju aliran massa tertentu di dalam pipa-pipa fluida yang juga berada di bawah pelat penyerap. Metode ini adalah memanfaatkan porositas yang dimiliki oleh pasir sebagai batuan yang sangat kecil.

Pada penelitian ini akan dianalisa pengaruh dari penggunaan pasir sebagai media penyimpanan panas terhadap unjuk kerja kolektor surya pelat datar untuk pemanas udara, sehingga nantinya kolektor surya ini diharapkan dapat menghasilkan panas yang lebih tinggi dan dapat dimanfaatkan sebagai pemanas udara yang selanjutnya dapat digunakan sebagai alat untuk pemanas lain yang memerlukan udara panas sebagai mediana.

2. STUDI PUSTAKA

2.1 Energi Dalam

Setiap material mengandung energi yang disebut energi internal (U). Besarnya energi ini tidak dapat diukur, yang dapat diukur hanyalah perubahannya. Energi ini tidak dapat diukur sebab materi harus bergerak dengan kecepatan sebesar kuadrat kecepatan cahaya sesuai persamaan Einstein ($E = mc^2$). Di alam, yang tercepat adalah cahaya. Perubahan energi internal ditentukan oleh keadaan akhir dan keadaan awal.

$$\Delta U = U_2 - U_1 \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

- ΔU = Perubahan Energi dalam (kJ)
- U_1 = Keadaan awal Energi Dalam (kJ)
- U_2 = Keadaan Akhir Energi Dalam (kJ)

Seperti gas ideal pada umumnya, panas spesifik dari zat *incompressible* tergantung pada suhu. Dengan demikian, perbedaan parsial dalam persamaan mendefinisikan c_v dan digantikan oleh perbedaan biasa, yang menghasilkan:

$$du = c_v dT = c(T) dT \dots \dots \dots (2)$$

Dengan demikian persamaan energi dalam bisa ditulis menjadi :

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \int_1^2 c(T) dT \dots \dots \dots (3)$$

Sebelum integrasi ini dapat dilakukan, variasi dari panas spesifik (c) dengan suhu harus diketahui. Untuk interval suhu yang rendah , nilai c pada suhu rata-rata yang digunakan dapat dianggap konstan, sehingga:

$$\Delta U \cong c_{avg}(T_2 - T_1) \dots \dots \dots (4)$$

2.2 Efisiensi Kolektor Pemanas Udara Tenaga Matahari

Pengukuran performansi kolektor adalah efisiensi pengumpulannya (*collection efficiency*), yang didefinisikan sebagai rasio penambahan energi berguna (Q_u) selama periode waktu tertentu terhadap energi matahari yang menyimpannya selama periode waktu yang sama. Untuk efisiensi aktual, η_a , dapat dihitung dengan persamaan:

$$\eta_a = \frac{Q_{u,a}}{A_c \cdot I_T} \dots \dots \dots (5)$$

Untuk perhitungan efisiensi aktual didasarkan pada energi berguna aktualnya, dapat dihitung dengan pendekatan persamaan:

$$Q_{u,a} = \dot{m} \cdot C_p (T_o - T_i) \dots \dots \dots (6)$$

Dimana :

$Q_{u,a}$ = Energi berguna kolektor sebenarnya tiap satuan luas (W/m^2)

\dot{m} = Laju aliran massa fluida (Kg/s)

C_p = Panas jenis fluida ($J/Kg.K$), nilai C_p didapat dari properties fluida

berdasarkan temperatur ($T_{film} = \frac{T_o + T_i}{2}$)

I_T = Intensitas radiasi matahari yang menimpa kolektor (W/m^2)

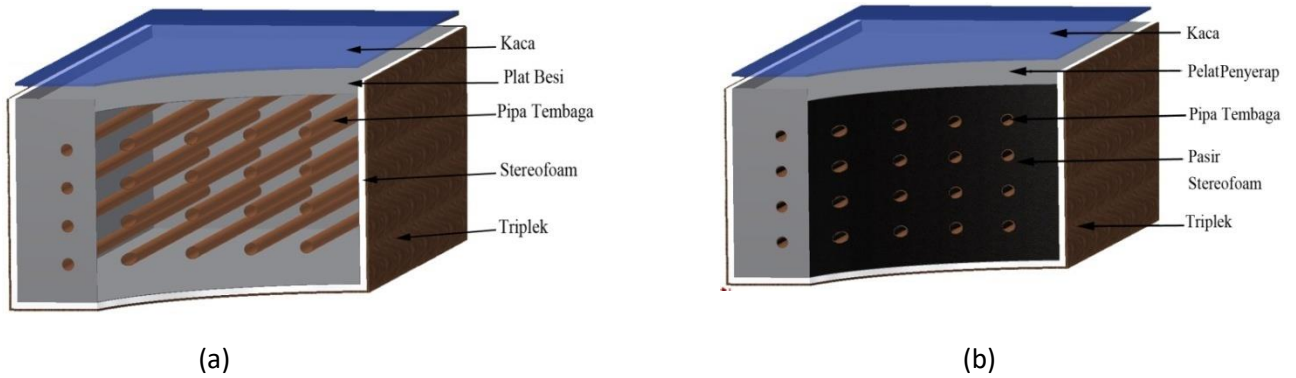
T_i = Temperatur fluida masuk (K).

T_o = Temperatur fluida keluar (K).

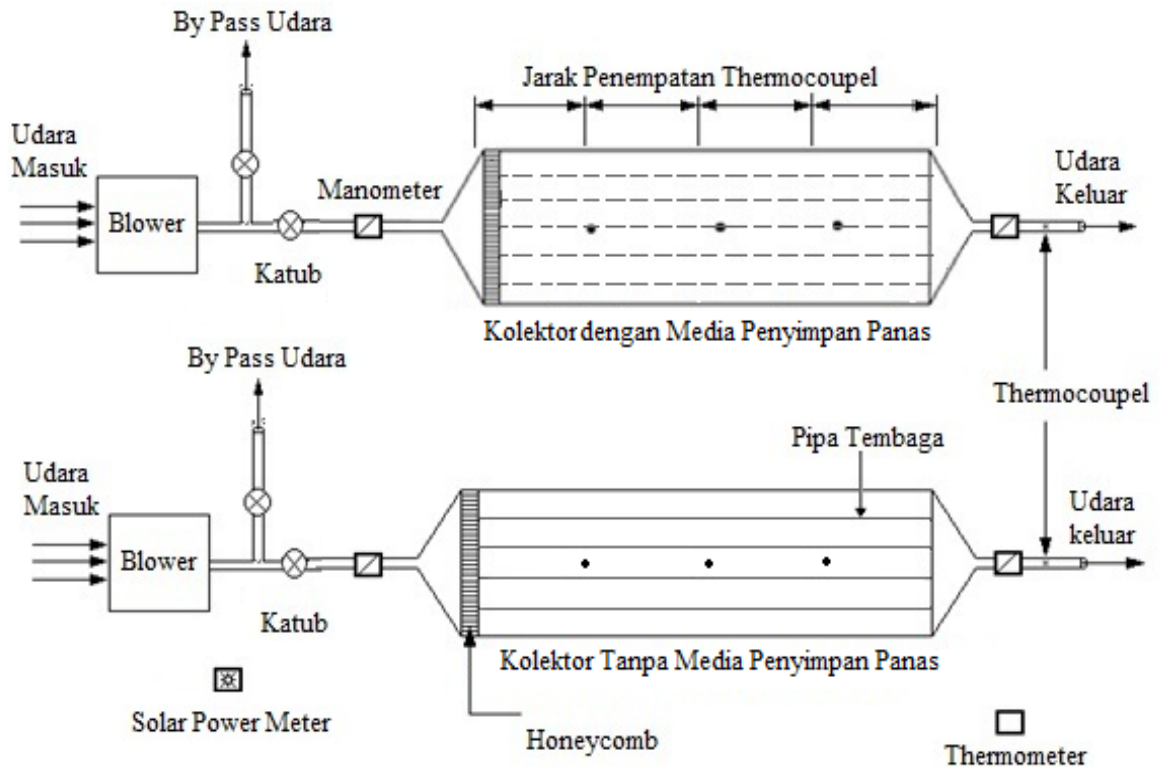
3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menguji sebuah kolektor surya pelat datar dengan menggunakan metode eksperimental dan dengan membandingkan dua rancangan yaitu kolektor surya tanpa penyimpan panas dan kolektor surya dengan penyimpan panas.



Gambar 1. Kontruksi kolektor surya pelat datar tanpa media penyimpan panas (a) dan dengan media penyimpan panas (b)



Gambar 2. Rancangan pengujian pengambilan data

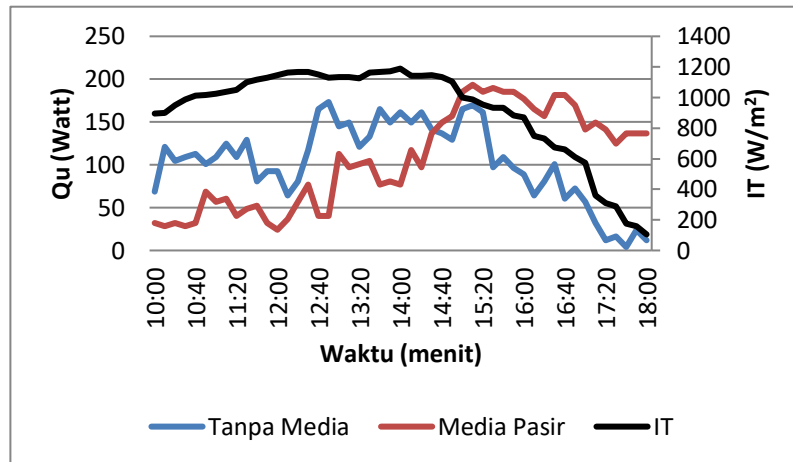
3.2 Prosedur Pengujian

Prosedur yang dilakukan selama pengujian adalah :

1. Pengujian dilakukan pada pukul 10.00 – 18.00 wita.
2. Selang waktu pengambilan data dilakukan setiap 10 menit sekali.
3. *Blower* dijalankan untuk mengalirkan udara sebagai fluida kerja kedalam kolektor.

penyimpanan panas ini menghasilkan energi berguna yang lebih tinggi, karena energi berguna berbanding lurus dengan temperatur keluaran kolektor.

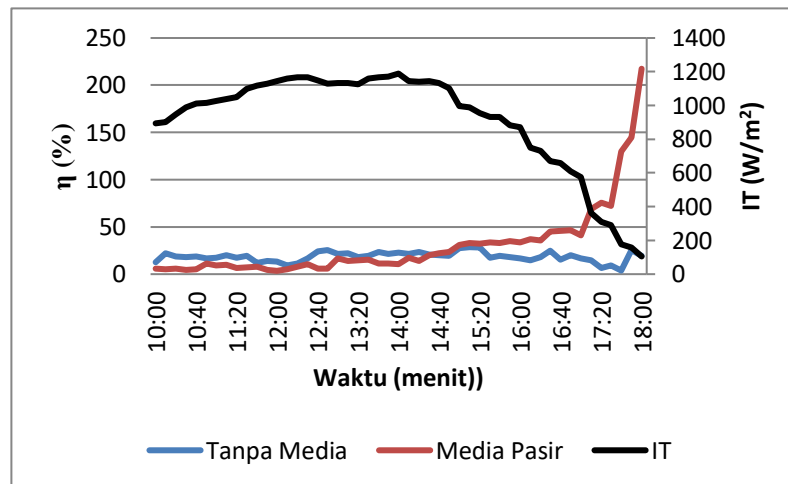
Energi berguna yang dihasilkan merupakan fungsi dari laju aliran massa kolektor, koefisien panas jenis udara dan temperatur keluaran kolektor. Dengan temperatur keluaran udara yang lebih tinggi, maka energi berguna yang dihasilkan juga lebih tinggi, hal ini bisa dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik Energi berguna Kolektor surya pelat datar

4.2 Efisiensi (η) Kolektor Pelat Datar

Dengan menggunakan persamaan 5 dan berdasarkan pada data pengujian yang ada maka diperoleh hasil perbandingan efisiensi kolektor surya pelat datar dengan media penyimpanan panas dan tanpa media penyimpanan panas seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik Efisiensi Kolektor surya pelat datar

Efisiensi rata-rata pada kolektor surya pelat datar dengan media penyimpanan panas pasir memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan kolektor tanpa media penyimpanan panas. Hal tersebut dikarenakan adanya pengaruh media penyimpanan panas pasir yang mampu menyimpan panas sampai intensitas radiasi matahari rendah dan ketika intensitas radiasi matahari rendah kolektor tidak mampu lagi untuk menyerap panas yang diradiasikan oleh

matahari, sehingga panas yang disimpan oleh pasir mampu digunakan untuk memanaskan udara sampai intensitas radiasi matahari rendah.

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan perhitungan yang telah diperoleh, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut, dengan penambahan media penyimpan panas pasir akan mampu memanaskan fluida kerja walaupun intensitas radiasi matahari rendah, sehingga ketika intensitas radiasi matahari rendah temperatur udara keluar kolektor tetap tinggi. Karena temperatur udara keluaran kolektor tinggi maka energi berguna dan efisiensi yang dihasilkan ketika intensitas radiasi matahari rendah juga akan ikut meningkat, yaitu sebesar 28,6 % untuk kolektor surya tanpa media penyimpan panas dan 32,7 % untuk kolektor surya dengan media penyimpan panas.

DAFTAR PUSTAKA

- Anthalano, Ali, (2008)., *Studi Eksperimen Unjuk Kerja Kolektor Surya Dengan Penambahan Plat Square honeycomb*.
- Arya Warsita, I Nyoman., (2011), *Analisis Performansi Kolektor Surya Jenis Tubular dengan Menggunakan Pasir Sebagai Media Penyimpan Panas*, Skripsi Program Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Bali.
- Cengel Y. A and Boles M. A., 2006 *Thermodynamics An Engineering Approach*, 5th ed. SI Units, Mc Graw Hill, Singapore.
- Dhanu Wijaya, I Made, (2009), *Analisa Performa Kolektor Surya Pelat Datar Bersirip dengan Aliran di Atas dan di Bawah Pelat Penyerap*, Skripsi Program Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Bali.
- Duffie, J. A., and Backman, W. A., (1980), *Solar Enggining of Thermal Processes*, 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Gowasmi and Kreith, (1982) *An Introduction to Solar Energy and Engineers*.
- Jansen, Ted J. alih bahasa oleh Prof. Wiranto Arismunandar, (1995), *Teknologi Rekayasa Surya*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Kreith, Frank., (1986), *Prinsip-prinsip Perpindahan Panas*, Erlangga, Jakarta.