

Pengaruh Desain Kolektor terhadap Kinerja Alat Pemanas Air Energi Surya

Djoko Wahyudi dan M. Fathuddin Noor

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Panca Marga
Jl. Yos Sudarso 107 Pabean Dringu Probolinggo 67271
E-mail: mfathuddinnoor@yahoo.co.id

ABSTRAK

Solar Water Heater (alat pemanas air energi surya) merupakan sistem pemanfaatan energi surya berupa panas yang diserap kolektor. Kalor yang dihasilkan berpotensi untuk memanaskan air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja alat berupa kenaikan temperatur dan temperatur maksimum yang keluar dari kolektor dan laju penyerapan kalor yang dihasilkan sistem *Solar Water Heater*. Model *Solar Water Heater* memanfaatkan kalor dari energi surya yang diserap kolektor untuk memanaskan air. Dari hasil penelitian model *Solar Water Heater* didapatkan kenaikan temperatur maksimum sebesar 29,50 °C dan temperatur air keluar kolektor maksimum 57,50 °C untuk debit air 5 liter/menit. Temperatur rata-rata tertinggi di dalam tangki sebesar 46,00 °C dicapai untuk sistem *Solar Water Heater* dengan debit air kolektor 15 liter/menit.

Kata kunci: Alat Pemanas Air, Energi Surya, Kolektor, Temperatur.

ABSTRACT

Solar Water Heater is the system utilization of solar energy in the form of heat absorbed collectors. The heat generated is potentially to heat water. This research aims to find out the performance tools in the form of an increase in temperature and the maximum temperature that comes out of the collector and the rate of absorption of heat generated by the Solar Water Heater system. Model Solar Water Heater utilizing heat from solar energy absorbed the collector to heat the water. From the results of the research model of Solar Water Heater temperature increases the maximum amount available 29,50 °C and temperature water out the maximum collector for water discharge 57,50 °C 5 litres/minute. The highest average temperature in the tank of 46,00 °C achieved to a Solar Water Heater system with 15 litres of water discharge collector/minute.

Key words: Water Heater, Solar Energy, Collector, Temperature.

PENDAHULUAN

Sebagai negara tropis, Indonesia mempunyai potensi energi surya dengan radiasi harian matahari rata-rata 4,8 kWh/m, sehingga energi tersebut dapat kita manfaatkan untuk sumber energi, misalnya pada alat pemanas.

Salah satu cara untuk memperoleh alat pemanas yang mampu bekerja dengan baik sesuai dengan yang diharapkan adalah dengan menggunakan alat pemanas energi matahari yang mendapatkan panas dari radiasi yang dipancarkan oleh matahari sepanjang waktu. Penggunaan alat

pemanas energi matahari ini jelas akan lebih hemat dan bersih karena sinar matahari tersedia melimpah dan bebas polusi.

Penelitian Dennis [2], menunjukkan bahwa untuk memanaskan air pada tangki penyimpan dengan kapasitas 300 liter dibutuhkan kolektor seluas 3,8 m². Temperatur air panas yang dihasilkan rata-rata mencapai 55 – 60 °C. Total energi sebanyak 3900 kWh berupa air panas dapat dihasilkan tiap tahunnya dan diperoleh penghematan energi sebesar 30%.

Dengan mengambil keuntungan dari fenomena ini dan keinginan untuk mengembangkan agar lebih mudah diterima pada penerapan desain yang sesungguhnya, penulis telah melakukan penelitian dengan membuat suatu eksperimen tentang pemanas air energi surya dengan menggunakan sistem sirkulasi terbuka.

Ketika ada sinar matahari, energi yang berasal dari radiasi sinar matahari ini mengenai bagian kolektor pemanas. Bagian kolektor terdiri dari plat penyerap yang terbuat dari logam pelat, kaca penahan radiasi kembali dan dinding. Bagian penyerap berfungsi untuk menyerap sinar matahari sehingga temperturnya akan meningkat yang selanjutnya digunakan untuk memanaskan fluida, sedangkan kaca penahan radiasi kembali digunakan untuk menahan radiasi yang terpantul oleh bagian penyerap dan dinding, sehingga effisiensinya bisa tinggi. Selanjutnya fluida yang terpanaskan ini akan disirkulasikan sehingga akan bergerak menuju tangki penampung. Air panas yang dapat digunakan/dimanfaatkan adalah yang berasal dari tangki penampung ini. Adapun hubungan antara besarnya energi matahari yang digunakan untuk memanaskan udara adalah sebagai berikut :

$$LA = m.Cp.(T_2-T_1) \quad (1)$$

Dengan:

I = Intensitas radiasi (Watt/m²)

A = Luasan normal (m²)

m = Laju aliran masa (kg/s)

Cp = Panas jenis (J/kg.°C)

$T_{1,2}$ = Temperatur awal dan akhir (°C)

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan aliran fluida terhadap peningkatan temperatur sebagai salah satu indikator kinerja pada alat pemanas air energi surya.

METODE

Eksperimen yang dilakukan peneliti dibuat dengan beberapa asumsi dan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Eksperimen dilakukan dengan membuat sistem pemanas air energi surya tipe *open-loop active system* yaitu sirkulasi terbuka dan fluida digerakkan oleh pompa.

2. Sistem perpipaan menggunakan pipa logam berbahan dasar besi dengan diameter ½ inch.
3. Kolektor yang digunakan adalah jenis kolektor pelat datar (*flat-plate collector*).
4. Penilaian terhadap kinerja alat pemanas diambil berdasarkan temperatur yang diperoleh.

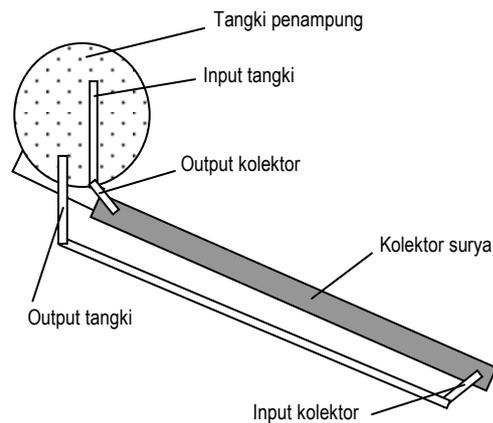
Metode penelitian yang digunakan adalah pengujian secara eksperimental terhadap kinerja rancangan alat pemanas. Penelitian ditekankan pada perancangan alat pemanas dan prestasi kerja yang dimiliki.

Alat dan bahan yang digunakan:

1. Kolektor.

- Absorber : plat datar lapis cat
 - Rangka : besi siku 5 cm, dilas
 - Cover : kaca 5 mm
 - Isolator : styrofoam, karet
 - Pipa : besi, diameter ½ inch
- Dimensi panjang, lebar, dan tinggi berurutan adalah 180, 90 dan 10 cm.

2. Tangki penampung dari bahan plastik berpenyekat isolator *styrofoam* dengan kapasitas 50 liter sebanyak 3 unit.
3. Pompa air listrik, 3 unit
4. Instalasi pipa.
5. Penyekat panas / isolator.
6. Termometer digital.
7. Gelas ukur.
8. Timer.



Gambar 1. Instalasi Solar Water Heater dengan Kolektor

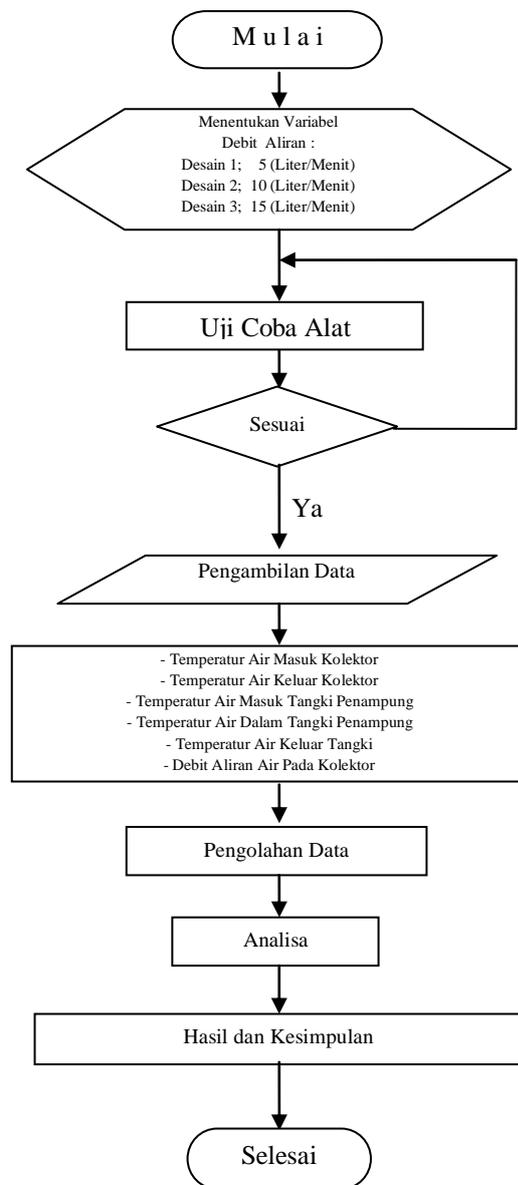
Pelaksanaan pengujian akan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menyiapkan perangkat termometer dengan menempatkan sensor temperatur pada posisi yang sudah ditentukan.
2. Menghidupkan pompa listrik untuk mensirkulasikan aliran fluida.
3. Mengukur kecepatan aliran fluida pada kolektor dengan cara menghitung volume air panas yang dihasilkan dibagi dengan waktu kemudian hasilnya dikonversikan ke kecepatan.
4. Mencatat data temperatur tiap 30 menit.
5. Mengulangi langkah 1 sampai 4 untuk tiap-tiap unit kolektor.

Data-data yang diambil adalah:

- 1) Waktu pengambilan data : tanggal, jam dan menit (t).
- 2) Kecepatan aliran air pada kolektor (V).
- 3) Temperatur air masuk kolektor (T_{in}).
- 4) Temperatur air keluar kolektor (T_{out}).
- 5) Temperatur air masuk tangki penampung (T_s).
- 6) Temperatur air dalam tangki penampung (T_t).
- 7) Temperatur keluar tangki (T_h).

Pengambilan data dilakukan pada waktu langit cerah.

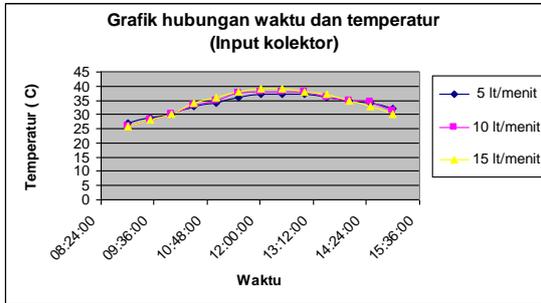


Gambar 2. Diagram Alir Pengambilan Data

HASIL dan PEMBAHASAN

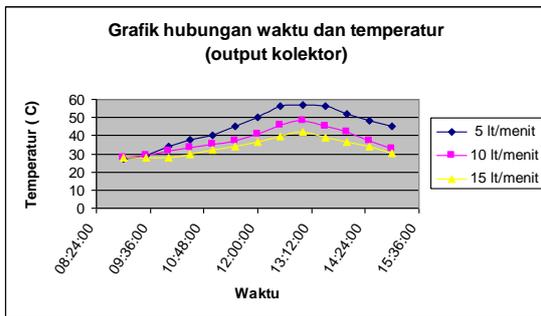
Identifikasi terhadap temperatur maksimum dan rata-rata diperlukan untuk mengetahui karakteristik temperatur kolektor surya.

Data yang diperoleh dari semua kolektor diolah dan ditampilkan pada grafik berikut:



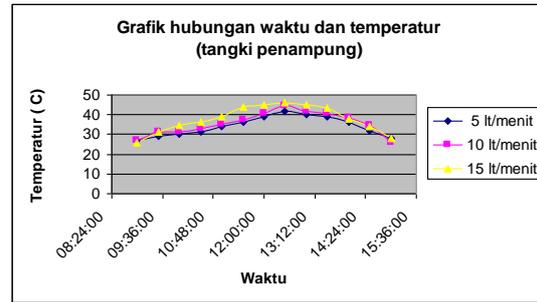
Gambar 3. Grafik Hubungan Waktu dan Temperatur pada Input Kolektor

Dari grafik Gambar. 3 diatas menunjukkan tidak adanya perbedaan temperatur yang signifikan pada ketiga desain debit aliran. Artinya temperatur yang keluar dari tangki juga relatif sama. Temperatur terendah berkisar antara 26 °C sampai 27 °C.



Gambar 4. Grafik Hubungan Waktu dan Temperatur pada Output Kolektor

Pada grafik Gambar. 4 terlihat bahwa temperatur output kolektor untuk ketiga perlakuan menunjukkan perbedaan. Temperatur tertinggi sebesar 57,50 °C di capai pada kolektor dengan debit aliran 5 liter/menit. Hal ini menunjukkan bahwa proses perpindahan kalor akan meningkat dengan semakin lamanya fluida melewati kolektor.



Gambar 5. Grafik Hubungan Waktu dan Temperatur pada Tangki Penampung

Dari grafik Gambar. 5 terlihat bahwa temperatur relatif lebih tinggi dihasilkan pada tangki penampung dengan debit aliran 15 liter/menit dengan temperatur tertinggi sebesar 46 °C. Hal ini menunjukkan bahwa semakin semakin besar debit aliran maka proses perpindahan kalor yang terjadi semakin besar. Tercatat sehingga jumlah energi yang diserap untuk menaikkan temperatur tangki lebih besar.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian model *Solar Water Heater* didapatkan kenaikan temperatur maksimum sebesar 29,50 °C dan temperatur air keluar kolektor maksimum 57,50 °C untuk debit air 5 liter/menit. Temperatur rata-rata tertinggi sebesar 46,00 °C dicapai untuk sistem *Solar Water Heater* dengan debit air kolektor 15 liter/menit.

Semakin besar debit aliran maka proses perpindahan kalor menjadi semakin besar karena kecepatan air pada saluran pipa dalam kolektor juga menjadi lebih tinggi.

ACKNOWLEDGMENT

Penelitian ini didanai oleh DIKTI melalui DIPA APBN-T Kopertis Wilayah 7 tahun anggaran 2011.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Anonymous, 2002. *Solar Collection Systems*. Focus Technology, Co.Ltd. Nanjing, China.
 [2] Dennis M.K., 2002. *Predictive Energy Balance for Solar Hot Water Systems*.

- Proceedings of Solar 2002 - Australian and New Zealand Solar Energy Society.
- [3] Dincer, I., 2002. *On Thermal Energy Storage Systems and Applications in Buildings*. Energy and Buildings 34 (2002) 377-388, Elsevier Science B. V.
 - [4] Duffie, John, A., 1991. *Solar Engineering of Thermal Processes*. John Willey & Sons, Singapore.
 - [5] Faïman, D., Hazan. H., Laufer, I. 2001. *Reducing The Heat Loss At Night From Solar Water Heaters Of The Integrated Collector–Storage Variety*. Solar Energy Vol. 71, No. 2, pp. 87–93, 2001. Elsevier Science Ltd.
 - [6] Incropera, Frank, P., 1996. *Fundamental of Heat and Mass Transfer*. John Willey & Sons, Singapore.
 - [7] Jensen, S.O. and Bosanac, M., 2002. *Connectable solar air collector*. Solar Energy Centre Denmark, Danish Technological Institute. ISBN 87-7756-656-4.