

PENGARUH LAJU ALIRAN AIR MENGGUNAKAN PELAT PENYERAP GANDA DAN KONVENSIONAL TERHADAP KINERJA SOLAR WATER HEATER

Mustafa¹⁾, Nova R. Ismail²⁾

ABSTRAK

Kolektor merupakan elemen penting pada sistem *solar heater*. Berbagai sistem diibandingkan dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi penyerapan panas pada *solar water heater*. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh laju aliran air menggunakan pelat penyerap ganda dan konvensional terhadap kinerja *solar water heater*.

Metode penelitian ini dilakukan secara eksperimen, yaitu membandingkan laju aliran menggunakan pelat ganda dan konvensional. Penelitian dilakukan langsung dibawah sinar matahari.

Penelitian menghasilkan; laju aliran menggunakan pelat penyerap ganda diperoleh efisiensi penyerapan panas lebih tinggi dibandingkan pelat penyerap konvensional.

Kata kunci: *solar heater*, pelat penyerap ganda, pelat penyerap konvensional, laju aliran.

PENDAHULUAN

Pada daerah pegunungan dan lembah mempunyai temperatur udara lingkungan yang lebih rendah dibandingkan daerah pantai. Pada temperatur lingkungan yang rendah masyarakat membutuhkan air hangat untuk mandi.

Pada kolektor tenaga surya salah satu parameter yang penting adalah efisiensi sirip. Pada *solar heater* dengan kolektor konvensional konstruksinya menggunakan pipa dan pelat penyerap, pelat penyerap berfungsi untuk menyerap panas dan memindahkan panas secara konduksi ke pipa-pipa yang tersambung pada pelat penyerap. Pada kolektor konvensional temperatur maksimal terjadi ditengah-tengah antara dua buah pipa yang gradien temperaturnya sama dengan nol, kemudian menurun sampai pada sambungan pipa dengan pelat penyerap.

Pada kolektor pelat ganda konstruksinya menggunakan dua buah pelat yaitu pelat penyerap dan pelat penyimpan, dan diantara kedua pelat tersebut terdapat fluida kerja. Panas dari pelat penyerap dikonduksikan langsung ke permukaan fluida kerja tanpa ada hambatan, sehingga memberikan proses penyerapan panas yang maksimal, selain itu panas tersebut disimpan pada pelat penyimpan yang berfungsi juga sebagai isolator, sehingga kerugian penyerapan panas menjadi kecil. Kondisi demikian dapat dianggap bahwa harga efisiensi sirip sama dengan satu. Hal tersebut menunjukkan bahwa faktor pelepasan panas (F_R) ke fluida kerja untuk kolektor pelat ganda lebih besar dari kolektor konvensional dan temperatur kolektor pelat ganda lebih merata dibandingkan dengan kolektor konvensional. Dengan kondisi demikian, maka perlu dilakukan penelitian untuk meningkatkan kinerja *solar water heater* konvensional yang menggunakan sistem perpipaan dikonstruksi ulang menggunakan *solar water heater* pelat ganda, lebih spesifik untuk meningkatkan efisiensi penyerapan panas.

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh laju aliran air menggunakan pelat penyerap ganda dan konvensional terhadap kinerja *solar water heater*.

Penelitian Terdahulu

Penelitian *solar water heater* dan pelat penyerap telah dilakukan oleh peneliti. Beberapa diantaranya digunakan sebagai dasar untuk mendukung pelaksanaan penelitian ini.

Rahardjo (2005), menggunakan dua buah kaca penutup diperoleh efisiensi yang lebih baik dibandingkan hanya menggunakan satu kaca. Perbedaan suhu antara air keluar kolektor dan yang masuk ke kolektor dengan 2 lapis kaca penutup bisa lebih tinggi hingga sekitar 17°C dibandingkan kolektor dengan sebuah kaca penutup.

Nova R.I dan Toni D.P. (2005), Kecepatan aliran air pada *solar heater*, semakin cepat aliran, maka air hangat yang dihasilkan memiliki temperatur semakin rendah, dan Pada pemanas air tenaga surya tipe kolektor plat datar dengan kemiringan sudut kolektor 0° menghasilkan temperatur air yang paling optimum yaitu dengan temperatur rata-rata 59.375°C dan suhu maksimum sebesar 71°C.

Bhide et al. (1982), memperkenalkan metode yang sederhana untuk membandingkan *performance thermal* dimana kolektor pelat datar dilapisi dengan suatu lapisan yang diketahui nilai daya serap dan daya pantul sinar matahari. Ini adalah cara yang sederhana untuk mendapatkan nilai α dan ϵ yang tepat untuk pemilihan permukaan kolektor tertentu. Metode ini menunjukkan adanya batasan pada perbandingan lapisan dalam memilih nilai α dan ϵ serta akan memberikan keuntungan energi total yang digunakan pada pemilihan lapisan yang baik.

Rahmad (2001), melakukan penelitian mengenai plat penyerap untuk destilasi air laut. Dari beberapa bahan uji dalam penelitian ini, didapat bahan tembaga yang dilapisi dengan cat hitam jenis *doff* memiliki

koefisien penyerapan panas yang baik, yaitu 0,82., Dan dengan penambahan batu kerikil diatasnya diatas pelat penyerap, hasil pengujian menunjukan pelat penyerap dengan penambahan batu kerikil diatasnya mempunyai efisiensi yang baik.

Farid dan Ismail (2006), meneliti jumlah kaca penutup dan kapasitas aliran air pada *solar heater* sederhana menggunakan pelat penyerap tunggal, menghasilkan dengan menggunakan kaca penutup tiga lapis dan kapasitas air sedikit mempunyai kinerja *solar heater* sederhana lebih tinggi dibandingkan kaca penutup dua lapis, satu lapis dan kapasitas air yang lebih besar.

Ismail (2007), meneliti laju aliran air pada *solar heater* sederhana menggunakan pelat penyerap tunggal, menghasilkan semakin cepat laju aliran air menghasilkan kinerja *solar heater* lebih rendah, begitu pula sebaliknya.

Sambada (2004), Sirkulasi air dari kolektor ketangki pada pemanas air surya termosifon terjadi secara alami, karena perbedaan masa jenis air dikolektor dengan air didalam tangki sehingga tidak memerlukan pompa, tetapi unjuk kerjanya dapat lebih baik dari sistim pemanas air surya yang menggunakan pompa. Penelitian menggunakan simulasi grafik f yang biasa dipakai untuk memperkirakan unjuk kerja sistim pemanas air sirkulasi paksa dengan pompa. Hasil simulasi memperlihatkan jumlah dan luas kolektor, jumlah penggunaan air panas harian dan volume air dalam tangki penyimpanan mempengaruhi besar fraksi surya sistim pemanas air termosifon.

Kristanto dan San (2001), Parameter-parameter yang berpengaruh terhadap unjuk kerja kolektor diantaranya adalah ketebalan pelat penyerap dan jarak antar pipa-pipa kolektor yang disebut efisiensi sirip kolektor. Hasil penelitian menunjukkan semakin tebal pelat penyerap dan semakin kecil jarak antar pipa-pipa kolektor, efisiensi sirip dari kolektor semakin optimum.

Anggraini (2001), Penelitian ini untuk mengetahui pengaruh jarak kaca kepelat terhadap temperatur pelat yang menyatakan besar panas yang diterima. Kaca yang digunakan untuk penelitian adalah kaca bening dan kaca es dengan ketebalan masing-masing 3mm dan 5mm. Penelitian menghasilkan temperatur pelat tertinggi menggunakan kaca bening 3mm dengan jarak kaca ke pelat 20mm.

Efisiensi Pengumpul Kolektor Plat Datar

Efisiensi panel pengumpul adalah perbandingan antara laju panas yang berguna (Q_u) yang dipindahkan ke fluida dibagi radiasi matahari pada plat penutup. Efisiensi dapat ditunjukkan pada persamaan sebagai berikut:

$$\eta_i = \frac{Q_u}{A_c G_i} \dots\dots (Duffie, 1980, 252)$$

Dari persamaan diatas dapat juga menggunakan persamaan efisiensi kolektor dibawah ini:

$$\eta_i = \frac{\dot{m} C_p (T_{out} - T_m)}{G_i A_c} \dots (Duffie, 1980, 252)$$

Keterangan:

Q_u = Energi yang diserap kolektor, (W/m^2)

A_c = Luasan kolektor, (m^2)

G_i = Intensitas rad. matahari total (W/m^2)

T_i = Temperatur air masuk ($^{\circ}C$)

T_{out} = Temperatur air keluar ($^{\circ}C$)

METODE PENELITIAN

Pengukuran Peubah

Variabel Bebas : Laju aliran air.

Variabel Terikat : Temp. kaca penutup (T_k),

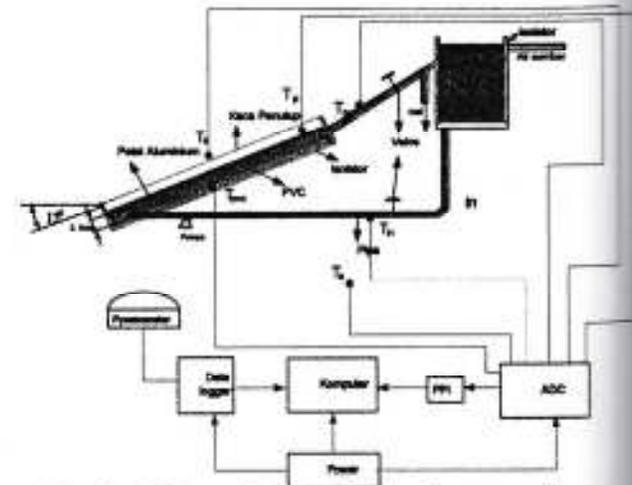
Temp. air masuk (T_m), Temp. air keluar (T_{out}),

Temp. lingkungan (T_a), Temp. pelat penyerap (T_p),

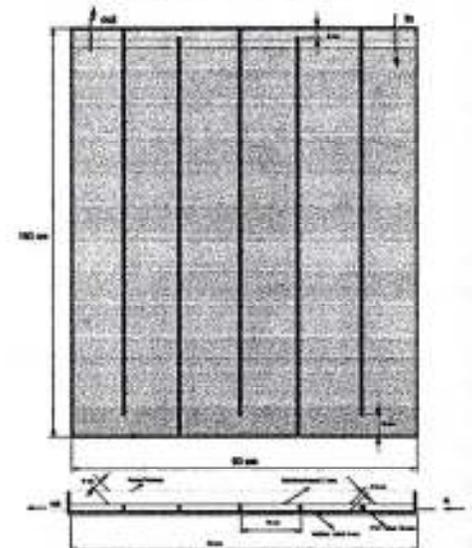
Temp. pelat penyimpan (T_s), dan Radiasi matahari

(G_i).

Peralatan Penelitian



Gambar 1 Skema alat percobaan solar water heater (tampak samping)



Gambar 2 Skema alat percobaan pelat penyerap dan alur zig-zag (tampak atas)

Prosedur pengujian

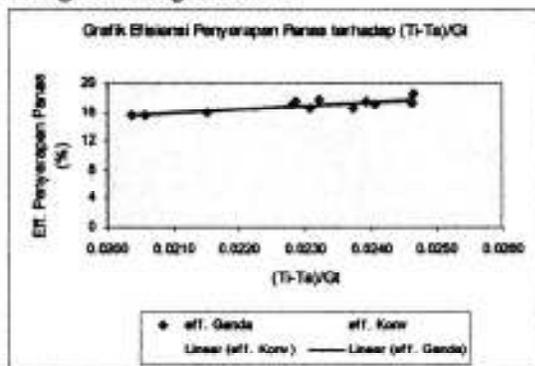
Pengamatan dilakukan mulai jam 08.00 WIB sampai 17.00 WIB untuk pengujian pertama dan 11.00 WIB sampai 13.00 WIB untuk pengujian kedua, dan langsung berada dibawah sinar matahari dengan durasi pencatatan data dilakukan setiap 10 menit. Lokasi pengujian di Laboratorium Tenaga Surya dan Energi Alternatif Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.

Prosedur pengujian dengan membandingkan laju aliran air terhadap efisiensi penyerapan panas pada *solar water heater* pelat penyerap ganda dan konvensional.

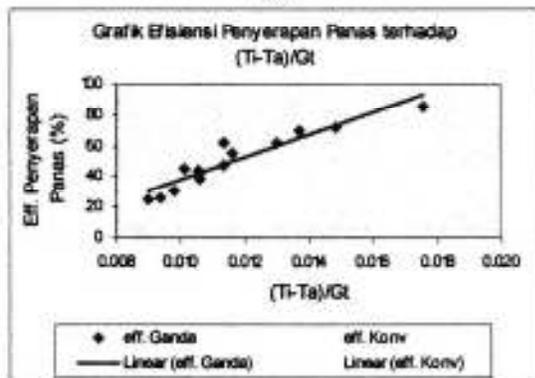
HASIL DAN PEMBAHASAN

Efisiensi penyerapan panas pada pengujian variasi laju aliran menggunakan pelat penyerap ganda dan konvensional.

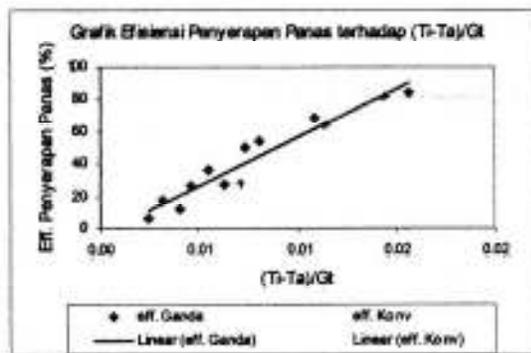
Dari data dan hasil perhitungan kemudian dapat dibuat grafik sebagai berikut:



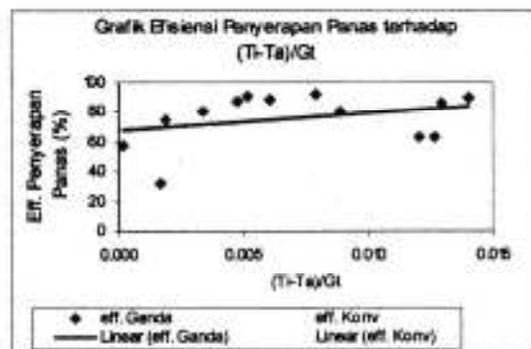
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4. Grafik efisiensi penyerapan panas (a) laju aliran 0.01 liter/dt, (b) laju aliran 0.03 liter/dt, (c) laju aliran 0.05 liter/dt, (d) laju aliran 0.07 liter/dt.

Dari grafik diatas dapat dilihat efisiensi penyerapan panas pada *solar heater* pelat ganda mempunyai trend yang sama dengan *solar heater* konvensional, namun *solar heater* pelat ganda selalu lebih besar nilai efisiensi penyerapan panas dibandingkan *solar heater* konvensional. Nilai efisiensi penyerapan panas rata-rata pada *solar heater* pelat ganda hari pertama sebesar 16.97 %, hari kedua sebesar 50.82 %, hari ketiga sebesar 42.60 % dan hari keempat sebesar 75.87 %. sedangkan nilai efisiensi penyerapan panas rata-rata pada *solar heater* konvensional hari pertama sebesar 9.32 %, hari kedua sebesar 27.05 %, hari ketiga sebesar 50.17 % dan hari keempat sebesar 59.60 %.

Dari grafik diatas dapat dilihat efisiensi penyerapan panas pada *solar heater* pelat ganda lebih tinggi dibandingkan dengan efisiensi penyerapan panas pada *solar heater* konvensional. Tingginya efisiensi penyerapan panas pada *solar heater* pelat ganda disebabkan oleh disain peralatan yang membuat kontak langsung antara air dengan pelat penyerap, selain itu lintasan aliran yang berbentuk Zig-zag dapat memperpanjang lintasan dan memperpanjang waktu air untuk penyerapan panas dari pelat penyerap, sehingga penyerapan panasnya dapat maksimal. Sedangkan pada *solar heater* konvensional diasinnya, air berada didalam pipa dan pipa berhubungan langsung dengan pelat

penyerap, sehingga penyerapan panas oleh air melalui pipa, dan pipa menyerap panas dari pelat penyerap.

Pembahasan

Efisiensi penyerapan panas *solar heater* pelat penyerap ganda lebih tinggi dibandingkan dengan *solar heater* pelat penyerap konvensional pada pengujian variasi laju aliran, kondisi demikian disebabkan oleh:

- a. Penyerapan panas pada *solar heater* pelat penyerap ganda terjadi secara langsung dan tanpa penghalang, sedangkan pada *solar heater* pelat penyerap konvensional air menyerap panas dari pipa dan pipa menyerap panas dari pelat penyerap.
- b. Bentuk lintasan pada *solar heater* pelat penyerap ganda berbentuk zig-zag yang menyebabkan air mempunyai kesempatan dan waktu lebih besar untuk menyerap panas, sedangkan pada *solar heater* pelat penyerap konvensional bentuk alirannya lurus mengikuti alur pipa, sehingga mempunyai kesempatan dan waktu yang lebih kecil untuk melakukan penyerapan panas.
- c. Pada *solar heater* pelat penyerap ganda dilengkapi dengan pelat penyimpanan yang berfungsi untuk menyimpan panas dan isolator, sehingga air/fluida kerja dapat menyerap panas dari pelat penyerap dan pelat penyimpanan secara langsung dan tanpa penghalang, selain itu karena fungsinya menyimpan panas, sehingga ketika intensitas radiasi matahari mulai menurun, temperatur fluida kerja mengalami penurunan yang lebih lambat dibandingkan dengan *solar heater* pelat penyerap konvensional yang tidak dilengkapi dengan pelat penyimpanan.
- d. Laju aliran semakin besar menyebabkan waktu dari fluida kerja untuk menyerap panas lebih sedikit, sehingga akan nampak perbedaan kinerja dari kedua *solar heater*. Dan efisiensi penyerapan panas yang diperoleh pada *solar heater* pelat penyerap ganda lebih tinggi dibandingkan dengan *solar heater* pelat penyerap konvensional.

Keuntungan Solar Heater Pelat Ganda Dibandingkan Solar Heater Konvensional

Dari hasil penelitian yang dilakukan, menggunakan *solar heater* pelat ganda mempunyai keuntungan sebagai berikut:

1. Fluida kerja dapat langsung bersinggungan dengan pelat penyerap dan pelat penyimpanan, sehingga penyerapan panas oleh fluida kerja dapat langsung dilakukan tanpa adanya penghalang.
2. Pada waktu sore hari ketika intensitas matahari menurun pelat penyimpanan mengeluarkan panasnya yang digunakan dan diserap oleh fluida kerja, sehingga penurunan temperatur pada fluida kerja lebih lambat.
3. Efisiensi penyerapan panas menggunakan *solar heater* pelat ganda lebih tinggi dibandingkan dengan efisiensi penyerapan panas menggunakan *solar heater* konvensional.

4. Secara ekonomis, *solar heater* pelat ganda konstruksinya lebih sederhana, namun perlu dipertimbangkan adanya kebocoran pada sambungan pelat penyerap, dinding dan pelat penyimpanan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa efisiensi penyerapan panas pada *solar heater* pelat ganda lebih tinggi dibandingkan efisiensi penyerapan panas *solar heater* konvensional pada pengujian variasi laju aliran.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggaraini E. H. (2001), Pengaruh Jarak Kaca Ke Pelat Terhadap Panas yang diterima Suatu Kolektor Surya Pelat Datar, Jurnal Teknik Mesin, Universitas Kristen Petra.
- Bhide V. G. et. al, (1982), *Choice of selective coating for flat collector. solar energy*, Vol. 29, No.6, pp. 463-465.
- Duffie J.A. dan Beckman W.A. (1980), *Solar Engineering Of Thermal Processes*. New York : John Wiley & Sons.
- Farid A. (2006), Pengaruh jumlah kaca penutup dan volume air terhadap kinerja *solar heater* sederhana, PHK-A2. Teknik Mesin. Universitas Widyagama Malang.
- Ismail N.R (2005), Kecepatan aliran air pada *solar heater*, LPPM. Universitas Widyagama Malang.
- Ismail N.R (2007), Pengaruh jenis pelat penyerap dan laju aliran terhadap kinerja *solar heater* sederhana, PHK-A2. Teknik Mesin. Universitas Widyagama Malang.
- Kreider. F. Jan and Kreith F. "*Solar Heating And Cooling Active And Passive Desing*". New York : McGraw-Hill.
- PT. Bernadi Utama, Bekasi, (2004), *Untung Rugi Memakai Pemanas Air Tenaga Surya*, Republika.
- Rahardjo T. dan Ekadewi A.H., "*Unjuk Kerja Pemanas Air Jenis Kolektor Surya Plat Datar dengan Satu dan Dua Kaca Penutup*", Jurusan Teknik Mesin - Universitas Kristen Petra
- Sambada R.FA (2004), "*Fraksi Surya Pemanas Air Surya Termosifon*", Prosiding, Seminar Nasional, Pengembangan Riset dan Teknologi dibidang industri. Jurusan Teknik Mesin - Universitas Sanata Dharma Yogyakarta
- Kristanto P, dan San Y.K., (2001), *Pengaruh Tebal Pelat Dan Jarak Antar Pipa Terhadap*

**Performansi Kolektor Surya Pelat Datar, Jurnal
Teknik Mesin, Universitas Kristen Petra.**

Subarkah Rahmad, 2001, "Penelitian Absorber Solar
Still Untuk Distilasi Air Laut", *Skripsi*, Malang:
Jurusan Teknik Mesin FT Unibraw Malang