

# RANCANG BANGUN PEMANAS AIR TENAGA SURYA MENGGUNAKAN ABSORBER ASPHALT COATING DAN CERMIN CONCENTRATOR

Musrady Mulyadi, Sri Suwasti, Abd Rahman<sup>1)</sup>

**Abstrak:** Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan alat pemanas air tenaga matahari dengan plat absorber dan cermin konsentrator yang bertujuan sebagai pusat penyerapan dan konsentrasi panas matahari, sehingga mampu menaikkan temperatur keluaran kolektor dan efisiensi sistem. Dengan penambahan plat absorber yang berbentuk cembung dan cermin konsentrator dapat meningkatkan kinerja dari kolektor. Bagian tangki dilapisi dengan isolator yang berbahan stereofom dengan ketebalan 3 cm dapat menjaga temperatur air didalam tangki tetap panas. Jumlah pipa tembaga dalam kolektor yaitu sebanyak 8 buah dengan masing-masing diameter ½ inch. Luas bidang penyerapan kolektor surya yaitu sebesar 1,44 m<sup>2</sup> dengan kapasitas tangki 46,8 liter. Aspal sebagai salah satu bahan penyerap panas matahari diletakkan dibawah plat absorber dengan ketebalan ≈ 1 cm. Dimensi dari cermin konsentrator masing-masing 1,9 m x 0,5 m yang diletakkan dengan kemiringan 60°. Kenaikan temperatur output kolektor, sangat dipengaruhi oleh nilai intensitas radiasi matahari yang mengenai luasan kolektor, dimana nilai temperatur output kolektor mencapai nilai maksimum. Besar efisiensi rata-rata perhari yang diperoleh adalah sebesar, pengujian tanpa penambahan lapisan aspal sebesar 7,035%, pengujian tanpa penambahan lapisan aspal sebesar 8,15%.

**Kata Kunci:** plat absorber, kolektor surya, penyerap panas.

## I. PENDAHULUAN

Salah satu teknologi termal surya yang secara komersial telah tersebar luas adalah sistem Pemanas Air Tenaga Surya (*Solar Water Heater*) disingkat PATS jenis skala rumah tangga (*domestic type Solar Water Heater*). Pasar PATS di Indonesia masih sangat rendah dibandingkan dengan di RRC. Di negara tersebut, 10 juta m<sup>2</sup> kolektor surya telah terpasang dan penjualan tahunan mencapai 3 juta m<sup>2</sup> atau tiga kali dari yang terjual di Eropa (Lex Bosselaar, 2001). Radiasi surya memiliki intensitas yang relatif rendah sehingga untuk memperbesar proses penyerapannya diperlukan kolektor dengan luas permukaan yang besar dan kolektor ini menjadi komponen utama PATS. Kolektor ini selanjutnya mengkonversikan radiasi surya menjadi energi panas yang terkandung di dalam fluida kerja. Untuk keperluan produksi air panas pada sistem PATS, besarnya energi berguna sangat menentukan. Ternyata energi berguna optimum dapat dihasilkan oleh kolektor dengan jumlah pipa-pemanas sebanyak 6 pipa dan 8 pipa. (Lex Bosselaar, 2001).

Berdasarkan data penyinaran matahari yang dihimpun dari 18 lokasi di Indonesia, radiasi surya di Indonesia dapat diklasifikasikan berturut-turut sebagai berikut: untuk kawasan barat dan timur Indonesia dengan distribusi penyinaran di Kawasan Barat Indonesia (KBI) sekitar 4,5 kWh/m<sup>2</sup>.hari dengan variasi bulanan sekitar 10%; dan di Kawasan Timur Indonesia (KTI) sekitar 5,1 kWh/m<sup>2</sup>.hari dengan variasi bulanan sekitar 9%. Dengan demikian, potensi radiasi matahari rata-rata Indonesia sekitar 4,8 kWh/m<sup>2</sup>.hari dengan variasi bulanan sekitar 9% (Niko

---

<sup>1)</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

Aris Sudiyanto. 2011) *Solar collector* adalah alat pemanas air yang menggunakan tenaga surya sebagai sumber pemanas. *Solar collector* sendiri dibagi ke dalam tiga jenis berdasarkan temperatur kerjanya, yaitu solar collector temperatur rendah, menengah, dan tinggi. *Solar collector* temperatur rendah biasanya bertipe *unglazed flat plate collectors* (kolektor pelat datar tanpa kaca) dan memiliki temperatur kerja 50-300, yang biasa digunakan untuk kolam renang atau keperluan agrikultur. Penggunaan konsentrator dua cermin datar dapat meningkatkan fluks kalor yang diserap absorber, kolektor menggunakan cermin  $S_{rata-rata} = 556.05$  Watt, kolektor tanpa cermin  $S_{rata-rata} = 425.52$  Watt. Penggunaan konsentrator dua cermin datar dapat meningkatkan energi berguna kolektor, untuk kolektor yang menggunakan cermin  $q_{u,rata-rata} = 495.4$  Watt, kolektor tanpa cermin  $q_{u,rata-rata} = 290.4$  Watt. Penggunaan konsentrator dua cermin datar dapat meningkatkan efisiensi kolektor, 51.8 %. (Budiman Sudia., 2010). Efisiensi akan menurun jika banyak kalor yang hilang ke lingkungan baik secara konveksi, radiasi maupun konduksi. Perpindahan kalor dari permukaan absorber ke permukaan kaca bagian dalam terjadi secara konveksi alami dan pada permukaan luar kaca ke lingkungan terjadi secara konveksi paksa. Sedangkan perpindahan kalor melalui permukaan bawah kaca ke permukaan atas kaca terjadi secara konduksi. Sehingga kerugian kalor pada bagian atas kolektor hanya terjadi secara konveksi dan konduksi. Pada kondisi celah yang sempit, kerugian kalor lebih didominasi konduksi daripada konveksi. Hal ini terjadi karena molekul udara tidak dapat berpindah dengan leluasa sehingga perilaku udara pada celah tersebut menyerupai benda padat. Dengan demikian, semakin sempit celah atau jarak absorber ke kaca penutup, semakin besar pula kerugian konduksinya karena laju konduksi berbanding terbalik dengan lebar celah. Sedangkan pada kondisi celah yang lebar, kerugian kalor lebih didominasi konveksi alami yang ditunjukkan dengan bilangan Rayleigh. Bilangan ini berbanding lurus dengan lebar celah. Sehingga, semakin besar celah atau jarak absorber ke kaca penutup semakin besar pula kerugian kalornya. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil absorber masih rendah akibat daya serap material plat dan tidak ada pelapisan pada bagian pipa tembaga dan plat absorber sehingga panas yang diterima pada ruang kolektor tidak dapat bertahan lebih lama, sedangkan pada sisi permukaan bawah terjadi kerugian panas akibat tidak adanya tambahan pemanasan. Untuk mengatasi hal tersebut maka sangat perlu adanya material pelapisan pada pipa tembaga dan plat absorber untuk memberikan efek daya serap panas yang tinggi dan memungkinkan untuk mempertahankan temperatur pada ruang kolektor sedangkan untuk mengurangi kerugian panas pada sisi permukaan bawah kolektor perlu adanya cermin konsentrator untuk memanaskan plat absorber dan pipa tembaga.

Menurut Yanuar Rizal Eka SB, (2005), "Dengan penambahan pelat honeycomb di antara pelat absorber dan kaca penutup, mengakibatkan koefisien kehilangan panas semakin kecil, temperatur absorber naik, dan temperatur kaca penutup turun. Selain itu energi berguna dan efisiensi pada kolektor surya dengan plat honeycomb lebih besar dari pada kolektor surya tanpa plat honeycomb."

Menurut M.Burham dkk, (2006), "Desain kolektor yang optimal didapatkan pada penggunaan tebal kaca 5 mm dan jarak absorber ke kaca penutup 30 mm. Desain ini menghasilkan efisiensi rerata tertinggi sebesar 79,6% dan mampu mereduksi penggunaan bahan bakar minyak sebesar 52,32%. Modifikasi tebal kaca penutup dan jarak absorber ke kaca penutup berpengaruh terhadap efisiensi kolektor. Penggunaan kaca yang terlalu tipis atau terlalu tebal akan

menurunkan efisiensi kolektor. Demikian pula jika jarak absorber ke kaca penutup terlalu sempit atau terlalu lebar justru akan menurunkan efisiensi kolektor”.

Menurut Budiman Sudia (2010), penggunaan konsentrator dua cermin datar akan meningkatkan energi berguna kolektor. Untuk kolektor yang menggunakan cermin energi berguna rata-rata = 507.8 Watt sedangkan kolektor tanpa cermin energi berguna rata-rata = 351.8 Watt.

Menurut Yanuar Rizal Eka SB, (2005), ”Dengan penambahan pelat honeycomb di antara pelat absorber dan kaca penutup, mengakibatkan koefisien kehilangan panas semakin kecil, temperatur absorber naik, dan temperatur kaca penutup turun. Selain itu energi berguna dan efisiensi pada kolektor surya dengan plat honeycomb lebih besar dari pada kolektor surya tanpa plat honeycomb.”.

Menurut Kreith dalam Fatori Rizal dkk., (2005), ”perpindahan panas adalah perpindahan energi dari satu daerah ke daerah lain sebagai akibat dari adanya perbedaan suhu antara kedua daerah tersebut. Dan dapat juga diartikan sebagai peristiwa berpindahnya energi dari suatu benda atau material ke benda yang lain, yang disebabkan oleh adanya perbedaan suhu diantara kedua benda atau material tersebut”.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan alat pemanas air tenaga matahari dengan daya serap panas tinggi pada plat absorber dan pipa tembaga yang tidak membutuhkan energi listrik, sehingga dapat digunakan di puskesmas, rumah tangga dan agrikultur, mengukur tingkat kenaikan temperatur output kolektor akibat serap pada plat absorber dan mengukur kinerja sebuah alat pemanas air tenaga matahari. Tujuan penelitian secara umum adalah mengembangkan alat pemanas air tenaga surya dengan menambahkan *asphalt coating* dan cermin konsentrator untuk meningkatkan perpindahan panas konveksi dan konduksi, sehingga akan meningkatkan temperatur keluaran dari panel kolektor surya.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk digunakan sebagai alat pemanas air (*solar water heater*) alternatif pada kebutuhan rumah tangga dan industri, dan digunakan sebagai unit peralatan praktikum mahasiswa dalam kegiatan laboratorium pengujian sistem konversi energi pada umumnya dan khususnya pada laboratorium pengujian energi alternatif (energi surya), khususnya di Politeknik Negeri Ujung Pandang Program Studi Teknik Konversi Energi.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian dilakukan secara desain dan eksperimental yang dimulai dengan rancang bangun pemanas air tenaga surya dan dilanjutkan dengan pengujian kinerja hasil rancang bangun.

Rancang bangun pemanas air tenaga matahari dimulai dengan gambar desain yang dilanjutkan dengan pembuatan peralatan panel kolektor surya, sistem perpipaan dan tangki penyimpanan air panas. Rancang bangun harus memperhatikan beberapa hal, yaitu desain ruangan kolektor yang harus memiliki tingkat absorpsi panas yang baik, desain sistem perpipaan untuk transfer energi, desain sistem absorpsi plat dan cermin konsentrator

Pengujian dilakukan dengan metode analisis eksperimental yaitu menganalisis hasil pengujian eksperimental yang telah dilakukan dan melakukan perhitungan sesuai dengan aturan-aturan fisika, perpindahan panas dan termodinamika untuk mendapatkan kinerja dari pemanas air tenaga matahari.

Parameter yang diuji ada dua yaitu parameter utama yaitu temperatur ruang kolektor, intensitas matahari dan s temperatur masuk dan keluar sistim transfer energi. Parameter utama berhubungan dengan tingkat transfer energi/panas yang terjadi yang menunjukkan kinerja dari peralatan dan parameter tambahan yaitu temperatur masuk dan keluar sistim aliran air dengan prinsip thermoshipon dan variasi debit fluida.

Hasil pengujian digunakan untuk mendapatkan kinerja dari pemanas air tenaga surya. Adapun prosedur pengujian peralatan pemanas air tenaga matahari adalah sebagai berikut:

- a. Mengkalibrasi semua alat ukur yang akan digunakan.
- b. Memasang sensor/alat ukur pada daerah yang akan dilakukan pengukuran.
- c. Mengoperasikan pemanas air tenaga matahari dan mengaktifkan semua alat ukur.
- d. Mencatat pengukuran temperatur dan intensitas matahari yang diperoleh.

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan pemanas air surya ini adalah sebagai berikut:

- a. Energi Input Sistem Kolektor (Energi yang datang dari matahari), ( $Q_{in}$ )

$$Q_{in} = G_{bT} \cdot A_a \cdot t$$

- dengan :  $Q_{in}$  = Energi input sistem kolektor (kJ)  
 $G_{bT}$  = Intensitas radiasi matahari ( $W/m^2$ )  
 $A_a$  = Luas permukaan kolektor ( $m^2$ )  
 $T$  = Waktu pengamatan (detik)

- b. Energi Output Sistem Kolektor (Energi yang diserap oleh kolektor), ( $q_{abs}$ )

$$Q_{out} = (V_c \cdot \rho_w) \cdot C_p \cdot (T_{fo} - T_{fi})$$

- dengan :  $Q_{out}$  = Energi output system kolektor (kJ)  
 $V_c$  = Volume air pada pipa-pipa kolektor ( $m^3$ )  
 $T_{fo}$  = Temperatur keluar kolektor ( $^{\circ}C$ )  
 $T_{fi}$  = Temperatur masuk kolektor ( $^{\circ}C$ )  
 $T_{rata-rata}$  = Temperatur rata-rata kolektor ( $^{\circ}C$ )  
 $T_{rata-rata} = (T_{fo} + T_{fi}) / 2$   
 $\rho_w$  = Massa jenis air pada  $T_{rata-rata}$  air ( $kg/m^3$ )  
 $C_p$  = Kapasitas panas spesifik air pada  $T_{rata-rata}$  ( $kJ/kg^{\circ}C$ )

- c. Efisiensi seharian sistem pemanas air surya ( $\eta_s$ )

$$\eta = \frac{Q_{out}}{Q_{in}} \times 100\%$$

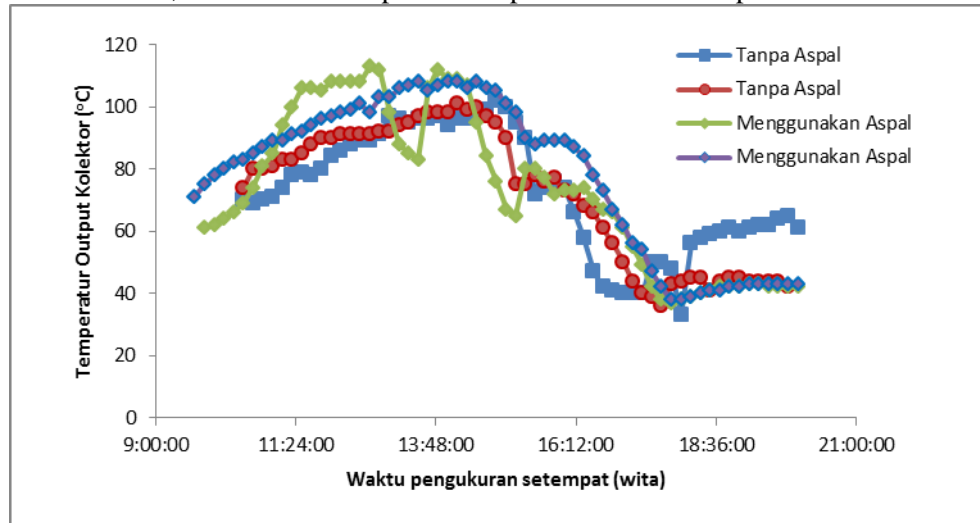
- dengan :  $\eta$  = Efisiensi pemanas air surya (%)

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rancang bangun dimana pada bagian kolektor dipasang plat absorber yang dibentuk sedemikian rupa sehingga melapisi separuh dari permukaan pipa dan dipasang juga cermin konsentrator menghasilkan temperatur output kolektor yang cukup tinggi. Ini membuktikan bahwa penambahan plat absorber yang berbentuk cembung dan cermin konsentrator dapat meningkatkan kinerja dari kolektor. Bagian tangki dilapisi dengan isolator yang berbahan stereofom dengan ketebalan 3 cm dapat menjaga temperatur air didalam tangki tetap panas.

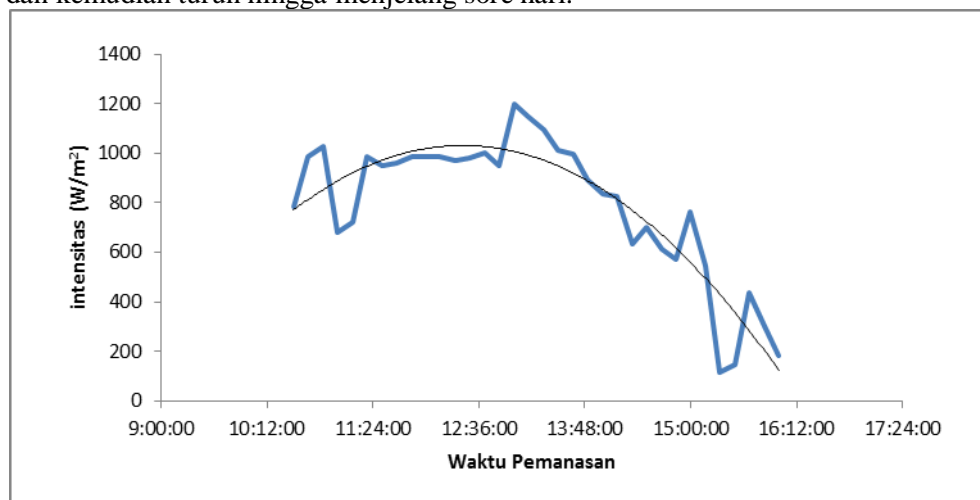
Dari data-data yang diperoleh serta yang ditunjukkan gambar 1, terlihat bahwa temperatur output kolektor dengan adanya penambahan lapisan aspal pada plat absorber lebih tinggi daripada tanpa lapisan aspal, hal tersebut menunjukkan adanya pengaruh lapisan aspal dalam meningkatkan daya serap plat kolektor.

Kenaikan temperatur output kolektor, sangat dipengaruhi oleh nilai intensitas radiasi matahari yang mengenai luasan kolektor, pada waktu pengukuran jam 11.00 s.d 14.00 wita, dimana nilai temperatur output kolektor mencapai nilai maksimum.

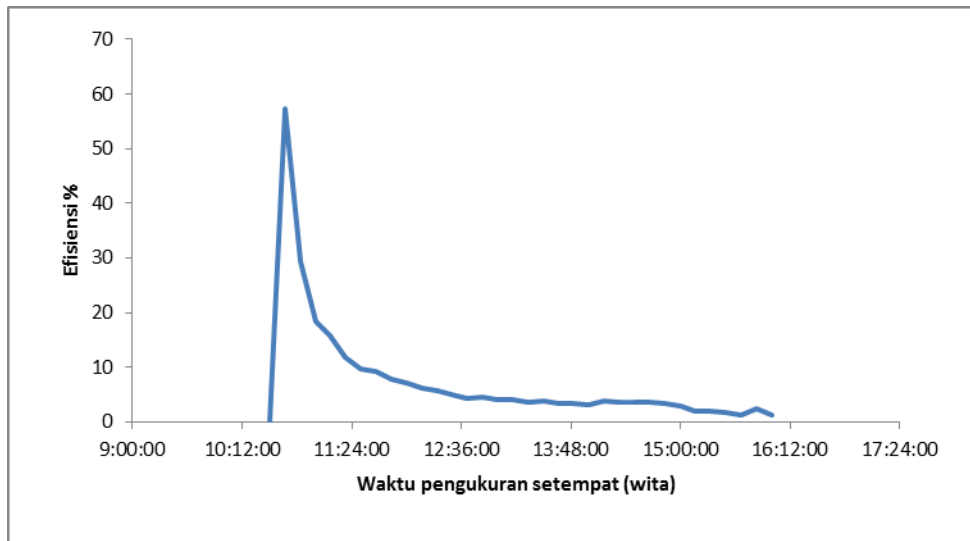


Gambar 1. Grafik hubungan waktu pengukuran terhadap temperatur output kolektor

Dari gambar 2, menunjukkan nilai intensitas radiasi matahari terjadi kenaikan dari pukul 10.00 wita sampai kondisi maksimum pada pukul 13.30 wita, dan kemudian turun hingga menjelang sore hari.



Gambar 2. Grafik hubungan waktu pengukuran terhadap intensitas radiasi matahari



Gambar 3. Grafik hubungan waktu pengukuran terhadap efisiensi

Dari gambar 3, menunjukkan nilai efisiensi sistem terjadi penurunan dari pukul 10.00 wita sampai akhir pengujian.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa:

- Rancang bangun kolektor menghasilkan dimensi kolektor sebagai berikut: jumlah pipa tembaga dalam kolektor yaitu sebanyak 8 buah dengan masing-masing diameter  $\frac{1}{2}$  inch. Luas bidang penyerapan kolektor surya yaitu sebesar  $1,44 \text{ m}^2$  dengan kapasitas tangki 46,8 liter. Aspal sebagai salah satu bahan penyerap panas matahari diletakkan dibawah plat absorber dengan ketebalan  $\pm 1$  cm. Dimensi dari cermin konsentrator masing-masing  $1,9 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$  yang diletakkan dengan kemiringan  $60^\circ$ .
- Pengaruh penambahan aspal pada kolektor yang terlihat pada grafik menunjukkan nilai temperatur output kolektor lebih tinggi pada siang hari dibandingkan tanpa menggunakan lapisan aspal
- Besar efisiensi rata-rata perhari yang diperoleh adalah sebesar  $7,035\%$  dengan pengujian tanpa penambahan lapisan aspal dan pengujian dengan penambahan lapisan aspal sebesar  $8,15\%$ .

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- Niko Aris Sudyanto. 2011. *Studi Eksperimental Unjuk Kerja Kolektor Surya V-Grove Terhadap Perubahan Aspek Ratio pada Honeycom*. Seminar Hasil-hasil Penelitian Tahun 2011. ITS. Surabaya.
- Lex Bosselaar (2001), *Solar heating- a major source of renewable energy. Renewable energy world-review* issue 2001-2002, Vol.4 No.4, July-Aug 2001, James&James (science publishers) Ltd, London, 218.

57 Musrady Mulyadi, Sri Suwasti, Abd Rahman, *Rancang Bangun Pemanas Air Tenaga Surya Menggunakan Absorber Asphalt Coating dan Cermin Concentrator*

Budiman Sudia., 2010. *Unjuk Kerja Kolektor Surya Plat Datar Menggunakan Konsentrator Dua Cermin Datar*, Jurnal Ilmiah Dinamika Teknik Mesin, Vol. 1, No. 2, hal 85-91, Mei 2010 Universitas Haluoleo, Kendari.

M.Burhan, dkk, 2007. *Pemanfaatan Kolektor Surya Pemanas Air dengan Menggunakan Seng Bekas sebagai Absorber untuk Mereduksi Pemakaian Bahan Bakar Minyak Rumah Tangga*, Jurnal Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang.

Holman, J.P. 1994. *Perpindahan Kalor*. Diterjemahkan oleh E. Jasjfi Edisi Ke Enam. Jakarta: Erlangga.

Made Sucipta, dkk. 2005. *Performansi Kolektor Surya Tubular Terkonsentrasi Dengan Pipa Penyerap Dibentuk Anulus Dengan Variasi Posisi Pipa Penyerap*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Vol. 5 No.1. April 2011 (hal 98-102), Fakultas Teknik Universitas Udayana.