

OPTIMALISASI KINERJA *SOLAR WATER HEATER* DENGAN PEMILIHAN MATERIAL KOLEKTOR SURYA PELAT DATAR

Abram Tangkemanda¹⁾, Tri Agus Susanto²⁾

^{1),2)} Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

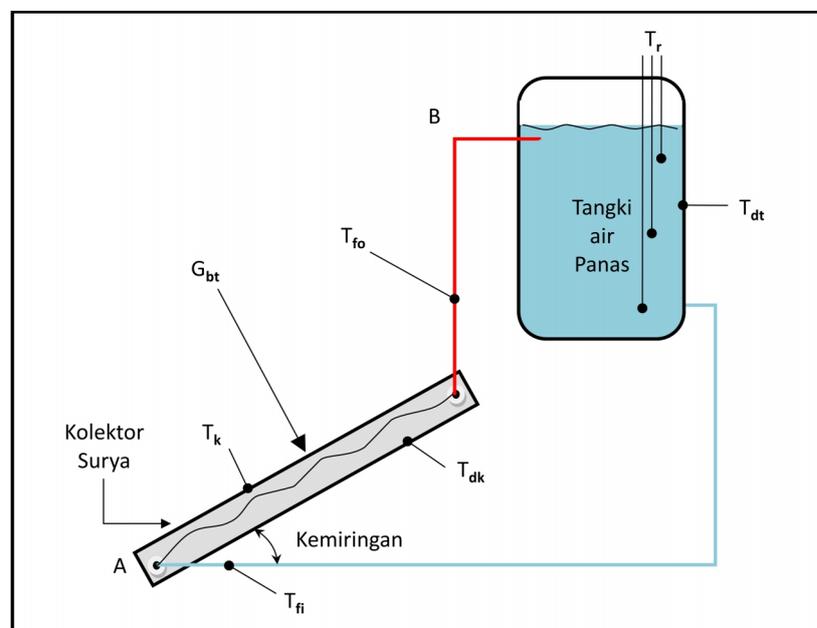
ABSTRACT

The purpose of this research is to optimize the performance of solar water heater with the selection of flat plate solar collector material on solar water heater system. The research is started with the design of solar water heater system and to optimize the performance of the system then the selection of materials that can optimize system performance. System performance testing was conducted at 08.00 until 16.00 wita, by measuring input temperature, collector output, water temperature in the tank and also the intensity of the solar radiation. The result of measurement is used to get the performance of solar water heater system. The collector material is a 1.2 mm thick aluminum plate and 5/8" diameter copper pipe and 5 mm thick glass while the tank material is 1.2 mm thick aluminum. Another material is a 2 mm steel plate for the manufacture of collector tubs and the outer layer of the tank, all parts of which can occur heat dissolution are isolated and glued. The test results obtained the intensity of solar radiation and system efficiency tends to form a parabolic graph of according to the changes in time. Collector input temperatures, collector output temperatures and tank temperatures as well as system input energy and output energy tend to form linearly-shaped graphs and proportional to time changes. The maximum efficiency of solar water heater system is 21.82% and occurs at 11.30 pm.

Keywords: *solar collector, solar water heater, material selection*

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan energi dalam memenuhi kebutuhan manusia sehari-hari makin lama makin bertambah dan hal ini berbanding terbalik dengan cadangan energi minyak bumi yang makin lama makin berkurang. Dibutuhkan kebijakan dalam memanfaatkan energi alternatif diantaranya adalah energi matahari sebagai energi alternatif dan terbarukan. Indonesia adalah negara khatulistiwa yang mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun sehingga dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan sebagai bentuk energi alternatif (Ismail, 2010).



Gambar 1. Sistem *solar water heater*

Solar water heater (Pemanas Air Surya) merupakan salah satu bentuk pemanfaatan energi matahari, tetapi kinerja dari *solar water heater* masih belum optimal dimana pemanasan yang dihasilkan belum mampu

¹ Korespondensi penulis: Abram Tangkemanda, Telp 085299159452, abram.tangkemanda@yahoo.com

mencukupi kebutuhan air panas untuk satu rumah tangga. Solusi belum optimalnya kinerja *solar water heater* adalah dengan menambah jumlah *solar water heater* atau meningkatkan kinerja *solar water heater*. Penambahan jumlah *solar water heater* mengakibatkan penambahan biaya.

Upaya peningkatan kinerja *solar water heater* terus dilakukan dengan. Penelitian yang akan dilakukan merupakan riset berkelanjutan untuk meningkatkan kinerja dari *solar water heater*. Penelitian ini nantinya diharapkan akan menghasilkan *solar water heater* dengan kinerja optimum.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengoptimalkan kinerja *solar water heater* dengan melakukan pemilihan material kolektor surya dari *solar water heater* yang berupa kolektor surya pelat datar.

Siklus pemanasan air pada *solar water heater* dapat dilihat pada gambar 1. Proses pemanasan air dalam sistem *solar water heater* terjadi pada kolektor surya (dalam penelitian ini berupa kolektor surya pelat datar). Penerimaan energi radiasi matahari pada kolektor surya menyebabkan air dalam kolektor menjadi panas sehingga secara alamiah air panas bergerak dari kolektor ke tangki penampungan air (lokasi rendah ke lokasi tinggi) sebaliknya air dingin dalam tangki bergerak ke kolektor surya (lokasi tinggi ke lokasi rendah) untuk dipanaskan sehingga terjadi siklus alamiah air pada sistem *solar water heater* yang akan terjadi secara terus menerus dan lambat laun air dalam tangki menjadi semakin panas hingga diperoleh temperatur maksimum dimana air sudah tidak dapat dipanaskan lagi.

Efisiensi sistem *solar water heater* diperoleh dengan menggunakan persamaan-persamaan sebagai berikut:

a. Energi radiasi matahari (Q_s)

$$Q_s = G_{bt} \cdot t \quad (1)$$

b. Energi input sistem kolektor (Q_{in})

$$Q_{in} = Q_s \cdot A_a \quad (2)$$

c. Beda temperatur tangki (ΔT)

$$\Delta T = (T_{akhir} - T_{awal}) \quad (3)$$

d. Massa fluida sistem (m)

$$m = V \cdot \rho_{air} \quad (4)$$

e. Energi output sistem

$$Q_{out} = m \cdot C_p \cdot \Delta T \quad (5)$$

f. Efisiensi sistem (η)

$$\eta = \frac{Q_{out}}{Q_{in}} \times 100\% \quad (6)$$

dengan:

- Q_{bt} = Intensitas radiasi matahari (kJ)
- t = Lama waktu pengujian (s)
- A_a = Luas penampang kolektor (m²)
- T_{akhir} = Temperatur akhir tangki (°C)
- T_{awal} = Temperatur awal tangki (°C)
- ρ_{air} = Massa jenis air (kg/m³)
- V = Volume air dalam tangki (m³)
- C_p = Kapasitas panas spesifik air (kJ/kg.°C)

Penelitian yang telah dilakukan oleh Darwin (2013) menganalisa efisiensi pemanas air surya akibat pengaruh konfigurasi pipa pemanas air diperoleh efisiensi sebesar 46,16%. Jufrizal (2014) melakukan studi *solar water heater* kolektor pelat datar dengan penambahan thermal energy storage diperoleh efisiensi 46,81%. Darwis (2015) meneliti pengaruh bentuk kolektor konsentrator terhadap efisiensi pemanas air surya diperoleh efisiensi 1,56%. Dian (2016) melakukan studi eksperimental pengaruh pipa kalor terhadap kinerja pemanas kolektor surya diperoleh efisiensi sebesar 75%. Sukma (2016) yaitu penelitian tentang *solar water heater* dengan menggunakan pelat ber-fin dengan efisiensi 22,77%.

2. METODE PENELITIAN

Untuk mengoptimalkan kinerja sistem *solar water heater* dilakukan dengan pemilihan material utama dalam kolektor surya pelat datar. Dasar pemilihan adalah untuk pelat datar dan pipa penukar kalor dipilih material yang memiliki konduktivitas termal yang tinggi serta mudah diperoleh, kaca penutup

kolektor dipilih yang bening dengan ketebalan minimum tetapi tidak mudah pecah, bak kolektor dipilih bahan yang mudah pengerjaannya dan kokoh menahan beban, isolasi kolektor dipilih yang tahan terhadap panas dan memiliki konduktivitas termal yang sangat rendah demikian pula isolasi pipa luar serta isolasi tangki penampungan.



Gambar 2. Alat uji sistem *solar water heater*

Pengujian kinerja sistem *solar water heater* dilaksanakan pada pukul 08.00 sampai 16.00 wita, sebelum dilaksanakan pengujian tangki penampungan diisi dengan air hingga penuh dan secara otomatis seluruh pipa-pipa penghubung serta pipa dalam kolektor juga akan terisi penuh. Pengukuran yang dilakukan saat pengujian adalah temperatur input kolektor sebanyak satu titik pengukuran dan temperatur output kolektor juga sebanyak satu titik pengukuran serta temperatur air dalam tangki sebanyak tiga titik pengukuran, pengukuran temperatur dilakukan setiap lima detik agar akurat hal ini dapat dilakukan karena menggunakan sistem akuisisi data. Pengukuran lain yang dilakukan adalah intensitas radiasi matahari, pengukuran intensitas radiasi dilakukan setiap 30 menit hal ini dilakukan karena masih menggunakan peralatan ukur portabel. Hasil pengukuran yang diperoleh digunakan untuk mendapat kinerja sistem *solar water heater* berupa besar energi input, besar energi output dan besar efisiensi sistem *solar water heater*.

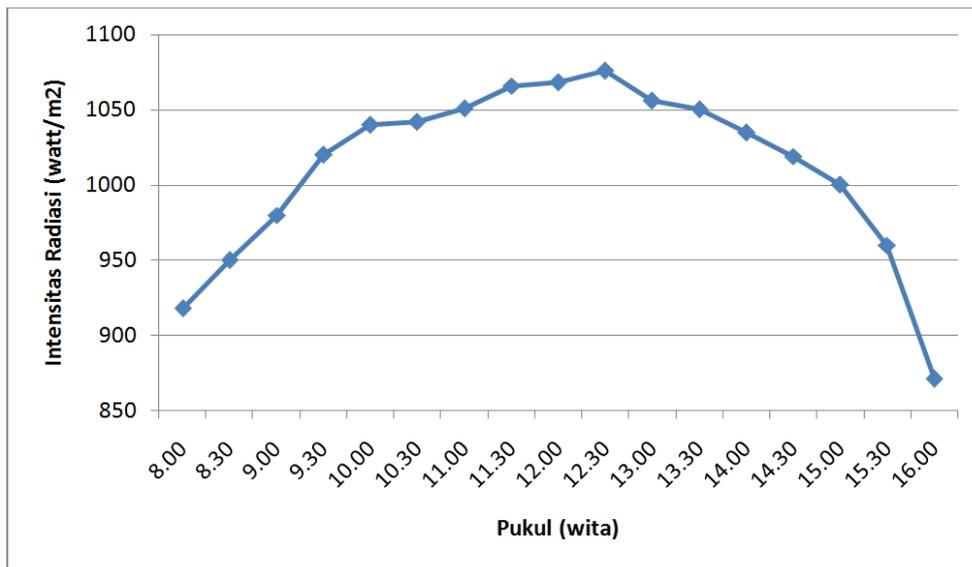
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemilihan material saat rancang bangun yang dilakukan adalah untuk pelat datar dipilih material aluminium dengan ketebalan 1,2 mm karena material tersebut mudah diperoleh dan tidak berkarat serta memiliki konduktivitas termal yang tinggi sebesar 200 w/m. $^{\circ}$ C pemilihan ketebalan 1,2 mm agar pelat tidak banyak menyimpan energi tetapi langsung menyalurkannya ke pipa untuk diteruskan ke fluida air. Pipa-pipa dalam kolektor dan pipa penghubung kolektor dan tangki dipilih pipa tembaga dengan diameter 5/8" karena material tersebut mudah diperoleh dan tidak berkarat serta memiliki konduktivitas termal yang tinggi sebesar 380 w/m. $^{\circ}$ C pemilihan diameter 5/8" agar fluida air yang berada didalamnya dapat bersirkulasi dengan mudah.

Bak kolektor tidak terlalu berdampak pada kinerja sistem *solar water heater* sehingga dipilih material baja dengan ketebalan 2 mm karena material tersebut mudah diperoleh dan mudah pengerjaan pengelasannya. Didalam bak kolektor dipasang isolasi panas, pemasangan isolasi pada bagian dalam agar bak

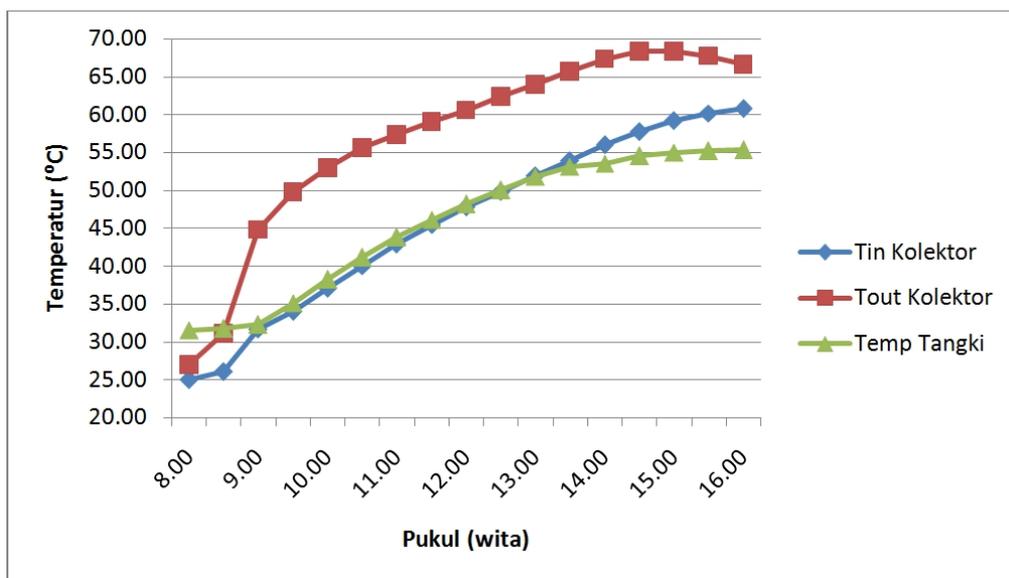
kolektor tidak menyerap panas isolasi yang dipasang sebanyak dua lapis dimana isolasi luar mampu menahan panas hingga temperatur 120 °C, isolasi ini juga dipasang pada pipa penghubung kolektor dan bak penampung air.

Kaca penutup kolektor dipilih yang bening agar radiasi mudah masuk dan ketebalan kaca 5 mm agar tidak mudah pecah. Bak dan kaca penutup direkatkan dengan lem kaca agar ruangan kolektor menjadi vakum sehingga pelepasan panas melalui kebocoran fluida tidak terjadi. Tangki penampungan air dibuat dua lapis, lapisan dalam terbuat dari aluminium tebal 1,2 mm agar tidak berkarat serta pemilihan ketebalan 1,2 mm agar sedikit menyerap kalor. Pada bagian luar terbuat dari pelat baja 2 mm agar mudah pengerjaannya, antara kedua lapisan diberi isolasi foam yang sangat padat agar terhindar dari pelepasan kalor.



Gambar 3. Intensitas radiasi matahari

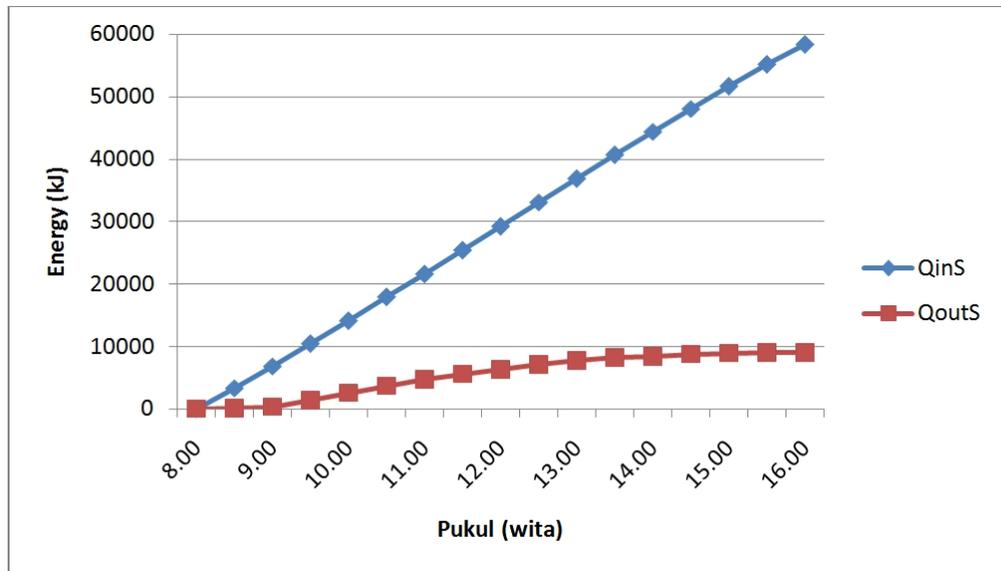
Hasil pengujian yang dilakukan diperoleh bahwa intensitas radiasi matahari (gambar 3), terlihat bahwa grafiknya berbentuk parabola dan intensitas radiasi tertinggi terjadi pada pukul 12.30 wita yaitu sebesar 1076 w/m².



Gambar 4. Temperatur masuk dan keluar kolektor serta temperatur tangki

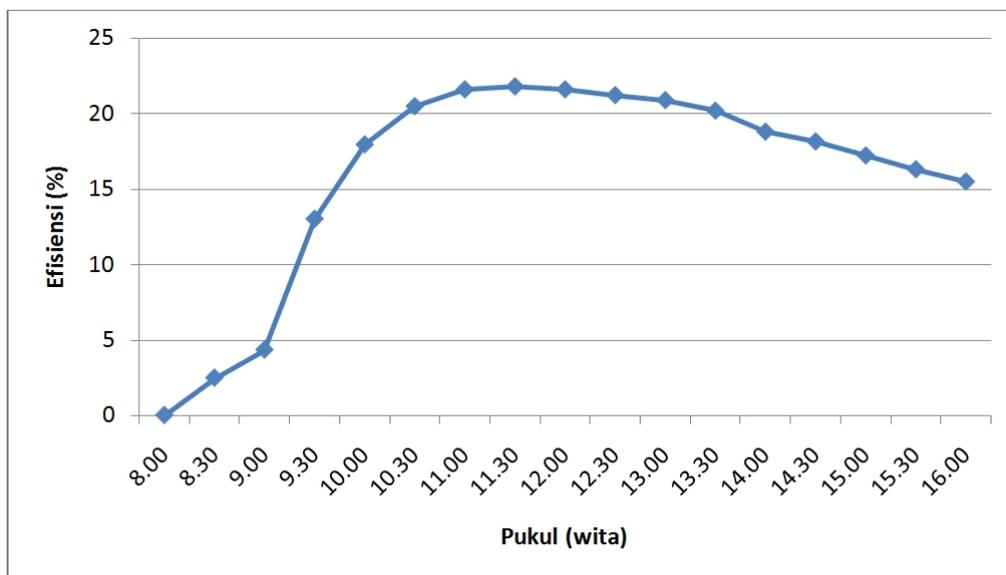
Pada gambar 4 merupakan hasil pengujian dan terlihat bahwa perubahan temperatur input dan output kolektor serta temperatur tangki adalah makin lama makin besar, kecuali temperatur output kolektor yang

mencapai puncak pada pukul 14.30 wita yaitu sebesar 68,32 °C setelah itu temperatur menurun, sedangkan temperatur input kolektor maksimum pada akhir pengujian pukul 16.00 wita yaitu sebesar 60,75 °C serta temperatur tangki juga maksimum pada pukul 16.00 wita yaitu sebesar 55,36 °C.



Gambar 5. Energi input dan output sistem solar water heater

Pada gambar 5 merupakan hasil perhitungan dan terlihat bahwa energi input dan energi output sistem solar water heater cenderung membentuk garis linear dimana semakin lama energi input dan energi output sistem akan semakin besar sehingga nilai maksimum terjadi pada akhir pengujian yaitu pada pukul 16.00 wita, energi input maksimum adalah sebesar 58284,4 kJ dan energi output maksimum adalah sebesar 9035,2 kJ.



Gambar 6. Efisiensi sistem solar water heater

Pada gambar 6 merupakan hasil perhitungan dan terlihat bahwa efisiensi sistem membentuk grafik parabolik dimana pada awalnya efisiensi sistm meningkat tetapi setelah mencapai maksimum efisiensi sistem akan menurun secara perlahan, efisiensi sistem maksimum terjadi pada pukul 11.30 wita yaitu sebesar 21,82 %.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil rancang bangun dan pengukur temperatur dan intensitas radiasi matahari serta hasil perhitungan energi dan efisiensi yang dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu:

- 1) Bahan kolektor adalah pelat aluminium tebal 1,2 mm dan pipa tembaga diameter 5/8" serta kaca tebal 5 mm sedangkan bahan tangki adalah aluminium tebal 1,2 mm, bahan lain adalah pelat baja 2 mm untuk pembuatan bak kolektor dan lapisan luar tangki, seluruh bagian yang dapat terjadi pelepasan kalor disiolasi dan dilem kaca.
- 2) Intensitas radiasi matahari dan efisiensi sistem cenderung membentuk grafik yang berbentuk parabolik dalam hubungannya terhadap perubahan waktu.
- 3) Temperatur input kolektor, temperatur output kolektor dan temperatur tangki serta energi input sistem dan energi output sistem cenderung membentuk grafik yang berbentuk linear dan berbanding lurus terhadap perubahan waktu.
- 4) Efisiensi sistem *solar water heater* maksimum adalah sebesar 21,82 % dan dalam pengujian ini terjadi pada pukul 11.30 wita.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Darwin. 2013. *Analisa Pengaruh Konfigurasi Pipa Pemanas Air Surya Terhadap Efisiensi*. Jurnal Rotor, Volume 6 Nomor 1, Banda Aceh.
- Darwin, M. Ilham Maulana, Irwandi ZA. 2015. *Pengaruh Bentuk Kolektor Konsentrator Terhadap Efisiensi Pemanas Air Surya*. Proceeding seminar nasional Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV), Banjarmasin.
- Dian Wahyu. 2016. *Studi Eksperimental Pipa Kalor untuk Pemanas Kolektor Surya*. Jurnal Teknik Mesin – ITP (ISSN: 2089–4880): 6(1), Padang.
- Ismail Thamrin. 2010. *Rancang Bangun Alat Pengering Ubi Kayu Tipe Rak Dengan Memanfaatkan Energi Surya*. Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-9. ISBN: 978-602-97742-0-7. Hal. MI545-MI549 Palembang.
- Jufrizal, Farel H. Napitupulu, dan Himsar Ambarita. 2014. *Studi Eksperimental Performansi Solar Water Heater Jenis Kolektor Pelat Datar Dengan Penambahan Thermal Energy Storage*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cylinder, Vol. 1 No. 2, USU.
- Sukma Abadi dan Abd. Salam. 2016. *Peningkatan Kinerja Solar Water Heater dengan Plat ber-fin*. Laporan hasil. Politeknik Negeri Ujung Pandang. Makassar.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kemenristekdikti yang telah membiayai pelaksanaan penelitian ini melalui skema Penelitian Produk Terapan (PPT) tahun anggaran 2017.