

Kaji Eksperimental Sistem Pemanas Air Surya Menggunakan Kolektor Yang Dilengkapi Material Penyimpan Panas

Zaini¹, Hamdani² dan Ahmad Syuhada²

¹ Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. Banda Aceh- Medan, Km.280,3. Buket Rata, Lhokseumawe,24301

² Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Syech Abdul Rauf No.7 Darussalam Banda Aceh 23111

E-mail : hamdani_umar@yahoo.com

Abstrak

Sebagian besar aplikasi pemanfaatan energi surya untuk pemanas air. Meskipun, pemanas air surya sudah umum digunakan, penelitian untuk meningkatkan kinerja sistem selalu diperlukan. Pada penelitian ini telah dirancang satu pemanas air surya yang dapat diandalkan untuk menyediakan panas pada cuaca berawan atau saat ketersediaan energi surya dalam jangka pendek. Pemanas air surya yang dirancang dan dibuat adalah pemanas air surya tipe thermoshipon dengan kolektor plat datar berkuran 160 cm x 100 cm x 10 cm. Untuk peningkatan kinerja sistem digunakan material penyimpan panas yang diletakkan menyatu dalam kolektor. Sebagai material penyimpan panas digunakan lilin parafin. Pengujian sistem pemanas air yang dilengkapi dengan material penyimpan panas dilakukan pada kondisi cuaca Kota Banda Aceh. Dari hasil pengujian menunjukkan sistem pemanas air mampu menaikkan temperatur air sampai 60 °C pada kondisi hari cerah. Penggunaan material penyimpan panas mampu mempertahankan temperatur air pada 40-45 °C sampai jam 20:00 malam. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penempatan lilin parafin sebagai material penyimpan panas menyatu dalam kolektor akan mampu meningkatkan efisiensi sistem pemanas air surya.

Kata Kunci : Pemanas air surya, Kolektor plat datar, Material penyimpan panas, Lilin parafin, Perpindahan panas,

Pendahuluan

Pemanfaatan energi surya yang banyak digunakan adalah sebagai penyedia energi panas, seperti untuk memasak, distilasi air laut, pemanas air, dan pengering produk makanan. Pemanfaatan energi surya untuk pemanasan air dilakukan dengan cara mengumpulkan energi surya kemudian digunakan untuk memanaskan air. Menurut *World Energy Council* (2007), penggunaan sistem pemanas air surya (*solar water heater, SWH*) sampai akhir tahun 2006 mencapai 105 Giga Watt Thermal (GWTh) atau 1,3% dari penggunaan energi global dengan total luas area kolektor terpasang di seluruh dunia mencapai 183 juta m².

Menurut *Energy Saving Trust* (2005), penggunaan pemanas air surya selain mampu mengurangi biaya energi listrik juga memiliki manfaat mengurangi dampak terhadap lingkungan dengan mengurangi emisi karbon dioksida sebesar 0,4-0,75 ton per tahun.

Pemanfaatan energi surya untuk pemanas air dilakukan dengan cara mengumpulkan energi surya menggunakan panel kolektor berpenutup kaca yang

dilengkapi dengan plat absor dan pipa air. Radiasi surya yang jatuh pada permukaan kaca akan diteruskan dan kemudian diserap oleh absorber. Panas dari absorber dimanfaatkan untuk memanaskan air yang mengalir dalam pipa. Air dengan temperatur tinggi kemudian ditampung dalam tangki penyimpan untuk kemudian dimanfaatkan. Untuk menjaga temperatur air tetap konstan pada malam hari atau saat cuaca mendung, tangki penyimpan air dilengkapi dengan *heater* listrik. Penggunaan *heater* listrik akan menyebabkan penambahan biaya operasional pemanas air surya.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk memperbaiki desain dan kinerja sistem pemanas air surya, dari hasil disimpulkan bahwa peningkatan kinerja sistem dapat dilakukan dengan memaksimalkan pengumpulan energi radiasi matahari dan meminimalkan kerugian panas pada tanki penyimpan air panas (Cabeza, 2006).

Penelitian yang telah dilakukan untuk memaksimalkan penyimpan panas pada tanki penyimpan air panas adalah dengan memanfaatkan material berubah fasa (*phase change material, PCM*) sebagai material penyimpan panas laten. Menurut

Zalba (2003), penyimpanan energi panas laten mampu menyimpan panas dalam jumlah besar dibandingkan dengan penyimpanan energi panas sensibel. Pada penyimpanan panas laten, proses penyimpanan panas terjadi pada perubahan temperatur yang kecil.

Talmatsky (2008), melakukan analisis numerik pemanfaatan PCM dalam tangki penyimpan air sistem pemanas air surya. Analisis dilakukan untuk kondisi cuaca kota Tel Aviv. Dari hasil analisis disimpulkan bahwa penggunaan PCM dalam tangki penyimpan air panas pada sistem pemanas air surya tidak memperlihatkan dampak yang menguntungkan untuk aplikasi pada sistem komersial, karena energi panas yang mampu disimpan oleh PCM jauh lebih kecil dibandingkan dengan energi yang dibutuhkan mempertahankan temperatur air pada malam hari.

Kousksou (2010) melakukan analisis numerik untuk membuktikan pernyataan Talmatsky (2008), dengan tujuan menjawab pertanyaan apakah penelitian pemanfaatan PCM pada sistem pemanas air surya masih memberi peluang untuk dilanjutkan atau tidak. Analisis dilakukan dengan kondisi yang sama dengan kondisi yang digunakan oleh Talmasky. Dari hasil analisis disimpulkan bahwa analisis pemanfaatan PCM pada sistem pemanas air surya tidak hanya didasarkan pada temperatur leleh PCM, tapi masih memberi pulang besar yang dilakukan analisis dengan mempertimbangkan tata letak material penyimpan panas.

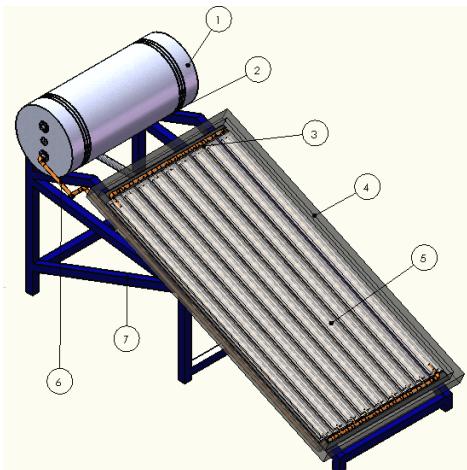
Berdasarkan pada uraian diatas, terlihat masih adanya peluang melakukan penelitian pemanfaatan material penyimpan panas pada sistem pemanas air surya. Pada penelitian ini akan dirancang dan dibuat satu unit sistem pemanas air surya tipe thermosifon dengan panel kolektor surya jenis plat datar yang dilengkapi dengan material penyimpan panas.

Metoda Penelitian

Pada penelitian ini dipilih sistem pemanas air surya tipe thermosifon menggunakan kolektor jenis plat datar. Sejumlah asumsi digunakan dalam perencanaan dan perhitungan kolektor surya plat datar untuk dijadikan sebagai dasar perhitungan (Duffie dan Beckman, 1997), antara lain : kondisi tunak, dan radiasi pada penyerap adalah uniform.

Pelaksanaan pengujian yang dipusatkan di Lingkungan Kampus Universitas Syiah Kuala, maka data intensitas radiasi dapat digunakan data hasil pengukuran Badan Metereologi dan Geofisika Provinsi Aceh, diperoleh intensitas radiasi matahari terkecil terjadi pada Nopember yaitu sebesar 466 W/m^2 . Data ini akan digunakan sebagai data dalam

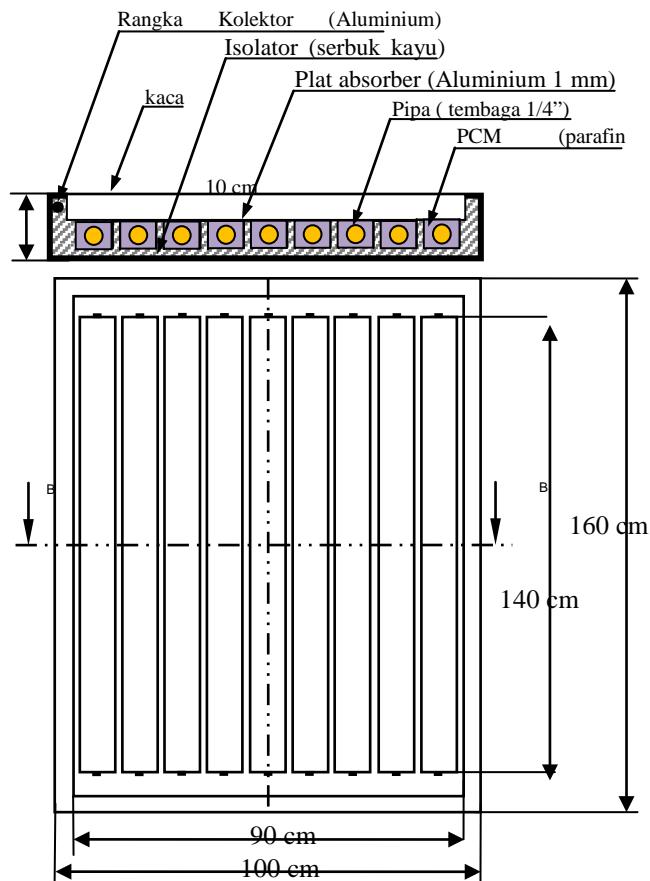
perencanaan dimensi kolektor. Data lain untuk perencanaan kolektor adalah : Kecepatan angin maksimum adalah $3,0 \text{ m/s}^2$. Temperatur air keluaran kolektor adalah 50°C dan temperatur masuk 29°C . Volume tangki air panas sebanyak 115 liter. Gambar 1. memperlihatkan sistem pemanas air jenis termosifon hasil perancangan



1.Tangki air, 2. Pipa luaran air, 3.Pipa Air, 4. Bingkai kolektor
5.Material penyimpan panas, 6. Tangki Air panas, 7. Rangka Kolektor

Gambar 1. Sistem pemanas air surya hasil perencanaan

Ukuran dari bagian-bagian kolektor ditunjukkan dalam Gambar 2.

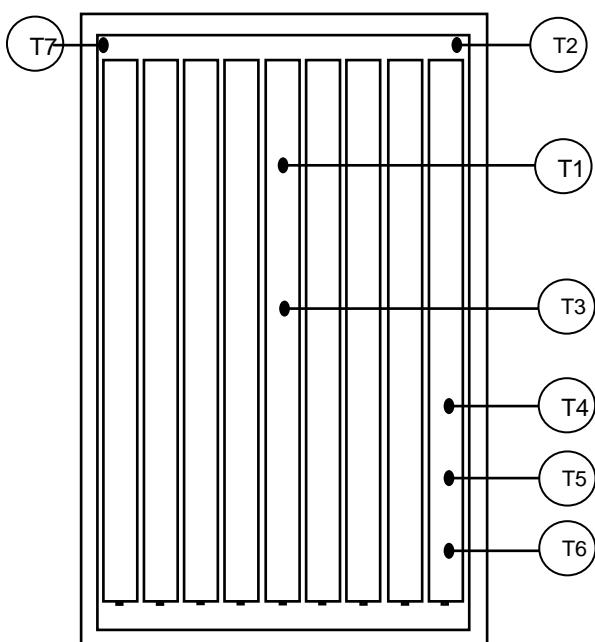


Gambar 2. Ukuran pemanas air surya hasil perencanaan

Spesifikasi dari masing-masing komponen yang dibuat adalah sebagai berikut:

1. Kotak kolektor : terbuat dari alumunium dengan ketebalan 0.9 mm dan rangka terbuat dari alumunium.
2. Isolator : glass wolls dengan ketebalan 25 mm.
3. Penutup kaca : kaca bening dengan ukuran 1600 mm x 1000 mm x 3mm.
4. Pelat absorber : plat aluminium ukuran 1600 mm x 1000 mm x 0.4 mm, dan dilapis cat hitam.
5. Pipa header kolektor : pipa tembaga dengan diameter 1/2 inchi x 1200mm x 2 buah.
6. Pipa absorber kolektor : pipa tembaga dengan diameter 1/4 inchi x 1600mm sebanyak 9 buah.
7. Tangki penyimpanan : terbuat dari aluminium tebal 0,5 mm dengan ukuran 450 mm x 900 mm dilapisi isolator menggunakan glass wool dengan ketebalan 25 mm dan ditutup dengan plat aluminium dengan ketebalan 0.2 mm.
8. Pipa sirkulasi : pipa PVC.
9. Material penyimpan panas yang digunakan adalah lilin parafin yang memiliki temperatur lebur 48 °C, dan entalpi panas latent 209 kJ/kg.

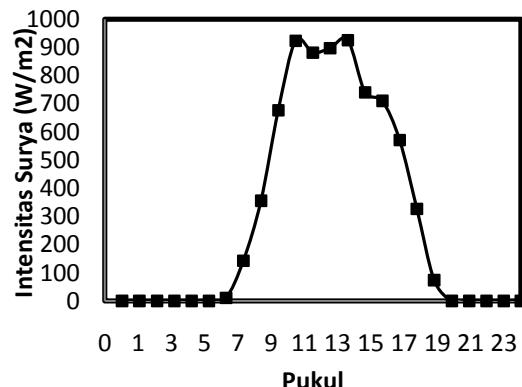
Penelitian ini dilaksanakan pada lahan terbuka di Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala. Gambar 3, memperlihatkan posisi peletakan alat ukur, yang terdiri dari : T1 pengukuran temperatur parafin , T2 pengukuran temperatur air masuk, T3 pengukuran temperatur parafin pada sisi tengah kolektor, T4 pengukuran temperatur ruang antara plat absorber dan kaca, T5 pengukuran temperatur paraffin T6 pengukuran temperatur kaca, dan T7 pengukuran temperatur air keluar.



Gambar 3. Posisi penempatan alat ukur

Hasil dan Pembahasan

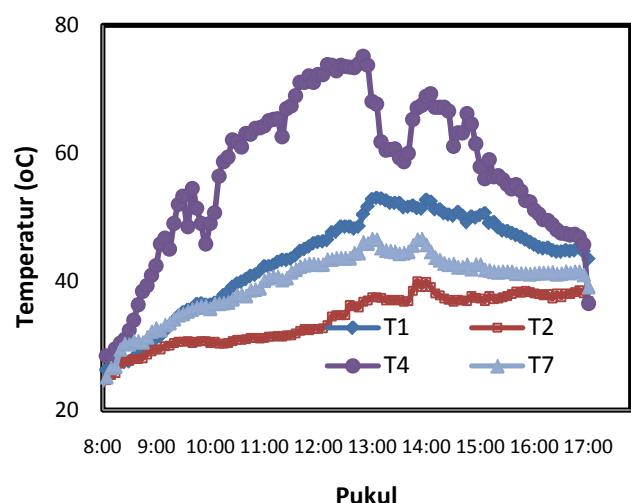
Data-data yang diperoleh dari pengujian pemanas air surya termosifon plat datar yang dilengkapi dengan material penyimpan panas seperti (temperatur air, temperatur plat penyerap dan intensitas matahari) dianalisa dengan menggunakan persamaan yang diberikan dalam bab-bab sebelumnya. Hasil pengujian dan analisa data dibahas dalam bentuk grafik. Hasil pengukuran intensitas radiasi matahari yang dilakukan pada 11 April 2012 dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4. Intensitas matahari hasil pengukuran

Dari Gambar 4, dapat dilihat bahwa intensitas matahari telihat naik secara teratur pada pukul 08.00 sampai pukul 11.00 sedangkan intensitas matahari yang terlihat mulai fluktuatif pada pukul 12.00 sampai pukul 16.00. intensitas matahari tertinggi terjadi pada pukul 14.00 yakni sebesar 924.3 W/m^2 .

Data hasil pengujian yang dilakukan pada tanggal pada tanggal 11 April 2012 diperlihatkan dalam Gambar 5.

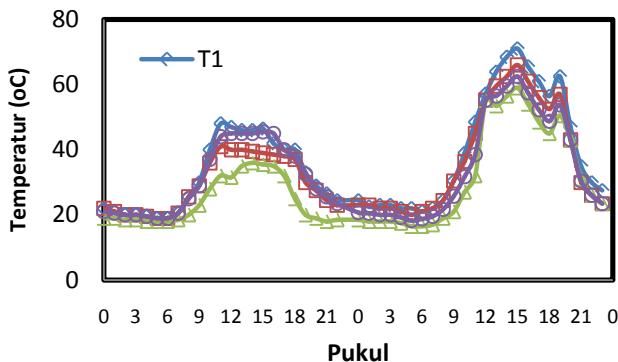


Gambar 5. Data hasil pengujian sistem pemanas air surya

Dari Gambar terlihat bahwa temperatur air keluar sistem pemanas air surya sampai pada pukul 17:00 masih berada pada temperatur 45°C, sedangkan temperatur ruang dalam kaca telah turun dibawah 50 °C. Hal ini menunjukkan adanya proses penyimpanan panas dalam lilin parafin.

Pengujian selanjutnya adalah melakukan pengujian performan sistem untuk bekerja selama 2 hari, dan hasilnya ditunjukkan dalam Gambar 6.

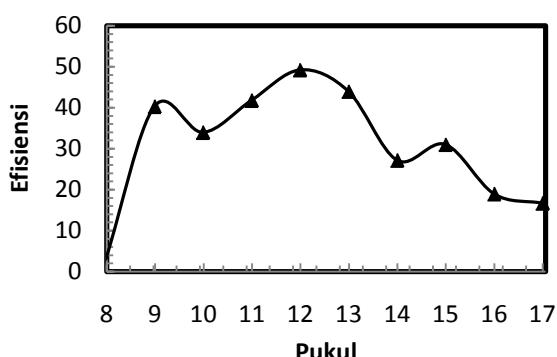
Dari hasil pengujian terlihat temperatur air dalam masuk sistem hanya bertahan sampai dengan pukul 21 malam, dimana pada pukul tersebut temperatur air hanya 30 °C, kondisi ini tentu tidak dapat dipergunakan untuk keperluan mandi pada malam hari. Disisi lain temperatur air yang pada malam hari mencapai 19-22°C, pada siang hari mulai jam 9:00 pagi telah mencapai 31-32°C. Hal ini juga menunjukkan sistem ini mampu menaikkan temperatur secara cepat. Sistem ini secara umum telah mampu memberikan bekerja sesuai dengan yang diharapkan.



Gambar 6. Data hasil pengujian selama 2 hari

Besarnya energi berguna yang dapat diserap oleh kolektor ditentukan berdasarkan data pengamatan per hari. Energi berguna yang tertinggi terjadi pada pukul 12.51 yakni sebesar 627,21 W dan energi berguna terendah pada pukul 15.00 yakni 150,35 W.

Berdasarkan hasil perhitungan koefisien kehilangan panas menyeluruh maka dapat di gambarkan grafik efisiensi terhadap kondisi operasi sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 7.



Gambar 7. Efisiensi sistem pemanas air surya hasil pengujian

Efisiensi tertinggi terjadi pada pukul 12.00 yakni sebesar 49,00 % dan terkecil terjadi pada pukul 8:00 sebesar 3,02 % pada pukul 08.00. Efisiensi rata-rata kolektor adalah 30,64 %.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan material penyimpanan panas dalam kolektor mampu memberikan kontribusi nyata terhadap kinerja sistem. Hal ini terlihat pada sore hari, temperatur air keluar dapat dipertahankan pada temperatur 40-50°C sedangkan radiasi surya telah mulai menurun. Besarnya energi yang dapat diserap oleh PCM sangat tergantung pada temperatur plat absorber.

Dari hasil penelitian pengoperasian sistem selama 48 jam, diperoleh informasi bahwa temperatur air hanya dapat dipertahankan sampai dengan jam 20:00 malam, dan ini menunjukkan bahwa sistem pemanas air surya dapat dimanfaatkan secara optimal pada jam 9:00 sampai dengan jam 20:00 malam dengan temperatur air keluar rata-rata 40-45 °C.

Kesimpulan

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan utama meningkatkan kinerja sistem pemanas air surya menggunakan material penyimpanan panas dalam kolektor surya plat datar. Untuk mencapai tujuan tersebut dilakukan perancangan, pembuatan dan pengujian sistem dengan kondisi iklim kota Banda Aceh. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan :

1. Kolektor pemanas air surya termosifon yang dilengkapi material penyimpanan panas mempunyai efisiensi maksimum 36,6 %.
2. Temperatur air panas dapat dipertahankan sampai dengan jam 20:00 malam, dan ini menunjukkan bahwa sistem pemanas air surya dapat dimanfaatkan secara optimal pada jam 9:00 sampai dengan jam 20:00 malam dengan temperatur air keluar rata-rata 40-45 °C.

Referensi

Cabeza, L.F., Ibanez, M., Sole, C., Roca, J., Nogues, M., 2006. *Experimentation with a water tank including a PCM module*. Solar Energy Materials & Solar Cells 90, 1273–1282.

Duffie, J. A. & Beckman, W. A., 1997, *Solar engineering of thermal processes*, New York, John Wiley and Sons.

Energy Saving Trust., 2005, *Renewable energy: Factsheet 3*.Online:<http://www.energysavingtrust.org.uk/schri/resources/factsheets.cfm> [Accessed: 28/04/12]

Kousksou.T, P. Bruel, G. Cherreau, V. Leoussoff and T. El Rhafiki, 2010, *PCM Storage For Solar DHW: From An*

Unfulfilled Promise To A Real Benefit, 9th International Conference Onphase-Change Materials And Slurries for Refrigeration And Air Conditioning 29 September -1 October 2010 Sofia, Bulgaria.

Talmatsky, E., Kribus, A., 2008. *PCM storage for solar DHW: an unfulfilled promise?* Solar Energy 82, 861–869.

World Energy Council (2007) *2007 Survey Of Energy Resources*, Elsevier.

Zabla, B., Martin, JM., Cabeza, LF., Mehling, H., 2003. *Review on thermal energy storage with phase change: materials, heat transfer analysis and applications*. Applied Thermal Engineering 23, 251–283.