

Kaji Eksperimental Pemanfaatan Material Penyimpan Panas Pada Kolektor Pemanas Air Surya

Muhammad Zulfri¹, Razali Thaib², dan Hamdani³

1,3) Jurusan Teknik Mesin, Universitas Samudra, Langsa

2) Jurusan Teknik Mesin, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Dikirim 10 Mei 2014

Direvisi dari 20 Mei 2014

Diterima 30 Mei 2014

Kata Kunci:

Kolektor plat datar,
Material penyimpan panas,
lilin parafin

ABSTRAK

Pada penelitian telah dilakukan pengujian pemanfaatan material berubah fasa sebagai material penyimpan panas yang diletakkan menyatu dalam kolektor. Kolektor yang digunakan adalah plat datar berukuran 160 cm x 100 cm x 10 cm. Sebagai material penyimpan panas digunakan lilin parafin. Dari hasil pengujian menunjukkan sistem pemanas air yang dirancang dan dibuat pada penelitian 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.

© 2014 Jurnal Ilmiah JURUTERA. Di kelola oleh Fakultas Teknik. Hak Cipta Dilindungi.

1. 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 didalamnya 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 (Tripanagnostopoulos et al, 2004; Schmidt dan Goetzberger, 1990).

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. PCM dibuat dalam bentuk modul-modul

kecil kemudian diletakkan dalam tangki penyimpan air panas. Pada siang hari panas yang diterima air dari radiasi surya diserap oleh PCM yang mengakibatkan PCM berubah fasa dari padat menjadi cair. Pada saat radiasi surya menurun yang mengakibatkan temperatur air menurun, PCM akan melepaskan kembali panas ke air yang mengakibatkan temperatur air dapat dijaga konstan.

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.

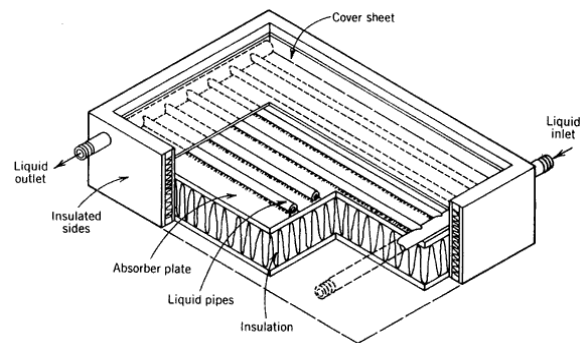
Kousksou (2010) melakukan analisis numerik untuk membuktikan pernyataan Talmatsky (2008), dengan tujuan menjawab pertanyaan apakah penelitian pemanfaatan PCM pada sistem pemanas air surya masih memberi peluang untuk dilanjutkan atau tidak. Analisis dilakukan dengan kondisi yang sama dengan kondisi yang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

2. Studi Pustaka

Kolektor surya plat datar seperti ditunjukkan dalam Gambar 1 adalah suatu bentuk khusus alat penukar panas di mana perpindahan panas radiasi memegang peranan yang sangat penting. Pada kolektor surya plat datar energi dipindahkan dari sumber energi radiasi yang berjarak tertentu melalui prinsip konversi *fotothermal*, dimana energi radiasi matahari diubah menjadi energi panas. Pada umumnya kolektor surya plat datar digunakan untuk

pemanas air, pemanas ruang, pengkondisian udara, dan proses pengeringan. Kolektor ini tidak memerlukan alat pengarah matahari, jadi posisi kolektor relatif tetap.



Gambar 1. Kolektor plat datar

2.1. Material Penyimpan Panas

Penyimpanan panas laten memanfaatkan panas laten yang terdapat pada material untuk menyimpan energi panas. Panas laten adalah jumlah panas yang diserap selama perubahan pada material tersebut dari satu fasa ke fasa yang lainnya. Ada dua jenis panas laten yang diketahui yaitu panas laten peleburan (*latent heat of fusion*) dan panas laten penguapan (*latent heat of vaporization*). Panas laten peleburan adalah jumlah panas yang diserap ketika material berubah dari fasa padat ke fasa cair atau sebaliknya, kemudian panas laten penguapan adalah jumlah energi panas yang diserap ketika material berubah dari fasa cair ke fasa uap atau sebaliknya.

Menurut Lane (1984), penyimpanan energi panas laten memerlukan volume yang lebih kecil dibandingkan dengan penyimpanan energi panas sensibel. Disamping itu penyimpanan energi panas laten dapat menyimpan sejumlah besar energi panas dengan perubahan yang kecil pada temperature.

Canbazoglu et al. (2005) membuat penelitian tentang peningkatan unjuk kerja sistem panas air energi surya menggunakan natrium tiosulfat pentahydrate sebagai PCM yang diletakkan dalam tangki penyimpan air. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa waktu penyimpanan air panas, masa air panas yang dihasilkan dan total akumulasi panas pada sistem pemanas air surya dengan PCM lebih besar 2,59-3,45 kali dari sistem pemanas air surya tanpa PCM.

Cabeza dkk., (2006) melakukan penelitian dengan dimasukkan modul-modul PCM ke dalam tangki penyimpan air sistem pemanas air surya. Sebagai PCM

digunakan campuran sodium acetate trihydrate-grafit. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh proses pendinginan, pemanasan ulang dan radiasi surya yang tidak merata. Kemampuan sistem penyimpanan panas dievaluasi dengan membandingkan panas yang disimpan jika tangki penyimpanan air tidak dilengkapi dengan PCM, dan panas yang disimpan jika PCM dimasukkan dalam tangki. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa PCM mampu menjaga temperature air.

Hasil penelitian yang dilakukan Ibanez dkk. (2006), diperoleh, penggunaan PCM pada sistem pemanas air surya tipe rumah tangga di Lleida, Spanyol, mampu meningkatkan penyerapan panas hingga 8%.

3. Metode Penelitian

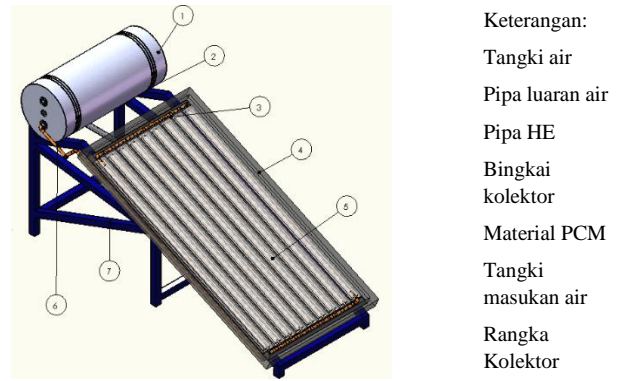
Perangkat penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 2. Kotak kolektor terbuat dari aluminium dengan ketebalan 0.9. Sebagai isolator digunakan glass wools dengan ketebalan 25 mm. Penutup digunakan kaca bening dengan ukuran 1600 mm x 1000 mm x 3mm. Absorber digunakan plat aluminium dengan pelapis cat hitam dengan ukuran 1600 mm x 1000 mm x 0.4 mm. Untuk Pipa header kolektor : pipa tembaga dengan diameter 1/2 inchi x 1200mm x 2 buah. Pipa absorber kolektor : pipa tembaga dengan diameter 1/4 inchi x 1600mm x 9 buah. 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.

Material penyimpan panas yang digunakan adalah parafin dengan sifat-sifat sebagaimana diberikan dalam Tabel 1.

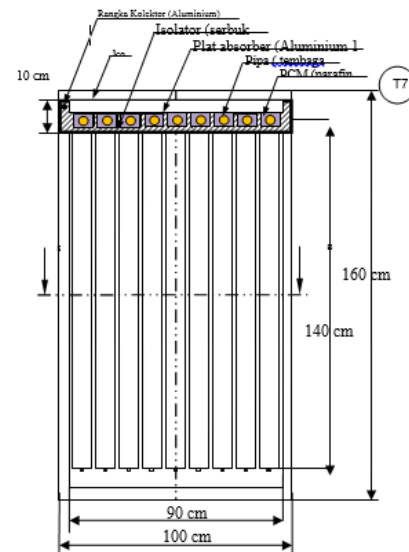
Tabel 1. Data sifat termofisik lilin parafin

Temperatur lebur	46.7 °C
Konduktivitas termal (solid)	0.1383 W/m.°C
Panas spesifik (solid)	2890 J/kg.K
Densitas (solid)	947 kg/m ³
Latent heat	178 kJ/kg

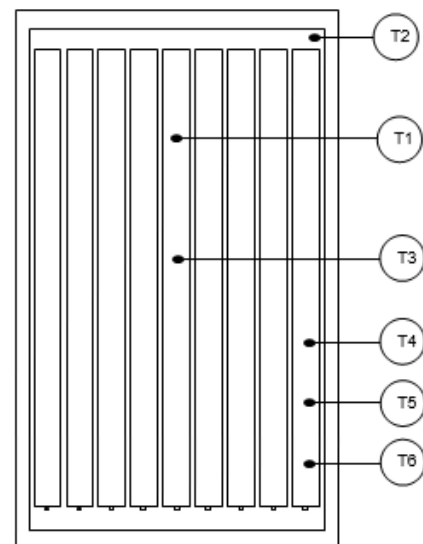
Sumber : Hasil pengukuran DSC



a). Perangkat uji



b) Ukuran kolektor

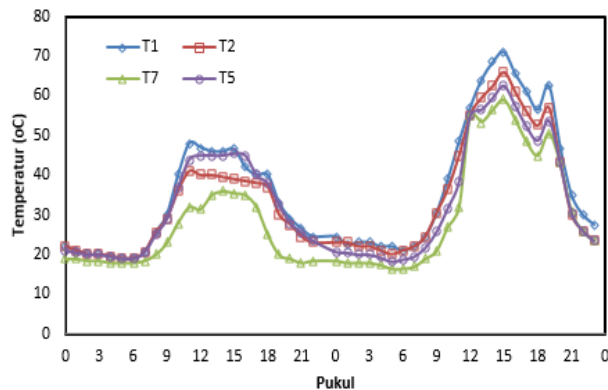


c) posisi alat ukur temperatur

Gambar 2. Perangkat Pengujian

4. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengujian dapat dinyatakan bahwa proses pemanasan yang diterima oleh sistem pemanas air surya sangat tergantung pada radiasi surya. Semakin tinggi radiasi surya yang diterima oleh plat penyerap, temperatur air yang dicapai akan semakin tinggi. Penurunan radiasi surya dan kehilangan panas dari kolektor ke lingkungan merupakan akan mengakibatkan temperatur air juga turun. Pengujian selanjutnya adalah melakukan pengujian performan sistem untuk bekerja selama 24 jam. Gambar asil pengukuran ditunjukkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Data hasil pengujian selama 2 hari

Dari hasil pengujian terlihat temperatur air dalam masuk sitem 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 menunjukan sistem ini mampu menaikkan temperatur secara cepat. Sistem ini secara umum telah mampu memberikan bekerja sesuai dengan yang diharapkan, sedangkan untuk pemakaian secara komersial perlu dilakukan analisis lebih lanjut tentang isolasi tangki penyimpan air, begitu juga dengan sistem isolasi rangka kolektor.

Besarnya energi berguna yang dapat diserap oleh kolektor ditentukan berdasarkan data pengamatan per hari. Pengamatan dimulai dari pukul 09.00 dengan dari perhitungan diperoleh energi berguna sebesar 441 W. kemudian energi yang berguna naik pada pukul 10.00 yakni sebesar 572.94 W dan kemudian laju energi yang berguna bergerak stabil dengan rata – rata 563.67 W sampai pukul

13.00. 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.

5. Kesimpulan

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan utama meningkatkan kinerja sistem pemanas air surya menggunakan material penyimpan 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 penyimpan panas mempunyai efisiensi maksimum 36,6 %.
2. Temperatur panas maksimum air yang dihasilkan kolektor pemanas air surya yang dilengkapi material penyimpan panas sebesar 70°C.
3. 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.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Canbazoglu, S., Sahinaslan, A., Ekmekyapar, A., Aksoy, Y.G., Akarsu, F., 2005. *Enhancement of solar thermal energy storage performance using sodium thiosulfate pentahydrate of a conventional solar waterheating system*. Energy Building 37, 235–242.
- Garg, H. P., 1975, *Year round performance studies on a built-in storage type solar water heater at Jodhpur, India*. Solar Energy, 17, 167-172.
- Ibanez, M., Cabeza, L.F., Sole, C., Roca, J., Nogue's, M., 2006. *Modelization of a water tank including a PCM module*. Applied Thermal Engineering 26, 1328–1333.
- 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.
- Lenel, U.R., Mudd, P.R., 1984. *A review of materials for solar heating systems for domestic hot water*. Solar Energy 32, 109–120.