

Pengaruh Jumlah Kolektor Jenis Tabung Setengah Silindris Terhadap kenaikan Temperatur Fluida

Darwin

Departement Of Mechanical Engineering, Syiah Kuala University
Jl. Tgk. Syeh Abdurrafuf No. 7 Darussalam - Banda Aceh 23111, Indonesia
Phone/Fax:+62-651-7428069 e-mail : darwinmtir@yahoo.com

Abstrak

Pemanfaatan energi surya secara tidak langsung dilakukan pada sistem kolektor untuk menghasilkan energi panas. Potensi ini belum termanfaatkan secara optimal khususnya untuk kebutuhan skala rumah tangga melalui menggunakan kolektor surya. Hal ini menarik untuk dikaji, untuk mendapatkan kolektor surya sebagai pemanas air skala rumah tangga dengan biaya yang murah untuk mereduksi penggunaan bahan bakar fosil yang semakin terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan penyerapan panas matahari pada masing-masing kolektor setengah selindris yang dihubungkan secara seri. Manfaat dari penelitian ini adalah agar mampu memprediksi temperatur air pada urutan masing-masing kolektor dan mendapatkan persamaan garis dari beberapa kolektor tersusun secara seri. Penelitian menggunakan bahan drum bekas (\varnothing 55,5 cm, panjang 90 cm) sebagai palung konsentrator, lembaran pelat stainless steel tebal 0,07 cm sebagai reflector. Pipa tembaga \varnothing 0,9525 cm (3/8 inchi) dengan panjang 257 cm sebagai absorber. Kaca transparan dengan tebal 0,3 cm sebagai cover, dengan alat pendukung tangki air, kran air, pipa dan sambungan PVC serta selang plastik, wadah penampung air dan rangka penyangga tangki air. Penentuan fokus pantulan sinar yang mengenai reflector spheres R dengan diameter \varnothing 55,5 cm dan $R = 55,5/2$ cm = 27,75 cm. Kolektor diletakkan membujur arah Utara-Selatan. Pengaturan arah atau tracking dilakukan secara manual dengan bantuan alat pelacak sinar matahari sederhana. Parameter pokok yang diukur, selain ΔT pada tiap kolektor adalah temperatur pada bagian-bagian yang telah ditentukan. Pada pengujian ini menggunakan 4 kolektor palung setengah silindris yang disusun sebaris dengan kemiringan 15° . Hasil pengujian sistem kolektor tenaga surya diperoleh data dengan kenaikan temperatur maksimum 73°C hari pertama, 77°C hari kedua, dan 71°C hari ketiga dengan laju aliran 110 ml/menit. Nilai Efisiensi energi tanggal 25 Maret 2013 mencapai 33%, tanggal 26 Maret 2013 mencapai 32%, dan tanggal 28 Maret 2013 mencapai 33%.

Keywords : kolektor konsentrator, arpture, reflector spheres, absorber

Pendahuluan

Sesuai dengan Perpres Nomor 5 Tahun 2006 Tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) menunjukkan adanya upaya agar pemakaian energi baru dan terbarukan meningkat. Energi terbarukan adalah sumber energi yang dihasilkan dari sumber daya energi yang secara alamiah tidak akan habis dan dapat berkelanjutan jika dikelola dengan baik, antara lain energi surya, panas bumi, bahan bakar nabati (*biofuel*), arus sungai, energi angin, biomassa, dan energi laut. Dalam konteks tersebut, Indonesia sebetulnya memiliki potensi energi surya yang tidak terbatas karena letaknya yang strategis di daerah

katulistiwa. Namun potensi ini belum termanfaatkan secara optimal khususnya untuk kebutuhan skala rumah tangga melalui penggunaan kolektor surya. Salah satu penyebabnya adalah adanya anggapan masyarakat bahwa kolektor surya sebagai alat untuk mengkonversi energi surya merupakan barang mewah berteknologi tinggi yang harganya cukup mahal. Tentu asumsi tersebut tidak sepenuhnya benar karena masih banyak faktor lain yang perlu dipertimbangkan khususnya untuk jangka panjang. Hal ini menarik untuk dikaji lebih mendalam, bagaimana mendapatkan kolektor surya sebagai *pre-heater* skala rumah tangga dengan biaya yang terjangkau untuk mereduksi penggunaan bahan bakar minyak yang

semakin terbatas. Salah satu sumber energi yang dapat menghasilkan energi bebas polusi, tidak menghasilkan gas buang, bersih dan berkelanjutan adalah matahari. Penelitian dan penerapan tentang pemanfaatan energi surya telah lama dilaksanakan di negara – negara maju dan negara berkembang. Energi radiasi matahari adalah salah satu bentuk energi alternatif yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan guna menggantikan energi yang dihasilkan oleh minyak bumi.

Potensi penggunaan energi matahari ini dapat kita manfaatkan untuk penyinaran, pemanas air, pengering hasil pertanian dan perikanan, perkembangan tumbuhan, sebagai bahan bakar, penghasil tenaga listrik dan lain-lain. Penelitian ini memanfaatkan energi surya sebagai pemanas air dengan sebuah alat yang dinamakan kolektor surya.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan penyerapan panas matahari pada masing-masing kolektor setengah selindris yang dihubungkan secara seri. Manfaat yang diharapkan adalah :

1. Mampu memprediksikan temperatur air pada urutan masing-masing kolektor.
2. Mendapatkan persamaan kenaikan suhu, untuk n buah kolektor.

Metodologi Penelitian

Material/bahan yang digunakan

Material dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Sistem kolektor :
 - 1) Drum bekas Ø 55,5 cm, panjang 90 cm ; sebagai palung konsentrator.
 - 2) Lembaran pelat *stainless steel* tebal 0,07 cm; sebagai *reflector*.
 - 3) Pipa tembaga Ø 0,9525 cm (3/8 inchi) dengan panjang 257 cm; sebagai *absorber*.
 - 4) Kaca putih transparan dengan tebal 0,3 cm ; sebagai *cover*.
- b. Alat bantu :
 - 1) Tangki air.
 - 2) Kran air.

- 3) Pipa dan sambungan PVC serta selang plastik.
- 4) Ember penampung air.
- 5) Kerangka penyangga tangki air.

c. Alat ukur :

- 1) Gelas ukur
- 2) *Stopwatch*
- 3) Termokopel tipe K
- 4) Termometer
- 5) *Jack & extention wire*

Lokasi Pengujian

Pengujian pemanas air energi surya dilaksanakan di halaman Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala Darussalam Banda Aceh.

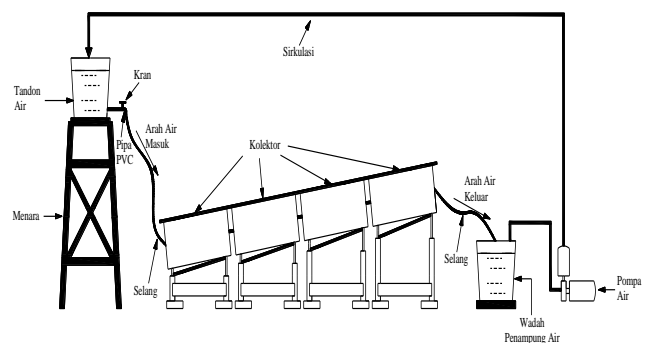
Jadwal Pengujian

Pengujian dilakukan pada tanggal 25, 26, 27 dan 28 Maret 2013

Prosedur Pengujian

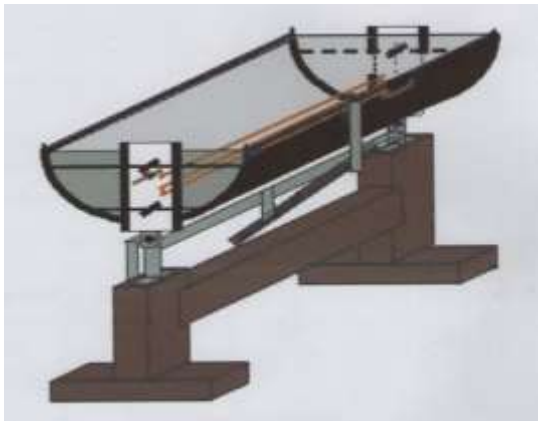
Prosedur pengujian pemanas air energi surya dilakukan dengan mengalirkan air dari tangki di atas menara ke kolektor dan diteliti pada waktu yang bersamaan.

Pengambilan data dilakukan setiap setengah jam, dengan mengukur temperatur lingkungan, temperatur kaca, temperatur plat absorber, temperatur pipa-pipa, temperatur air masuk, temperatur air keluar dan temperatur air dalam tangki pada masing-masing kolektor.

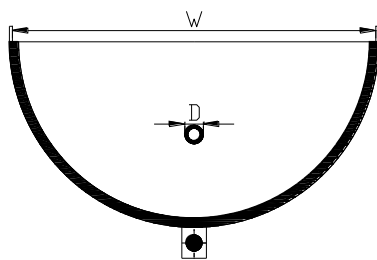


Gambar 2.1 Skema Pelaksanaan Pengujian

Kolektor Surya Pipa Seri

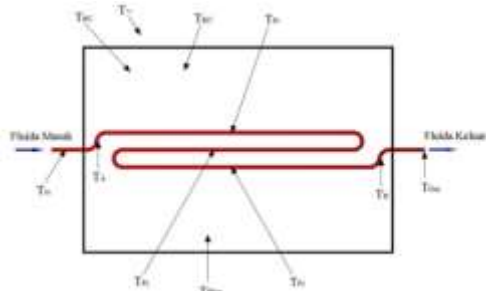


Gambar 2.2 Kolektor surya Pipa Seri



Gambar 2.3 Kolektor Tampak depan

Penempatan Alat Ukur



Gambar 2.4 Skema Penempatan Alat Ukur Kolektor Surya Pipa Seri

Keterangan gambar :

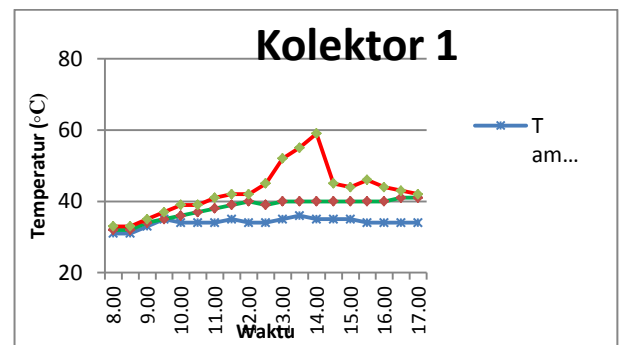
- T_{in} = Temperatur air masuk
- T_{out} = Temperatur air keluar
- T_A = Temperatur pipa masuk
- T_B = Temperatur pipa keluar
- T_{P1} = Temperatur pipa satu
- T_{P2} = Temperatur pipa dua
- T_{P3} = Temperatur pipa tiga
- T_{plat} = Temperatur plat
- T_{Kc} = Temperatur kaca penutup
- T_{Rc} = Temperatur ruang kolektor

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Pengujian

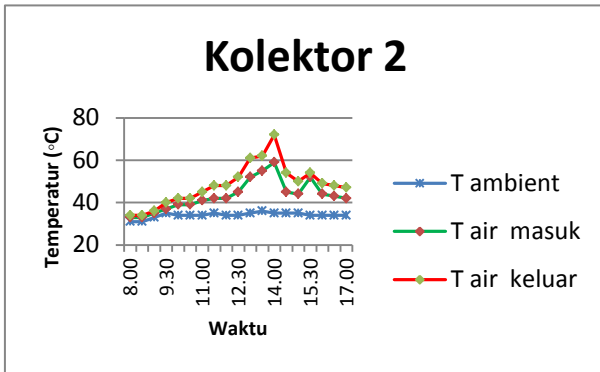
Pengujian ini menggunakan 4 kolektor palung setengah silindris yang disusun sebaris dengan kemiringan 15° . Air yang masuk ke pipa absorber berasal dari tangki air yang dialirkan melalui pipa dengan debit aliran yang telah ditentukan dan diatur dengan menggunakan ball valve. Air yang keluar ditampung dalam drum tertutup yang telah diisolasi. Sirkulasi pengisian air dari drum penampung ke tangki menggunakan pompa. Temperatur diukur dengan *thermometer* maupun alat sensor termokopel tipe K yang dihubungkan dengan *display thermometer*. Temperatur yang diamati dan diukur adalah temperatur ambient, temperatur pipa air masuk ($T_{p_{in}}$), temperatur pipa air keluar ($T_{p_{out}}$), temperatur masing-masing bagian tengah dari pipa (T_{p1}), (T_{p2}), (T_{p3}), temperatur ruang kolektor (T_{Rc}), temperatur permukaan atas kaca (T_{Kc}), temperatur plat (T_{plat}) reflektor.

Distribusi Temperatur ambient, Air Masuk dan Keluar Kolektor Pada Setiap Kolektor



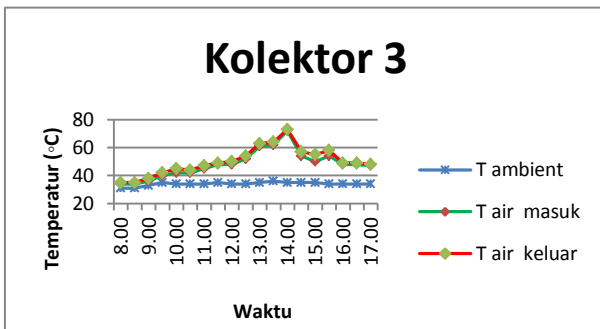
Gambar 3.1 Grafik distribusi temperatur ambient, air masuk dan air keluar.

Dari Gambar 3.1 di atas dapat dilihat bahwa, temperatur air keluar mengalami peningkatan setiap jamnya sejak pukul 08.00 WIB sampai pukul 14.00 WIB. Setelah itu temperatur turun sampai pukul 17.00 WIB, hal ini disebabkan turunnya intensitas matahari sehingga temperatur air pada pipa kolektor langsung turun.



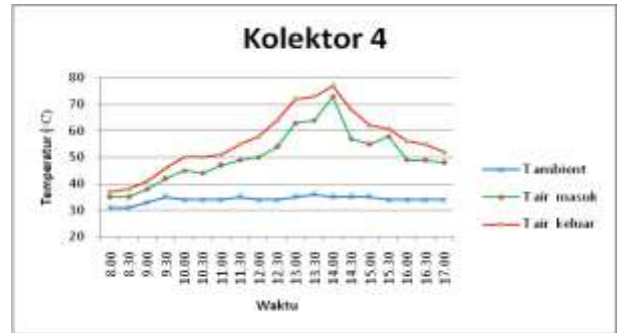
Gambar 3.2 Grafik distribusi temperatur air masuk, temperatur air keluar terhadap waktu

Dari Gambar 4.2 di atas dapat dilihat bahwa pada kolektor 2 temperatur air keluar juga mengalami peningkatan sejak pukul 08.00 WIB sampai pukul 14.00 WIB, demikian juga dengan air masuk dari kolektor 1. Setelah itu temperatur menurun sampai pukul 17.00 WIB, karena intensitas radiasi matahari juga turun.



Gambar 3.3 Grafik distribusi temperatur air masuk, air keluar, pada kolektor 3 terhadap waktu

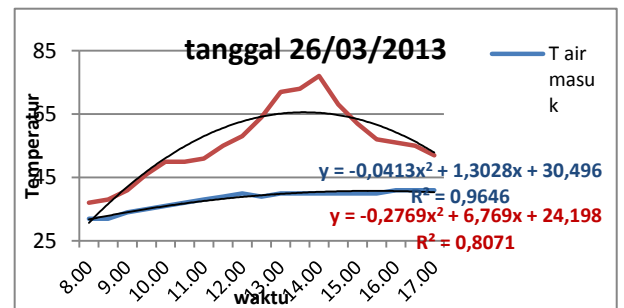
Dari Gambar 3.3 di atas dapat dilihat bahwa temperatur air keluar juga mengalami peningkatan sejak pukul 08.00 WIB sampai pukul 14.00 WIB, demikian juga dengan air masuk dari kolektor 2. Setelah itu temperatur menurun sampai pukul 17.00 WIB, karena intensitas radiasi matahari juga turun. Tetapi beda temperatur antara pipa masuk dan keluar sangat kecil, hal ini karena plat kolektor kotor, tidak kilap. Ternyata pelat kolektor yang tidak mengkilap akan mempengaruhi pantulan energi ke pipa konsentrator/absorber



Gambar 3.4 Grafik distribusi temperatur air masuk, air keluar, pada kolektor 4 terhadap waktu

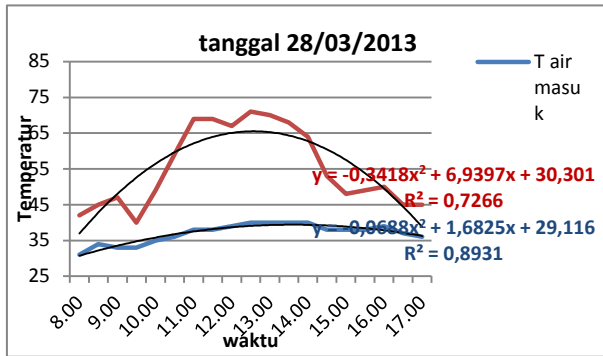
Dari Gambar 3.4 di atas dapat dilihat bahwa temperatur air keluar juga mengalami peningkatan sejak pukul 08.00 WIB sampai pukul 14.00 WIB, demikian juga dengan air masuk dari kolektor 3. Setelah itu temperatur menurun sampai pukul 17.00 WIB, karena intensitas radiasi matahari juga turun.

Distribusi Temperatur Air Keluar-Masuk Kolektor Pada Masing-Masing Hari Pengambilan Data



Gambar 3.5 Grafik distribusi temperatur air masuk, temperatur air keluar, terhadap waktu

Dari Gambar 3.5 di atas dapat terlihat bahwa temperatur air keluar dari kolektor mengalami kenaikan antara pukul 08.00 – 14.00 WIB, sedangkan mulai pukul 14.30 WIB terjadi penurunan temperatur akibat intensitas matahari yang menurun dan cuaca yang mulai berawan. Dari data hasil pengujian di atas diperoleh persamaan garis polinomial, persamaan ini dapat digunakan sebagai rumus untuk penggunaan program Turbo Pascal. Dengan menggunakan persamaan garis polinomial, penulis dapat mengetahui rumus atau persamaan yang baik untuk digunakan.



Gambar 3.6 Grafik distribusi temperatur air masuk, temperatur air keluar, terhadap waktu

Dari Gambar 4.7 di atas dapat dilihat bahwa, temperatur air keluar terjadi peningkatan setiap jamnya sejak pukul 08.00 WIB sampai pukul 12.30 WIB, setelah itu temperatur turun sampai pukul 17.00 WIB. Hal ini disebabkan karena turunnya intensitas matahari maka temperatur air pada pipa kolektor akan turun.

Perhitungan Efisiensi Alat

Perhitungan efisiensi alat pemanas air yang diambil beberapa hari pada penelitian.

Tabel 3.1 Efisiensi Kolektor Surya dalam beberapa hari penelitian

No	Tanggal Pengujian	Laju Aliran (ml/menit)	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	T ₂ -T ₁ (°C)	η (%)
1.	25/03/2013	110	37	55	18	33
2.	26/03/2013	110	38	56	18	32
3.	28/03/2013	110	37	55	18	33

Perhitungan Energi Berguna

Untuk perhitungan Energi berguna (*useful energy*)

Tabel 3.2 Energi Berguna dalam beberapa hari penelitian

Tanggal Pengujian	m (kg/s)	T _o (°C)	T _i (°C)	(T _o - T _i) (°C)	C _p (J/kg.°C)	Q (W)
25/03/2013	1,83 x 10 ⁻³	55	37	23	4179,3	175,9
26/03/2013	1,83 x 10 ⁻³	56	38	18	4182	137,7

28/03/2013	1,83 x 10 ⁻³	55	37	18	4182	137,7
------------	-------------------------	----	----	----	------	-------

Kesimpulan

Dari data dan analisis di atas, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kolektor Konsentrator yang diuji mampu menghasilkan panas fluida yang tinggi.
2. Laju aliran air pada kolektor mempengaruhi temperatur air keluar, dimana semakin kecil laju aliran maka temperatur air keluar yang dihasilkan akan semakin tinggi.
3. Energi panas yang diterima oleh pipa receiver, diperoleh dari radiasi langsung matahari, energy dari pelat konsentrator dan energi panas yang terperangkap di dalam kolektor.
4. Dimensi dan kondisi permukaan pelat konsentrator akan mempengaruhi terhadap kemampuan reflector memfokuskan energy matahari ke receiver.
5. Efisiensi rata-rata kolektor palung setengah lingkaran ini mencapai 33%.

Daftar Pustaka

1. Aritma D, 2002, Pengaruh Diameter Pipa Absorber Terhadap Performansi Kolektor Palung Setengah Silindris, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Iskandar Muda.
2. Astuti, Puji, 2010, *Desain sistem pemanas air menggunakan radiasi sinar matahari*, skripsi, Jurusan Fisika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang
3. Bergman, T. L, DeWitt, D. P, Incropera, F. P., 2007 *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*, Edisi ke-6, John Wiley and Sons, USA.
4. Boyle, G. 1996. *Renewble Energy*. Milton Keynes. The Open University.
5. Dedi Mariadi, 2005, *Pengaruh kaca penutup terhadap performansi kolektor surya jenis silindris setengah lingkaran*, skripsi, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.

6. Duffie A. John, Beckman A. William, 2005, *Solar Engineering of Thermal Processes*, John Wiley and Sons, USA
7. Gordon Feller. India Building Large-Scale Solar Thermal Capacity. Available from <http://www.ecoworld.org/Home/Articles2.cfm?TID=325>
8. Kalogirou, Soteris A., 2009, *Solar Energy Engineering Process and Systems*, Academic Press, USA.
9. Nesten M Marbun, 2009, *Rancang bangun sebuah pemanas air tenaga surya dengan menggunakan kolektor, skripsi*, Jurusan Teknik Mekanika Industri, Universitas Sumatera Utara, Medan.
10. Srukman, Fabio., 2008, *Analisis of A Flat-plate Solar Collector, Project Report*, Lund University, Sweden
11. Zulfiadi, 2004, *Pengaruh variasi laju aliran dalam pipa terhadap efisiensi kolektor surya jenis palung selindris, skripsi*, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.