

PEMBUATAN KOLEKTOR PELAT DATAR SEBAGAI PEMANAS AIR ENERGI SURYA DENGAN JUMLAH PENUTUP SATU LAPIS DAN DUA LAPIS

D. Hayati¹, M. Ginting², W. Tambunan³.

¹Mahasiswa Program Studi S1 Fisika

²Bidang Konversi Energi Jurusan Fisika

³Bidang Eksperimen Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Kampus Binawidya Pekanbaru, 28293, Indonesia

Dialhayati.15@gmail.com

ABSTRACT

A research has conducted on "Fabrication of Flat Plate Collector as a Solar Energy Water Heater with One and Two Covers", using the experimental methods. The experiments were done by putting two types of solar collector on the area that the solar beam can falls freely that perpendicularly to the surface of the collectors. The measurement were carried out on the intensity of solar radiation coming, hot water temperature and the lost heat by using equipment of a simple pyheliometer and a mercury thermometer. This measurements were done in 60 minutes interval every day for 14 days of observation. The results obtained for both types of flat plate collectors produced 66 liters of water every day. The two tier covered flat plate collector reached the highest temperature of 95° C, which was higher than its of the single-tier covered flat plate collector of 84° C. This result was due to the more layers cover the less heat that lost through the top surface of the flat plate collector. The highest temperature of the hot water that accommodated in the tank was 51° C for the double layer collector lid and 47° C for the one layer of collector lid.

Keywords: flat plate collectors, intensity, temperature, heat

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang "Pembuatan Kolektor Pelat Datar sebagai Pemanas Air Energi Surya dengan Jumlah Penutup Satu Lapis dan Dua Lapis" dengan menggunakan metode eksperimen. Eksperimen dilakukan dengan cara meletakkan dua jenis kolektor tersebut pada daerah matahari bebas jatuh secara tegak lurus ke permukaan dua jenis kolektor. Pengukuran dilakukan pada intensitas radiasi matahari datang, temperatur air panas yang dihasilkan dan kalor yang hilang dengan menggunakan peralatan *simple pyheliometer* dan termometer air raksa. Pengukuran ini dilakukan tiap selang waktu 60 menit setiap hari selama 14 hari pengamatan. Hasil yang diperoleh untuk kedua jenis kolektor pelat datar menghasilkan 66 liter air dalam 1 hari

penelitian. Kolektor pelat datar berpenutup dua lapis memiliki temperatur lebih tinggi yaitu mampu mencapai temperatur rata-rata tertinggi sebesar 95°C dibanding dengan kolektor penutup satu lapis yaitu temperatur rata-rata tertinggi sebesar 84°C . Hal ini disebabkan semakin banyak lapis penutup maka semakin sedikit pula kalor yang hilang lewat atas permukaan kolektor pelat datar. Temperatur air panas rata-rata tertinggi yang ditampung di dalam bak penampung mencapai 51°C untuk kolektor berpenutup dua lapis dan 47°C untuk kolektor berpenutup satu lapis.

Kata kunci: kolektor pelat datar, intensitas, temperatur, kalor

PENDAHULUAN

Sumber energi yang bersifat kontinu terbesar yang tersedia untuk makhluk hidup adalah energi surya (Culp, W.A. 1979). Energi surya dapat dikonversi secara langsung menjadi bentuk energi lain. Salah satunya yaitu untuk pemanas air. Alat pemanas air tenaga surya yang dapat mengumpulkan energi matahari yang sampai ke permukaan bumi salah satunya adalah dengan kolektor surya. Kolektor surya didefinisikan sebagai sistem perpindahan panas yang menghasilkan energi panas dengan memanfaatkan radiasi, sinar matahari sebagai sumber energi utama (Howell, 1982).

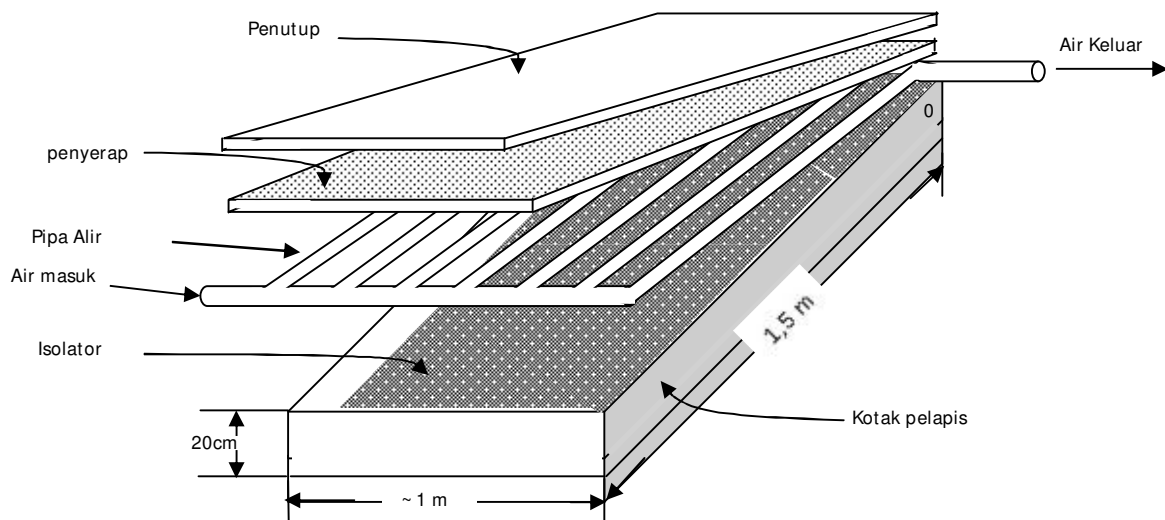
Kolektor surya pelat datar merupakan salah satu jenis kolektor yang banyak digunakan karena memiliki konstruksi yang lebih sederhana dibandingkan dengan jenis yang lain. Salah satu pemanfaatan dari kolektor pelat datar adalah sebagai pemanas air (Sudia, 2010). Kolektor surya tipe pelat datar akan menyerap energi dari radiasi matahari dan mengkonversikannya menjadi panas yang berguna untuk memanaskan air di dalam pipa-pipa kolektor, sehingga suhu air akan meningkat dan terjadi konveksi alami berdasarkan efek *thermosipon* karena adanya perbedaan massa jenis fluida (James, 2000). Suhu yang dihasilkan oleh kolektor pelat datar masih rendah yaitu dibawah 100°C (Dixon, A.E.1978).

Penelitian ini membuat dan mempelajari kolektor pelat datar yang paling baik untuk pemanas air antara kolektor berpenutup satu lapis dengan kolektor berpenutup dua lapis.

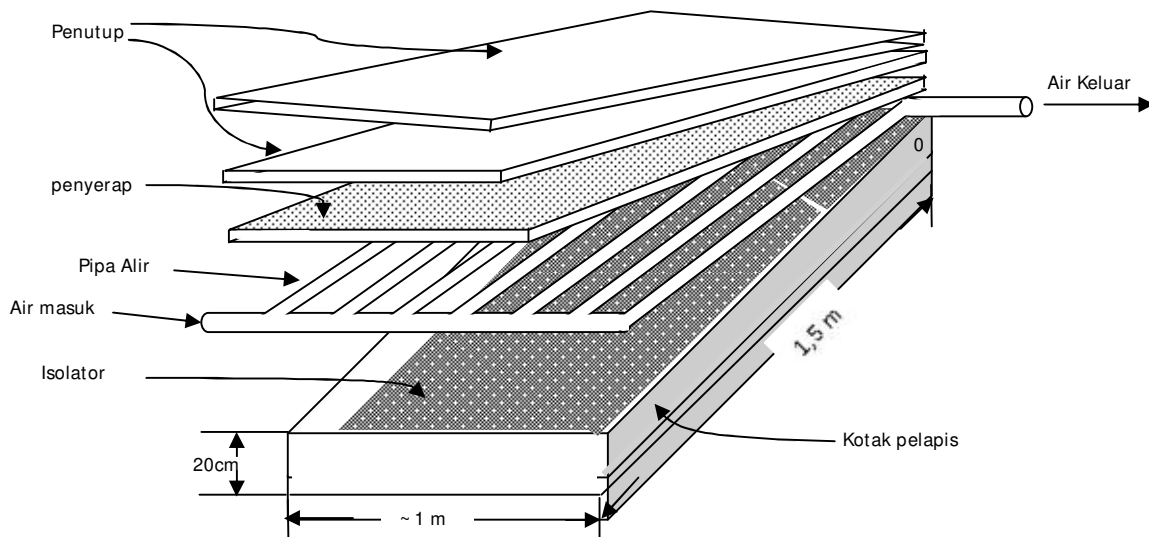
METODE PENELITIAN

Kolektor dibuat berjumlah 2 buah dengan penutup satu lapis dan penutup dua lapis dari kaca transparan, berukuran panjang 150 cm, lebar 100 cm dan tinggi 20 cm. Kolektor diletakkan di atas permukaan tanah dengan sudut kemiringan 20° . Kaki penyangga sebelah atas kolektor ditempatkan setinggi 115 cm dari atas permukaan tanah dan sebelah bawah ditempatkan setinggi 60 cm dari atas permukaan tanah. Ukur dan catat temperatur sekitar, temperatur tanki, temperatur di ujung kolektor air masuk (T_1), di pertengahan kolektor (T_2) dan di ujung kolektor air keluar (T_3) setiap 60 menit sekali dari pukul 09.00 – 15.00 WIB dengan menggunakan termometer air raksa, ukur dan catat kecepatan angin dengan menggunakan *sound level meter* dan hitung intensitas radiasi matahari dengan menggunakan *simple pyrheliometer*.

Susunan kolektor pelat datar yang dirancang ditampilkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Rancangan kolektor pelat datar berpenutup satu lapis



Gambar 2. Rancangan kolektor pelat datar berpenutup satu lapis

pelat penyerap terbuat dari aluminium dan pipa alir yang terbuat dari besi yang dicat hitam. Pada bagian bawah pipa alir diberi busa dan serutan kayu sebagai isolator. Jarak pelat penyerap dengan penutup pada kolektor penutup satu lapis adalah 6 cm yang penutupnya terbuat dari kaca transparan seperti yang terlihat pada Gambar 1. Pada kolektor penutup dua lapis, jarak penutup satu dengan penutup dua adalah 0.5 cm yang penutupnya terbuat dari kaca transparan seperti yang terlihat pada Gambar 2, dari gambar tersebut dibawah pelat penyerap terdapat pipa alir yang terbuat dari besi dengan diameter 1,25 cm.

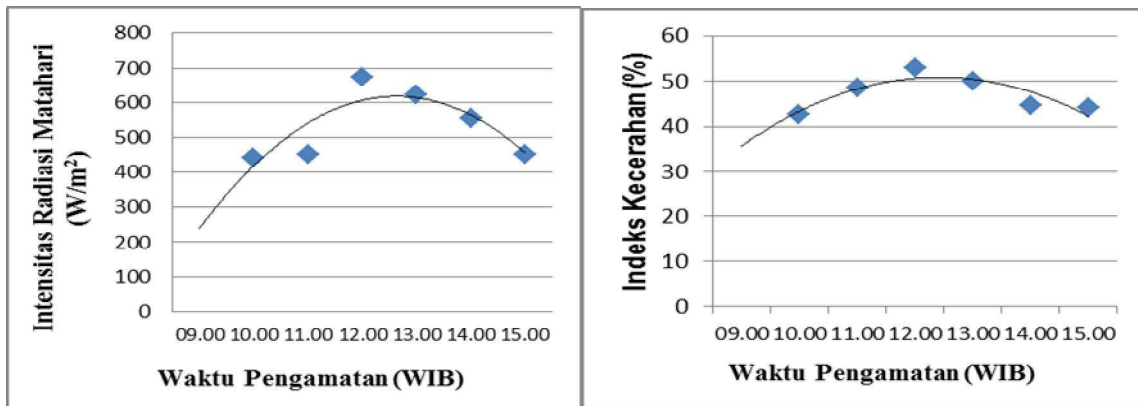
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data intensitas rata-rata dan indeks kecerahan selama 14 hari pengamatan dapat dilihat pada Tabel 1 dan digambarkan pada Gambar 3.

Tabel 1: Indeks kecerahan cahaya matahari rata-rata yang terjadi selama 14 hari pengamatan dalam selang waktu 60 menit

No	Waktu (Jam)	Temperatur			I_0 (W/m^2)	I (W/m^2)	Indeks Kecerahan (%)
		T_0 ($^{\circ}C$)	T_1 ($^{\circ}C$)	ΔT ($^{\circ}C$)			
1	10.00	13,0	44,5	31,5	1031,0	441,0	42,5
2	11.00	14,0	57,0	43,0	1245,0	603,0	48,5
3	12.00	14,5	62,5	48,0	1245,0	672,0	53,0
4	13.00	14,5	59,0	44,5	1245,0	623,0	50,0
5	14.00	14,0	53,5	39,5	1245,0	555,0	44,5
6	15.00	14,0	46,0	32,0	1031,0	451,0	44,0

Intensitas dan indeks kecerahan rata-rata tertinggi mencapai nilai maksimal pada pukul 12.00 WIB yaitu berturut-turut sebesar $672 W/m^2$ dan 53%. Intensitas matahari dan indeks kecerahan dari pagi hingga sore hari berubah-ubah karena dipengaruhi oleh radiasi berkas, radiasi diffus matahari yang sampai dipermukaan bumi. Perubahan ini terjadi karena setiap hari kecerahan berbeda-beda tergantung pada cuaca. Besarnya nilai dari suatu intensitas radiasi matahari dan indeks kecerahan yang terjadi berhubungan dengan besar kecilnya energi yang dipancarkan oleh matahari, semakin kecil energi matahari yang dipancarkan maka intensitas yang dihasilkan juga akan semakin kecil. Intensitas dan indeks kecerahan berbanding lurus, sehingga semakin tinggi intensitas maka indeks kecerahan juga akan semakin cerah.



Gambar 3. Grafik hubungan antara intensitas radiasi matahari dan indeks kecerahan terhadap waktu pengamatan

Data hasil pengukuran temperatur suhu sekitar, temperatur *tanki* temperatur kolektor, temperatur air keluar, temperatur bak penampung dan kecepatan angin terhadap waktu pengamatan antara kolektor berpenutup satu lapis dan kolektor berpenutup dua lapis dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3 lalu digambarkan pada Gambar 4.

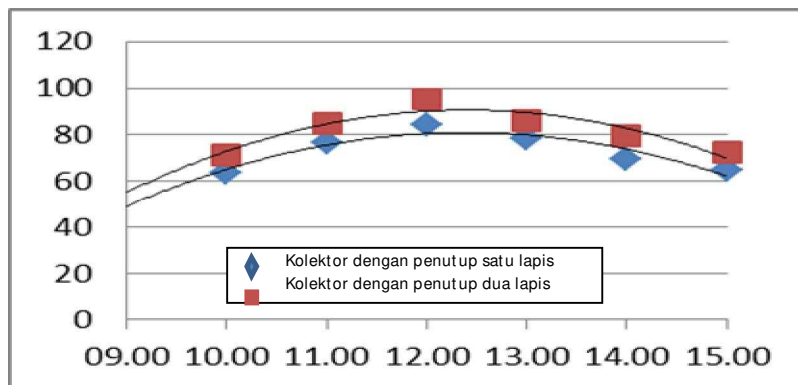
Tabel 2: Pengamatan rata-rata temperatur sekitar, *tanki*, air keluar, bak penampung dan kecepatan angin dari 14 hari pengamatan untuk kolektor berpenutup satu – lapis

No	Sudut (θ)	Pukul (Jam)	T _s (°C)	T _t (°C)	T _{kl} (°C)	T _{ak} (°C)	T _{bp} (°C)	V _a (m/s)
1	20	10.00	32,5	33,0	63,5	57,0	39,0	0,7
2	20	11.00	34,5	36,0	77,0	69,0	43,0	0,4
3	20	12.00	38,0	40,5	84,0	71,0	47,0	0,2
4	20	13.00	36,0	37,0	78,0	69,0	44,0	0,4
5	20	14.00	34,0	35,0	70,0	63,0	42,0	0,8
6	20	15.00	32,5	33,0	65,0	57,0	39,0	1,2

Tabel 3: Pengamatan rata-rata temperatur sekitar, *tanki*, air keluar, bak penampung dan kecepatan angin dari 14 hari pengamatan untuk kolektor berpenutup dua lapis

No	Sudut (θ)	Pukul (Jam)	T _s (°C)	T _t (°C)	T _{kl} (°C)	T _{ak} (°C)	T _{bp} (°C)	V _a (m/s)
1	20	10.00	32,5	33,0	71,5	62,0	43,5	0,7
2	20	11.00	34,5	36,0	84,5	73,0	47,0	0,4
3	20	12.00	38,0	40,5	95,5	81,5	51,0	0,2
4	20	13.00	36,0	37,0	85,5	73,5	47,0	0,4
5	20	14.00	34,0	35,0	79,5	69,5	44,5	0,8
6	20	15.00	32,5	33,0	72,0	63,5	42,0	1,2

Temperatur kolektor rata-rata tertinggi kedua jenis kolektor mencapai nilai tertinggi yaitu untuk kolektor berpenutup satu lapis sebesar 84,0° C dan pada kolektor berpenutup dua lapis sebesar 95,5° C. Temperatur kolektor pada kolektor berpenutup dua lapis lebih tinggi dibandingkan dengan kolektor berpenutup satu lapis karena semakin tinggi temperatur kolektor maka temperatur air panas yang keluar juga akan semakin tinggi. Terjadinya penurunan temperatur dari temperatur kolektor ke temperatur air keluar dan dari temperatur air keluar ke temperatur bak penampung disebabkan oleh adanya kalor yang hilang dari kolektor dan juga dipengaruhi oleh kecepatan angin yang ada di sekitar kolektor pelat datar ditempatkan.



Gambar 4. Perbandingan temperatur antara kolektor berpenutup satu lapis dan dua lapis

Total laju kalor yang hilang antara kolektor berpenutup satu lapis dan dua lapis dapat dilihat pada Gambar 6. Hasil pengamatan rata-rata dari 14 hari pengamatan dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

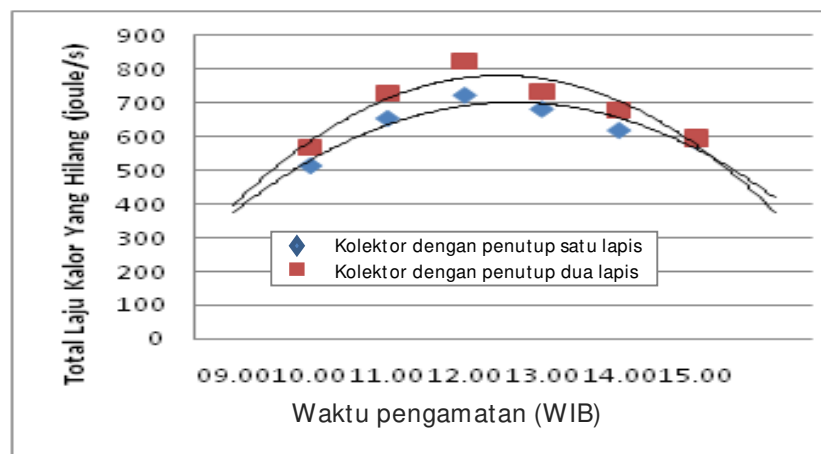
Tabel 4: Laju kalor rata-rata yang hilang selama 14 hari pengamatan untuk kolektor berpenutup satu lapis

No	Waktu (Jam)	Q_a (joule/s)	Q_s (joule/s)	Q_b (joule/s)	Q_t (joule/s)
1	10.00	193,5	246,0	73,5	512,5
2	11.00	239,0	319,5	95,5	653,5
3	12.00	260,5	355,5	106,0	722,5
4	13.00	254,0	329,0	98,0	681,0
5	14.00	247,0	285,5	85,0	618,0
6	15.00	241,0	265,5	79,0	585,5

Tabel 5: Laju kalor rata-rata yang hilang selama 14 hari pengamatan untuk kolektor berpenutup dua lapis

No	Waktu (Jam)	Q_a (joule/s)	Q_s (joule/s)	Q_b (joule/s)	Q_t (joule/s)
1	10.00	175,5	303,0	90,5	569,0
2	11.00	219,5	392,0	117,0	728,5
3	12.00	246,0	452,5	124,5	823,0
4	13.00	225,0	391,5	117,0	733,5
5	14.00	214,5	356,0	106,5	677,0
6	15.00	193,5	310,0	92,5	596,0

Total laju kalor yang hilang pada Tabel 4 dan Tabel 5 tersebut digambarkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik hubungan total laju kalor yang hilang dari kolektor terhadap waktu pengamatan

Total laju kalor yang hilang rata-rata tertinggi pada kolektor berpenutup dua lapis dan berpenutup satu lapis berturut-turut sebesar 823,0 joule/s dan 722,5 joule/s. Total laju kalor yang hilang berbanding lurus dengan temperatur kolektor, semakin tinggi temperatur di dalam kolektor maka laju kalor yang hilang juga akan semakin tinggi demikian sebaliknya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil pengamatan dan pengukuran temperatur kolektor rata-rata tertinggi pada kolektor berpenutup dua lapis dan satu lapis berturut-turut sebesar 95,5° dan 84° C. Laju kalor yang hilang lewat samping dan bawah kolektor pada kolektor berpenutup dua lapis lebih besar dibanding dengan kolektor berpenutup satu lapis, hal ini dikarenakan untuk menghitung koefisien kalor yang hilang lewat samping dan bawah kolektor tidak bergantung dengan jumlah lapis penutup kolektor, berbeda dengan koefisien kalor yang hilang lewat atas kolektor yang bergantung dengan jumlah lapis penutup kolektor. Kolektor berpenutup dua lapis dan berpenutup satu lapis memiliki nilai total laju kalor yang hilang rata-rata tertinggi berturut-turut sebesar 823,0 joule/s dan 722,5 joule/s. Untuk menghasilkan temperatur kolektor dan temperatur air panas yang dihasilkan dengan temperatur lebih tinggi mengganti pelat penyerap aluminium dan dengan.

DAFTAR PUSTAKA

- Culp, W.A. 1979. Prinsip Prinsip Konversi Energi. Terjemahan Ir. Darwin Sitompul M.Eng. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Dixon, A.E. 1978. *Solar Energy Conversion and Introductory Course*.canada: Pergamon press.
- Howell, Jhon.R. 1982. *Solar Thermal Energy System*. United Stated of America:McGraw-Hill.
- Rahman, M., Lanya, B., Thamrin. 2013. Rancang Bangun Alat Pengumpul Panas Energi Matahari dengan Sistem Termosifon. Jurnal Teknik Pertanian Lampung. Vol. 2, No. 2: 95-104.
- Sudia, B. 2010. Unjuk Kerja Kolektor Surya Pelat Datar Menggunakan Konsentrator Dua Cermin Datar. Dinamika Jurnal Ilmiah Teknik Mesin. Vol 1, No. 2: 2085-8817.