

PENENTUAN EFISIENSI KOLEKTOR PELAT DATAR DENGAN PENUTUP KACA PADA SISTEM PEMANAS AIR SURYA

Zelviana, Maksi Ginting, Sugianto

**Mahasiswa Program S1 Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau
Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia
*zelviana14@gmail.com***

ABSTRACT

A research has been conducted to determine the efficiency of flat plate collector with its cover made from glass. Solar water heaters were made and comprised of five essential components, namely a protective box, a plate absorbent, an insulator, an iron pipe, and a transparent cover. In this study, the water was flown into the water tank, through a collector, and then the water flowed into a tube collectors. The collectors used in this study were flat plate collectors with one and two layer lid. The data was collected within 14 days, starting from 9.00 am until 3.00 pm WIB with one hour time interval. The average efficiency for a single layer collector was 42.62 % to 62.14 % , and for the two layer collectors was 51.69 % to 85.74 % . These results showed that the loss of heat on a flat plate collector with two layer was smaller than those of a single layer collector.

Keywords: Solar water heater, flat plate collector, collector efficiency

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk menentukan efisiensi kolektor pelat datar dengan penutup kaca. Alat pemanas air tenaga surya dibuat dan disusun dari lima komponen penting, yaitu kotak pelindung, pelat penyerap, isolator, pipa besi, dan penutup transparan. Pada penelitian ini, air dialirkan ke dalam tangki air, melalui kolektor, dan kemudian air masuk ke dalam bak penampung. Kolektor yang digunakan yaitu kolektor pelat datar berpenutup satu dan dua lapis. Pengambilan data dilakukan selama 14 hari mulai pukul 09.00 WIB hingga 15.00 WIB dalam setiap selang waktu pengamatan satu jam. Efisiensi rata-rata untuk kolektor pelat datar berpenutup satu lapis adalah sebesar 42,62% sampai 62,14%, sedangkan untuk kolektor pelat datar berpenutup dua lapis adalah sebesar 51,69% sampai 85,74%. Hasil ini menunjukkan bahwa panas yang hilang pada alat dengan kolektor pelat datar berpenutup dua lapis lebih sedikit dari kolektor pelat datar berpenutup satu lapis.

Kata Kunci: Pemanas air tenaga surya, kolektor pelat datar, efisiensi kolektor

PENDAHULUAN

Sumber energi alternatif yang dapat digunakan manusia sebagai solusi dari krisis energi saat ini adalah energi surya atau energi matahari. Energi surya adalah sumber energi yang terdapat di alam, dimana tidak polutan, tidak habis dan gratis. Energi surya mempunyai keunggulan dibandingkan dengan sumber energi alternatif lainnya antara lain berlimpah, bersifat terbarukan tidak akan pernah habis dan dapat dimanfaatkan baik secara langsung maupun tidak langsung dan merupakan sumber energi sepanjang masa.

Pemanfaatan sumber energi surya yang paling banyak yaitu untuk pemanas (Rahardjo, 2005). Pemanas air telah banyak dijual dipasaran, akan tetapi harganya relatif mahal dapat mencapai puluhan juta rupiah tergantung kapasitas dan kualitasnya, sehingga tidak terjangkau oleh masyarakat secara luas.

Kolektor pelat datar (*Flat-plate collector*) sering digunakan dalam memanfaatkan energi surya. Kolektor pelat datar ini memiliki kelemahan dan keuntungan (Ginting, 1996). Kelemahan kolektor ini adalah efisiensinya lebih kecil, hal ini disebabkan karena kolektor kehilangan panas secara konveksi maupun radiasi yang relatif besar. Keuntungan utama dari kolektor pelat datar adalah dapat menyerap dengan baik radiasi matahari yang mengenai kolektor tersebut. Kolektor pelat datar ini juga sangat mudah dirancang, tidak memerlukan biaya besar, mudah perawatannya, dan sederhana penggunaannya (Duffie, 1980). Kolektor ini menyerap energi radiasi

matahari dan mengkonversikan menjadi panas di antara kaca penutup bawah dan pelat penyerap. Efisiensi kolektor pelat datar tidak konstan dan dipengaruhi oleh panas yang dihasilkan kolektor, fluks radiasi datang dan luas pelat penyerap. Semakin besar panas yang dihasilkan maka efisiensinya semakin besar dan sebaliknya.

METODE PENELITIAN

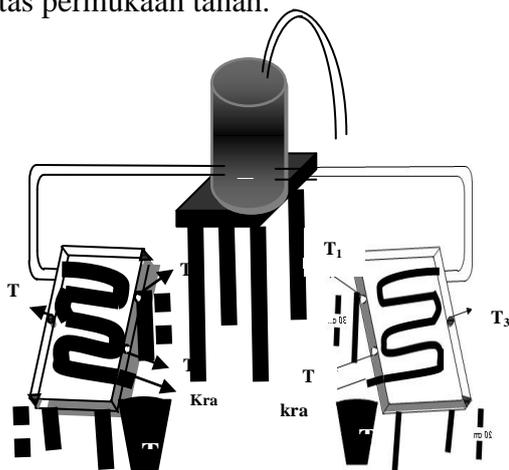
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Komponen utama yang digunakan terdiri dari dua buah kolektor pelat datar, tangki air, dan bak penampung. Kolektor pelat datar terdiri dari beberapa komponen yaitu kotak pelindung, pelat penyerap, isolator, pipa besi, dan penutup transparan. Kolektor pelat datar merupakan sebuah alat yang digunakan untuk memanaskan air yang mengalir kedalamnya dengan mengkonversikan energi radiasi matahari menjadi panas.

Keuntungan utama dari sebuah kolektor pelat datar adalah dapat memanfaatkan radiasi sorotan dan sebaran. Kolektor pelat datar ini digunakan untuk memanaskan ruangan dalam rumah, pengkondisian udara, dan proses-proses pemanasan dalam industri (Duffie, 1980). Pelat penyerap terbuat dari seng yang dicat dengan warna hitam, fungsi pelat penyerap untuk menyerap kalor dari radiasi cahaya matahari. Isolator terbuat dari busa dan serbuk kayu berfungsi untuk meminimalisasi kehilangan panas

secara konduksi dari penyerap menuju lingkungan. Pipa besi berfungsi untuk mengalirkan air didalam kolektor pelat datar agar air yang dihasilkan menjadi lebih panas. Penutup transparan (kaca) berfungsi untuk mengurangi rugi panas secara konveksi menuju lingkungan.

Tangki air digunakan sebagai wadah penampung air untuk dialirkan kedalam kolektor pelat datar. Bak penampung digunakan untuk menampung air yang keluar dari kolektor pelat datar tersebut. Bak penampung ini dibalut dengan karung goni supaya panas air yang berada di dalam bak penampung tersebut tidak banyak kalor yang hilang.

Gambar 1 menunjukkan rangkaian pemanas air tenaga surya jenis kolektor pelat datar. Gambar tersebut terdiri dari dua kolektor yang berbeda yaitu berpenutup satu lapis dan berpenutup dua lapis dari kaca transparan. Kolektor diletakkan diatas permukaan tanah sedemikian rupa sehingga posisi kedua kolektor miring dengan kemiringan bergantung kepada kaki-kaki kolektor yang ditempatkan diatas permukaan tanah.



Gambar 1. Skema pemanas air tenaga surya

Pengujian yang dilakukan selama 14 hari dimulai pada pukul 09.00 WIB sampai pukul 15.00 WIB, setiap satu jam sekali baru dicatat besar suhu yang dihasilkan kolektor pelat datar. Air masukkan kedalam tangki air, ukur berapa suhu air yang ada di dalam tangki (T_1) setelah satu jam berikutnya. Kran hidupkan hingga air mengalir dari tangki ke dalam kolektor, ukur suhu sekitar (T_s). Air yang mengalir ke dalam kolektor pelat datar berpenutup satu lapis dan dua lapis kaca, ukur suhu air masuk ke kolektor (T_1), dipertengahan kolektor (T_2), dan diujung kolektor air keluar. Air yang keluar dari kolektor pelat datar berpenutup satu lapis dan dua lapis kaca, ukur suhu air yang dihasilkan (T_{ak}), dan catat suhu air yang ada didalam bak penampung. Penelitian dilakukan di samping Laboratorium Fisika Energi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

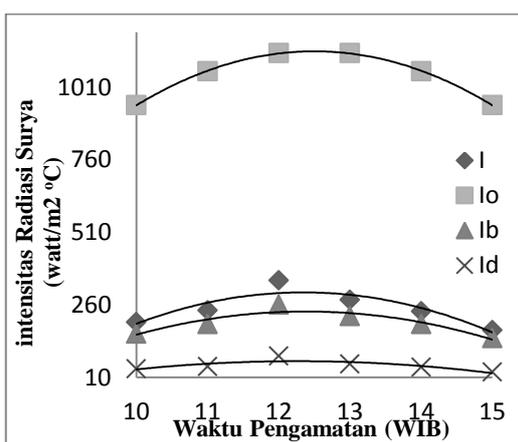
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini secara keseluruhan ditampilkan dalam tabel dan grafik. Data-data yang ditampilkan merupakan data rata-rata dari 14 hari pengamatan. Berdasarkan prosedur penelitian diperoleh hasil pengamatan pada kolektor pelat datar dengan penutup kaca satu dan dua lapis yang dapat dilihat pada Tabel 1 sampai Tabel 3, dan data yang tertera pada Tabel 1 sampai Tabel 3 dapat diplot grafik yang dapat dilihat pada Gambar 2 sampai Gambar 4.

Tabel 1. Data intensitas radiasi terhadap waktu pengamatan dengan menggunakan simple pyrheliometer

No	Jam (WIB)	I (W/m^2)	I _o (W/m^2)	I _b (W/m^2)	I _d (W/m^2)	I _k (%)
1	10.00	200	948,54	160,58	39,42	21,09
2	11.00	241	1065,0	193,91	47,09	22,64
3	12.00	344	1128,10	260,85	83,15	30,50
4	13.00	277	1128,10	221,49	55,50	24,56
5	14.00	238	1065,0	193,30	44,69	22,35
6	15.00	173	948,54	144,87	28,13	18,24

Maka Tabel 1 pada grafik antara intensitas radiasi terhadap waktu pengamatan dari kolektor pelat datar diplot seperti Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan intensitas radiasi antara waktu pengamatan.

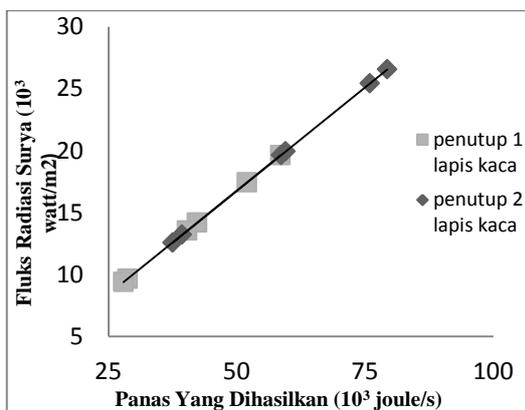
Tabel 1 dan Gambar 2 memperlihatkan bahwa keadaan intensitas naik secara perlahan dari pukul 10.00 WIB hingga mencapai maksimum pada pukul 12.00 WIB. Nilai intensitas radiasi surya rata-rata masing-masing yaitu sebesar intensitas radiasi global $344 W/m^2$, indeks kecerahan $30,50\%$, intensitas

radiasi diffusi $83,15 W/m^2$, intensitas radiasi berkas $260,85 W/m^2$ dan intensitas radiasi surya $1128,10 W/m^2$. Intensitas radiasi naik secara perlahan dikarenakan energi surya yang dipancarkan ke bumi semakin besar. Intensitas radiasi surya tertinggi berada pada pukul 12.00 WIB dikarenakan pada saat itu sudut datang radiasi surya paling kecil (keadaan kolektor tegak lurus dengan radiasi surya), sehingga luas permukaan bumi yang disinari surya akan semakin kecil yang mengakibatkan intensitas yang dihasilkan akan semakin besar. Nilai intensitas akan turun lebih lambat dibandingkan dengan kenaikannya dipagi hari, hal ini dapat dilihat pada Tabel 1. Intensitas radiasi surya dan radiasi lainnya yang paling rendah berada pada pukul 15.00 WIB dengan nilai intensitas, radiasi surya, indeks kecerahan, radiasi diffuse dan radiasi berkas secara berturut-turut sebesar $173 W/m^2$, $948,54 W/m^2$, $18,24\%$, $28,13 W/m^2$, dan $144,87 W/m^2$, hal ini dikarenakan besarnya sudut datang radiasi surya sehingga nilai yang dihasilkan mengalami penurunan

Tabel 2. Hubungan antara fluks radiasi surya yang diserap pelat penyerap terhadap panas yang dihasilkan kolektor pelat datar berpenutup satu lapis dan dua lapis.

No	Jam (WIB)	Berpenutup satu lapis		Berpenutup dua lapis	
		S (w/m ²)	Qu (joule/s)	S (w/m ²)	Qu (joule/s)
1	10.00	9649	28728	12580	37536
2	11.00	14185	42269	19635	58634
3	12.00	19626	58557	26549	79331
4	13.00	17437	51988	25434	75983
5	14.00	13548	40350	19941	59531
6	15.00	9394	27906	13201	39349

Maka Tabel 2 pada grafik fluks radiasi surya yang diserap pelat penyerap terhadap panas yang dihasilkan kolektor pelat datar berpenutup satu dan dua lapis diplot seperti Gambar 3.



Gambar 3. Grafik hubungan fluks radiasi surya yang diserap pelat penyerap terhadap panas yang dihasilkan kolektor.

Besarnya fluks radiasi surya juga mempengaruhi panas yang dihasilkan oleh kolektor pelat datar

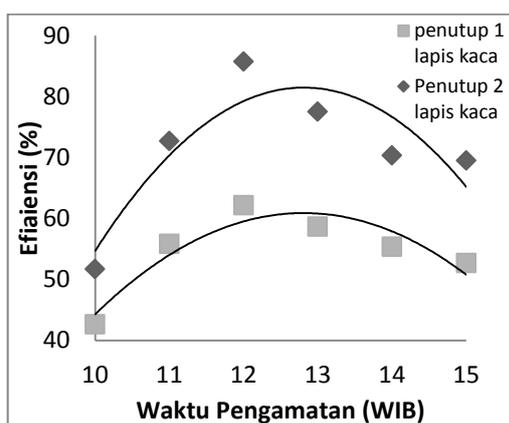
yang berpenutup satu maupun yang dua lapis. Semakin besar nilai fluks radiasi surya maka semakin besar panas yang dihasilkan, hal ini dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 3. Fluks radiasi terbesar diperoleh pada pukul 12.00 WIB dengan nilai 19626 Watt/m² untuk kolektor berpenutup satu lapis dengan nilai panas yang dihasilkan sebesar 58557 joule/s. Kolektor berpenutup dua lapis nilai fluks radiasi sebesar 26549 Watt/m² dan nilai panas yang dihasilkan sebesar 79331 joule/s. Besarnya nilai fluks radiasi surya dipengaruhi oleh intensitas radiasi diffuse, intensitas radiasi berkas, faktor geometri, dan transmisivitas. Semakin besar nilai intensitas radiasi diffusi maka nilai fluks radiasi surya juga semakin besar.

Data hasil efisiensi yang diperoleh dapat diolah jika diketahui kecepatan angin. Efisiensi kolektor pelat datar berpenutup satu dan dua lapis terhadap waktu pengamatan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data efisiensi terhadap waktu pengamatan yang dihasilkan oleh kolektor pelat datar berpenutup satu lapis dan dua lapis kaca.

No	Jam (WIB)	Berpenutup satu lapis	Berpenutup dua lapis
		η (%)	η (%)
1	10.00	42,62	51,69
2	11.00	55,82	72,70
3	12.00	62,14	85,74
4	13.00	58,66	77,49
5	14.00	55,33	70,30
6	15.00	52,66	69,48

Tabel 3 maka dapat diplot grafik antara efisiensi terhadap waktu pengamatan dari kolektor pelat datar seperti Gambar 4.



Gambar 4. Grafik hubungan efisiensi antara waktu pengamatan.

Tabel 3 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa keadaan efisiensi naik secara perlahan dari pukul 10.00 WIB hingga mencapai maksimum pada pukul 12.00 WIB. Nilai efisiensi rata-rata untuk kolektor pelat datar berpenutup satu lapis kaca yaitu dari 42,62% sampai 62,14%, sedangkan untuk kolektor pelat datar berpenutup dua lapis kaca bernilai dari 51,69% sampai 85,74%, hal ini disebabkan faktor-faktor yang mempengaruhi nilai efisiensi juga meningkat seiring dengan mengecilnya

nilai dari sudut radiasi datang. Berdasarkan pembahasan tersebut, maka dapat dikatakan bahwa kolektor pelat datar berpenutup dua lapis memiliki efisiensi yang lebih besar dan lebih baik jika dijadikan sebagai pemanas air, hal ini disebabkan karena kalor yang hilang bernilai semakin kecil.

KESIMPULAN

Hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan antara lain yaitu pertama nilai efisiensi terbesar yang diperoleh pada pukul 12.00 WIB adalah sebesar 62,14% untuk kolektor pelat datar berpenutup satu lapis dan untuk kolektor berpenutup dua lapis sebesar 85,74%. Nilai efisiensi terendah pada pukul 10.00 WIB sebesar 42,62% untuk kolektor pelat datar berpenutup satu lapis dan untuk kolektor berpenutup dua lapis sebesar 51,69%.

Kolektor pelat datar berpenutup dua lapis lebih baik dijadikan sebagai pemanas air karena panas yang hilang sedikit yaitu antara $2,46 \text{ W/m}^2\text{C}$ – $2,87 \text{ W/m}^2\text{C}$ untuk kolektor pelat datar berpenutup satu lapis, sedangkan untuk kolektor berpenutup dua lapis berkisar antara $2,45 \text{ watt/m}^2\text{C}$ – $3,02 \text{ watt/m}^2\text{C}$. Besarnya nilai efisiensi, panas yang dihasilkan, fluks datang, fluks radiasi

surya, koefisien panas total yang hilang, dan transmisivitas dipengaruhi oleh besarnya intensitas radiasi, sudut datang, sudut deklinasi, sudut lintang lokasi (LU), dan bentuk geometri dari kolektor.

DAFTAR PUSTAKA

Arismunandar, W. 1985 "*Teknologi Rekayasa Surya*", edisi pertama, , Jakarta: PT Pradnya Paramita.

Duffie, J.A, dan Beckman, W.A., 1980, "*Solar Engineering of Thermal Processes*," Hoboken, NJ: John Wiley and Sons, New York.

Ginting, M. 1996. Pembuatan dan Pengujian Alat Pengereng Surya Untuk Hasil-hasil Pertanian. Tesis. Universitas Indonesia; Jakarta.

Rahardjo T. 2005. "Unjuk Kerja Pemanas Air Jenis Kolektor Surya Plat Datar dengan Satu dan Dua Kaca Penutup", Jakarta: Jurusan Teknik Mesin - Universitas Kristen Petra.