

# **SISTEM PEMANFAATAN ENERGI SURYA UNTUK PEMANAS AIR DENGAN MENGGUNAKAN KOLEKTOR PALUNGAN**

**Fatmawati, Maksi Ginting, Walfred Tambunan**

**Mahasiswa Program S1 Fisika  
Bidang Fisika Energi Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia  
*fatmawati.fisika@yahoo.co.id***

## **ABSTRACT**

A research has been conducted on Solar Energy Utilization System for Water Heater using Trough Collector. This research was carried out using an experimental method by putting in place an opened trough collector that exposed to sunlight. The highest temperature of collector produced was  $50,03^{\circ}\text{C}$  in average with an average temperature of water in the tank was  $40,07^{\circ}\text{C}$  at 1 PM, while the lowest temperature of collector was  $39,14^{\circ}\text{C}$  in average with an average temperature of water in the tank was  $35,28^{\circ}\text{C}$  at 10 AM. The highest temperature of collector occurred at 1 PM, because the intensity of solar radiation at the time reached the maximum value. The experimental results showed that the higher the intensity of solar radiation, the higher the temperature of the water produced. The temperature of collector was also influenced by loss heat of the collector conduction. The highest loss heat by conduction was 29,05 W at 1 PM, while the lowest loss heat by conduction was 16,85 W at 10 AM.

Keywords: *solar water heater, trough collector, brightness index*

## **ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian pemanfaatan energi surya untuk pemanas air menggunakan kolektor palungan. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode eksperimen dengan menempatkan kolektor palungan di tempat terbuka yang terkena sinar matahari secara langsung. Temperatur kolektor tertinggi rata-rata adalah  $50,03^{\circ}\text{C}$  dengan temperatur rata-rata air pada bak penampung sebesar  $40,07^{\circ}\text{C}$  pada pukul 13.00 WIB, sedangkan temperatur kolektor terendah rata-rata adalah  $39,14^{\circ}\text{C}$  dengan temperatur rata-rata air pada bak penampung sebesar  $35,28^{\circ}\text{C}$  pada saat pukul 10.00 WIB. Temperatur air tertinggi rata-rata terjadi pada pukul 13.00 WIB disebabkan karena intensitas radiasi matahari pada waktu tersebut mencapai harga maksimum. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa semakin tinggi intensitas radiasi matahari maka semakin tinggi temperatur air. Temperatur kolektor juga dipengaruhi oleh besarnya kalor yang hilang secara konduksi dari kolektor tersebut. Kalor yang hilang secara konduksi tertinggi rata-

rata sebesar 29,05 W pada pukul 13.00 WIB, sedangkan kalor yang hilang secara konduksi terendah rata-rata sebesar 16,85 W pada pukul 10.00 WIB.

Kata kunci: *pemanas air energi surya, kolektor palungan, indeks kecerahan*

## **PENDAHULUAN**

Energi surya merupakan energi yang persediaannya tidak akan pernah habis dan sifatnya relatif bebas polusi (Culp, 1979). Pemanfaatan energi surya dapat dilakukan di daerah tropis, salah satunya adalah daerah Provinsi Riau yang memiliki potensi energi surya yang cukup baik. Pengembangan pemanfaatan energi surya perlu dilakukan karena konsumsi energi semakin meningkat dan pertumbuhan jumlah penduduk semakin pesat, sementara persediaan sumber daya alam semakin langka dan terbatas. Penggunaan energi alternatif memberikan manfaat terhadap penghematan konsumsi listrik digunakan untuk membangkitkan energi (Pramukti, 2012).

Energi surya dapat dimanfaatkan sebagai alat pengering hasil pertanian dan perikanan, pembangkit tenaga listrik, pemanas air dan lain-lain. Pemanas air dengan menggunakan energi surya memiliki keunggulan dibandingkan pemanas air dengan menggunakan listrik, minyak bumi dan gas, karena pemanas air dengan memanfaatkan energi surya persediaannya tidak akan pernah habis.

Matahari merupakan sumber energi yang sangat besar dan daya yang dihasilkan dari permukaan matahari sekitar  $3,7 \times 10^{23}$  kW. Daya matahari yang besar ini dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya dapat dimanfaatkan sebagai pemanas air. Energi surya yang sampai di permukaan

bumi dapat digunakan secara langsung maupun secara tidak langsung. Penggunaan energi secara langsung biasanya digunakan secara konvensional khususnya untuk pengeringan hasil pertanian sedangkan penggunaan energi secara tidak langsung digunakan untuk pemanas air (Duffie dan Beckman, 1980).

Penelitian ini menggunakan kolektor palungan untuk dimanfaatkan sebagai pemanas air. Kolektor palungan adalah salah satu kolektor yang memanfaatkan energi matahari sebagai alat untuk dikonversikan menjadi energi panas yaitu untuk pemanas air. Kolektor palungan mengumpulkan energi matahari yang terpancar pada reflektor. Reflektor memfokuskan energi matahari ke pipa penyerap yang didalamnya dialiri oleh fluida. Aliran air yang mengalir dari tanki air ke dalam pipa penyerap pada kolektor menerapkan prinsip Bernoulli karena air di dalam tanki air dijaga konstan.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu membuat alat pemanas air dengan menggunakan kolektor palungan. Kolektor palungan memiliki komponen penting yaitu reflektor dan pipa penyerap. Penelitian ini menggunakan seng pelat sebagai reflektornya dan pipa penyerapnya menggunakan pipa aluminium. Kolektor dibuat dengan menggunakan triplek yang berukuran panjang 244 cm, lebar

144 cm dan ketebalan 3 mm. Triplek dibentuk lingkaran dengan diameter 100 cm dan dipotong menjadi 4 bagian yang membentuk sudut 90°. Bagian dari yang telah dipotong tersebut, kemudian bagian ujung sudutnya dipotong dengan titik fokus ½ x jari-jari. Kolektor ini menggunakan dua bagian sisi yaitu sisi kiri dan sisi kanan. Kedua bagian sisi dihubungkan dengan jarak 180 cm, bagian bawah sisi dilapisi oleh triplek dan diberi kayu bluti dengan ketebalan 1 cm sehingga terbentuk menjadi lengkung serta diberi paku pada masing-masing bagian ujung sisi tersebut. Bagian yang telah terbentuk lengkungan dilapisi busa dengan ketebalan 2 cm sebagai isolator dan dilapisi lagi oleh triplek serta bagian atas triplek diberi seng pelat sebagai reflektor. Bagian ujung triplek yang telah dipotong dengan titik fokus ½ x jari-jari diberi lubang untuk meletakkan pipa aluminium dengan panjang 180 cm dan diameter ½ inci serta dicat warna hitam agar menyerap panas lebih baik.

Gambar 1 menunjukkan skema prosedur penelitian pemanas air energi surya. Kolektor diletakkan menghadap utara-selatan agar kolektor dapat diputar mengikuti pergerakan sinar matahari. Penelitian dilakukan dari pukul 09.00 WIB sampai pukul 15.00 WIB. Penelitian dimulai dengan pengisian air ke dalam tanki. Sebelum air dari tanki mengalir ke pipa penyerap pada kolektor, pasang termometer terlebih dahulu di awal, di tengah dan diujung pipa penyerap. Atur posisi kolektor agar reflektor tegak lurus terhadap sinar matahari. Pengamatan dilakukan setiap 60 menit sekali untuk mengukur T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> dan kolektor diputar agar posisinya tetap tegak lurus terhadap sinar matahari.

Air yang keluar dari kolektor ditampung dalam bak penampung.

Pemanasan air terjadi di dalam pipa penyerap secara konveksi dari pipa ke air. Air ini mengalir sehingga terjadi proses pertukaran kalor. Sinar matahari yang dikumpulkan oleh reflektor di pantulkan ke pipa penyerap (Pramukti, 2012).

Penelitian ini menggunakan alat *Simple Pyrheliometer* untuk menghitung intensitas radiasi matahari dengan cara mengukur kenaikan temperatur air dalam bejana *Simple Pyrheliometer* dan waktu (t) selama 60 menit dan besar intensitas radiasi matahari dihitung dengan menggunakan persamaan: (Thekaekara, 1965)

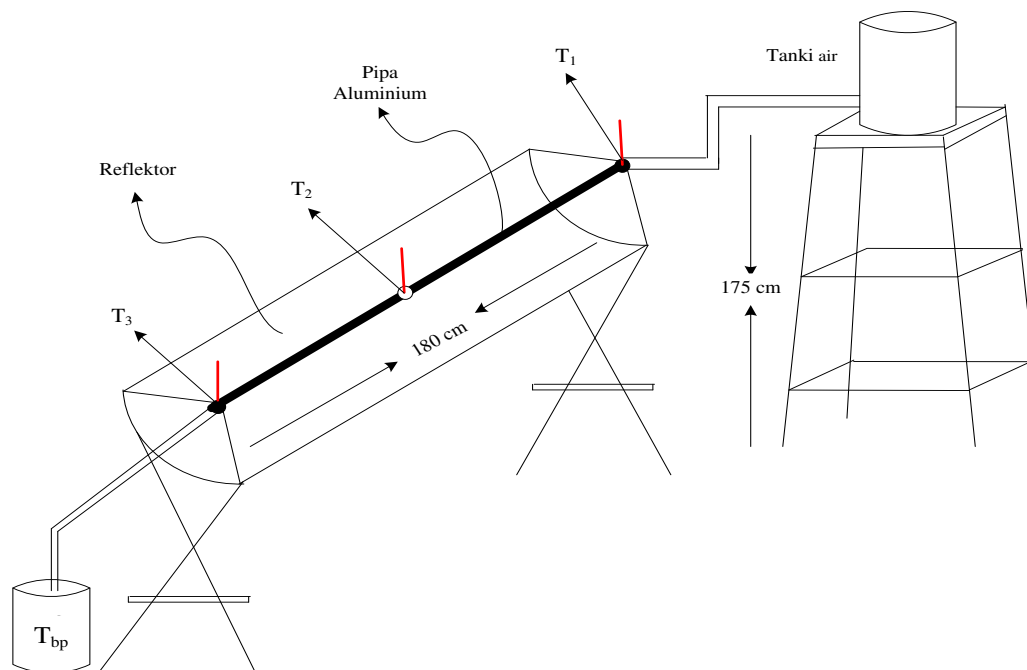
$$I = 840 \frac{(\Delta T)}{(\Delta t)} \quad (1)$$

Radiasi ekstraterrestrial adalah energi matahari yang dipancarkan ke permukaan bumi. Radiasi ekstraterrestrial merupakan intensitas radiasi matahari yang dihitung dengan menggunakan persamaan: (Duffie dan Beckman, 1980)

$$I_o = \frac{12}{\pi} \cdot 3600 \cdot G_{sc} \left[ 1 + 0,033 \cos \frac{360 n}{365} \right] \left[ \cos \phi \cos \delta (\sin \omega_2 - \sin \omega_1) + \frac{2\pi(\omega_2 - \omega_1)}{360} \sin \phi \sin \delta \right] \quad (2)$$

Indeks kecerahan (I<sub>k</sub>) merupakan perbandingan antara intensitas radiasi matahari yang diambil dari data lapangan dengan intensitas radiasi matahari hasil perhitungan yang dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$I_k = \frac{I}{I_o} \quad (3)$$



Gambar 1. Pemanas Air Energi Surya

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan alat *Simple pyrheliometer* untuk mengukur intensitas radiasi matahari. Pengukuran dilakukan dari pukul 10.00 WIB sampai pukul 15.00 WIB. Intensitas radiasi matahari yang sampai ke permukaan bumi berbeda-beda tergantung pada cuaca. Intensitas radiasi matahari ( $I$ ) dihitung dengan menggunakan persamaan 1, besar radiasi ekstraterrestrial ( $I_o$ ) dengan menggunakan persamaan 2, sedangkan indeks kecerahan ( $I_k$ ) dihitung dengan menggunakan persamaan (3).

### a. Intensitas radiasi matahari dan indeks kecerahan

Hasil pengamatan intensitas radiasi matahari dan indeks kecerahan

selama 14 hari pengamatan dapat dilihat pada Tabel 1 dan digambarkan dalam bentuk grafik pada Gambar 2.

Tabel 1. Intensitas radiasi matahari menggunakan alat *Simple Pyrheliometer* ( $I$ ), radiasi ekstraterrestrial ( $I_o$ ) dan indeks kecerahan ( $I_k$ )

No.	Waktu (Pukul)	$I$ ( $W/m^2$ )	$I_o$ ( $W/m^2$ )	$I_k$ (%)
1	10.00	185,92	1004,36	18,51
2	11.00	222,04	1144,18	19,40
3	12.00	244,02	1191,97	20,47
4	13.00	326,06	1191,97	27,35
5	14.00	262,92	1144,18	22,97
6	15.00	213,08	1004,36	21,21

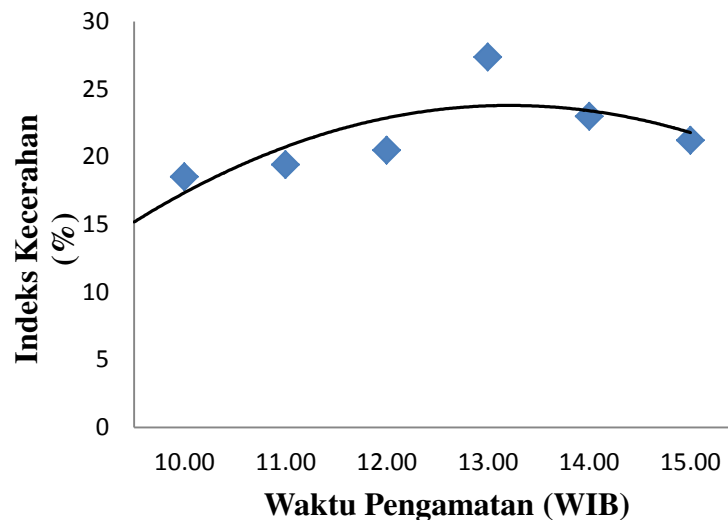
Berdasarkan Tabel 1, intensitas radiasi matahari dengan menggunakan

*Simple Pyrheliometer* memiliki nilai tertinggi terjadi pada pukul 13.00 WIB yaitu sebesar  $326,06 \text{ W/m}^2$ , sedangkan intensitas radiasi matahari terendah terjadi pada pukul 10.00 WIB yaitu sebesar  $185,92 \text{ W/m}^2$ . Intensitas radiasi matahari tertinggi terjadi pada pukul 13.00 WIB disebabkan karena pada waktu tersebut sinar matahari mulai cerah dan tidak terlalu banyak ditutupi oleh awan. Awan sangat berpengaruh terhadap intensitas radiasi matahari yang dapat menyebabkan panas yang diterima bumi relatif sedikit. Intensitas radiasi matahari terendah terjadi pada pukul 10.00 WIB karena semakin kecil sudut sinar datang berarti semakin miring datangnya sinar sehingga semakin kecil intensitas radiasi matahari yang diterima bumi.

## b. Temperatur kolektor

Energi matahari yang sampai di permukaan bumi sangat berpengaruh terhadap temperatur yang dihasilkan oleh kolektor. Semakin besar energi matahari yang diterima oleh kolektor maka semakin besar pula temperatur kolektor yang dihasilkan. Sinar matahari yang jatuh pada permukaan reflektor dipantulkan ke pipa penyerap. Sinar matahari harus terfokus pada reflektor agar pipa penyerap bisa menghasilkan temperatur yang maksimum. Temperatur yang dihasilkan kolektor dipengaruhi oleh besarnya laju perpindahan kalor secara konduksi.

Data rata-rata dari hasil pengamatan temperatur sekitar ( $T_s$ ), temperatur kolektor ( $T_{kl}$ ), temperatur air keluar ( $T_{ak}$ ), temperatur bak penampung ( $T_{bp}$ ) dan kalor yang hilang secara konduksi selama 14 hari pengamatan ditampilkan pada Tabel 2.



Gambar 2. Grafik hubungan antara indeks kecerahan terhadap waktu pengamatan

Tabel 2. Data rata-rata temperatur sekitar, temperatur kolektor, temperatur air keluar, temperatur bak penampung dan kalor yang hilang secara konduksi

Sudut ( $\theta$ )	Waktu (Pukul)	$T_s$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$T_{kl}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$T_{ak}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$T_{bp}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$Q_k$ (W)
16	10.00	30,14	39,14	37,78	35,28	16,86
16	11.00	31,35	41,33	39,92	36,57	18,80
16	12.00	32,35	43,02	41,92	37,14	20,00
16	13.00	34,35	50,03	48,50	40,07	29,05
16	14.00	33,78	47,15	45,35	38,64	24,48
16	15.00	32,78	45,43	43,57	37,28	22,49

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa temperatur kolektor ( $T_{kl}$ ) tertinggi rata-rata yang dihasilkan sebesar  $50,03^{\circ}\text{C}$  terjadi pada pukul 13.00 WIB sedangkan temperatur kolektor ( $T_{kl}$ ) terendah rata-rata yang dihasilkan sebesar  $39,14^{\circ}\text{C}$  terjadi pada pukul 10.00 WIB. Temperatur yang dihasilkan kolektor mencapai nilai maksimum pada pukul 13.00 WIB, karena pada saat waktu tersebut intensitas radiasi matahari bernilai maksimum. Temperatur yang dihasilkan oleh kolektor tergantung besarnya energi matahari yang diserap dan dipantulkan oleh reflektor ke pipa penyerap. Temperatur kolektor terendah terjadi pada pukul 10.00 WIB disebabkan karena energi matahari yang dikumpulkan oleh reflektor masih sedikit sehingga semakin kecil pula energi panas yang dipantulkan ke pipa penyerap. Temperatur air pada bak penampung tertinggi rata-rata yang dihasilkan sebesar  $40,07^{\circ}\text{C}$  sedangkan temperatur air pada bak penampung terendah yang dihasilkan sebesar  $35,28^{\circ}\text{C}$ . Temperatur pada bak penampung mencapai nilai maksimum pada pukul 13.00 WIB berbanding lurus terhadap temperatur yang dihasilkan

oleh kolektor. Temperatur bak penampung setelah mencapai titik maksimum, kemudian mengalami penurunan dari pukul 14.00 WIB sampai pukul 15.00 WIB disebabkan karena intensitas radiasi matahari yang sampai di permukaan bumi semakin berkurang, partikel air di dalam bak penampung berpindah ke lingkungan dan adanya angin di sekitar bak penampung.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa intensitas radiasi matahari tertinggi sebesar  $326,06 \text{ W/m}^2$  terjadi pada pukul 13.00 WIB yang menghasilkan temperatur kolektor sebesar  $50,03^{\circ}\text{C}$  dengan temperatur air pada bak penampung sebesar  $40,07^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan intensitas radiasi matahari terendah sebesar  $185,92 \text{ W/m}^2$  terjadi pada pukul 10.00 WIB yang menghasilkan temperatur kolektor sebesar  $39,14^{\circ}\text{C}$  dengan temperatur air pada bak penampung  $35,28^{\circ}\text{C}$ . Temperatur yang dihasilkan kolektor bernilai maksimum terjadi pada pukul 13.00 WIB karena energi matahari yang jatuh pada permukaan reflektor semakin

besar sehingga semakin besar pula energi panas yang dipantulkan ke pipa penyerap, sedangkan temperatur yang dihasilkan kolektor bernilai minimum terjadi pada pukul 10.00 WIB karena energi matahari yang sampai di permukaan reflektor masih kecil sehingga energi panas yang dipantulkan ke pipa penyerap juga semakin kecil. Laju kalor yang hilang secara konduksi tertinggi sebesar 29,05 W sedangkan laju kalor yang hilang secara konduksi terendah sebesar 16,86 W.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Drs. Sugianto M. Si yang telah bersedia memberikan saran dan motivasi.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Culp, W. A. 1979. *Prinsip-Prinsip Konversi Energi*. Terjemahan Darwin Sitompul. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Duffi, J. A dan Beckman, W. A. 1980. *Solar Engineering of Thermal Processes*. A Wiley Interscience Publication, Canada.
- Pramukti, A. 2012. Pengaruh arah Parabolic Trough Collector (PTC) terhadap Efisiensinya. Skripsi. Teknik Mesin Universitas Indonesia, Depok.
- Thekaekara, M. P. 1965. *The Solar Constant And Spectral Distribution Of Solar Radiant Flux*. Ogawa Seiki Co, Tokyo.