

## ANALISIS KINERJA KOLEKTOR SURYA ZINCALUM

**Tabah Priangkoso\*, Agus Krestanto dan Darmanto**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim

Jl. Menoreh Tengah X/22, Sampangan, Semarang 50236.

\*Email: tabah@unwahas.ac.id

### Abstrak

*Kolektor surya biasa digunakan untuk memanaskan air guna keperluan rumah tangga, hotel, atau rumah sakit. Kolektor pelat datar banyak dipilih karena konstruksinya yang sederhana, murah, dan dapat dibuat sendiri. Salah satu material yang memiliki potensi sebagai penyerap kalor radiasi surya adalah zincalum yang murah dan mudah didapat. Tujuan dari penelitian ini adalah menguji kemampuan atap zincalume dalam menyerap kalor dari sinar panas matahari dan membandingkannya dengan beberapa kolektor surya buatan pabrik. Kinerja kolektor zincalum tertinggi 433 W/m<sup>2</sup> lebih rendah dibanding beberapa kolektor bermerek. Namun demikian, dengan mempertimbangkan harga, kemudahan mendapatkannya, serta sederhana pembuatannya, kolektor zincalum lebih unggul dibanding kolektor lain yang lebih mahal dan rumit konstruksinya.*

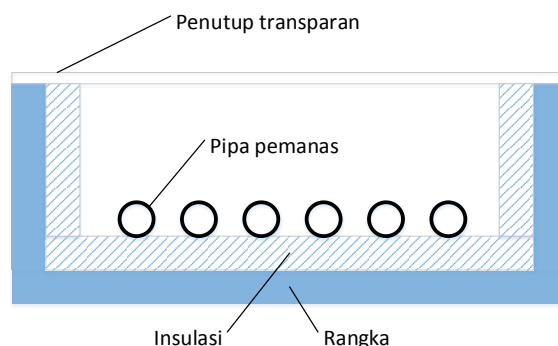
**Kata kunci:** zincalum, kolektor surya, kinerja kolektor

### 1. PENDAHULUAN

Dalam situasi energi fosil yang semakin langka, sumber energi terbarukan merupakan energi alternatif untuk digunakan. Salah satu sumber energi terbarukan yang tersedia dan melimpah adalah surya (matahari). Dalam penerapannya, energi surya dimanfaatkan untuk menghasilkan panas dan listrik. Pemanfaatan energi surya secara luas digunakan untuk memanaskan ruang dan air. Pemanas air surya merupakan peralatan yang secara luas digunakan untuk menyediakan air panas di rumah tinggal, hotel, atau rumah sakit.

Dalam sistem pemanasan surya guna menghasilkan air panas kolektor surya merupakan komponen utama. Kolektor surya menyerap kalor radiasi matahari untuk memanaskan air yang lewat di dalam kolektor. Terdapat banyak ragam kolektor surya di antaranya adalah kolektor pelat datar dan tabung hampa. Kolektor pelat datar banyak dipilih karena konstruksinya yang sederhana, murah, dan dapat dibuat sendiri (DIY/do-it yourself).

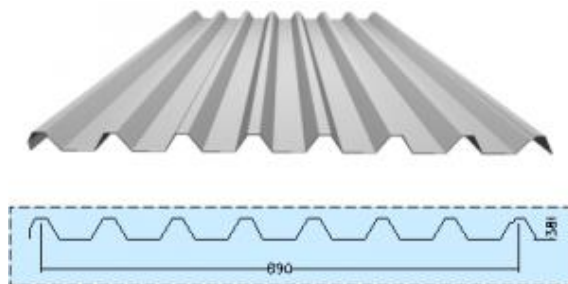
Secara umum, kolektor pelat datar memiliki konstruksi dengan bagian-bagian sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Kolektor pelat datar memiliki bagian utama pipa pemanas untuk menyerap kalor dari sinar panas matahari. Penutup transparan digunakan karena memiliki sifat efek rumah kaca yaitu meneruskan sinar panas matahari dan menahan panas tetap berada di dalam kolektor. Insulasi diterapkan agar kalor yang masuk ke dalam kolektor tidak keluar melalui dinding.



**Gambar 1** Konstruksi umum kolektor surya pelat datar

Salah satu alternatif bahan untuk menyerap kalor matahari adalah zincalum yang lazim digunakan untuk atap bangunan. Zincalum yang dipilih merupakan pelat baja yang dilapisi seng

dan alumunium dengan komposisi 45% seng dan 55% alumunium dengan kelas lapisan AZ150 (150 gr/m<sup>2</sup>) dan memiliki kekuatan tarik G550 (550 Mpa), dengan bentuk dan dimensi sebagaimana ditunjukkan Gambar 2



**Gambar 2 Dimensi atap zinalume dengan 8 gelombang dan panjang 73 cm**

Tujuan dari penelitian ini adalah menguji kinerja atap zinalume dalam menyerap kalor dari sinar panas matahari dan membandingkannya dengan kolektor surya dari beberapa merek buatan pabrik.

## 2. METODOLOGI

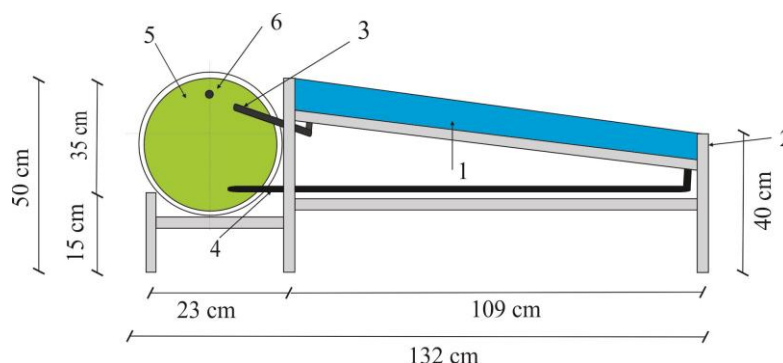
Atap zinalume yang dipilih sesuai yang beredar di pasar dan telah diberi warna biru oleh pabrik pembuatnya. Dua lembar atap disatukan saling berhadapan sehingga membentuk pelat kolektor dan profilnya membentuk 8 kanal yang akan dilewati air yang dipanaskan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.



**Gambar 3 Dua lembar atap zinalume disatukan saling berhadapan membentuk pelat kolektor dan 8 kanal air.**

Pengujian diawali dengan menempatkan pelat kolektor zinalume pada rangka dengan kemiringan pelat kolektor 30°. Kanal-kanal pada pelat kolektor dihubungkan dengan sebuah tangki air sehingga seluruh kanal terisi air. Rangka pengujian ditunjukkan pada Gambar 4.

Pengujian dilaksanakan di Brangsong, Kendal, Jawa Tengah, Indonesia pada koordinat 06°56'54.8"S 110°13'36.9"E selama 10 hari tanggal 8-17 November 2016 setiap hari mulai pukul 10:00 sampai dengan 15:00 WIB. Waktu mulai uji coba ditetapkan pukul 10:00 WIB pagi dengan pertimbangan pada jam tersebut matahari sudah terasa panas sinarnya. Sementara itu, pemilihan waktu berakhirnya percobaan pada pukul 15:00 WIB dengan pertimbangan intensitas panas matahari mulai pukul 15:00 WIB semakin cepat menurun.



**Gambar 4 Sketsa rangka pengujian (1) kolektor zinalume, (2) rangka, (3) pipa keluar, (4) pipa masuk, (5) tangki air, (6) pipa pengisi air.**

Kolektor zinalume diuji dengan penutup transparan kaca bening satu lapis dan bagian bawah dan samping diinsulasi menggunakan styrofoam untuk mencegah kalor keluar melalui dinding rangka. Tangki air juga diberi insulasi styrofoam agar kalor air yang telah dipanaskan tidak keluar melalui dinding tangki. Air dipanaskan di bawah matahari menggunakan kolektor dengan sudut  $30^\circ$  menghadap ke Utara. Aliran air dari tangki ke kolektor kemudian kembali lagi ke tangki terjadi secara alamiah karena efek thermosyphone sehingga bersifat pasif. Air yang telah dipanaskan disirkulasi kembali ke pelat kolektor untuk mengetahui temperatur maksimal yang bisa dicapai untuk memanaskan 20 liter air.

Pengukuran temperatur dilakukan pada pipa inlet dan pipa keluar untuk mengetahui perubahan temperatur antara air masuk dan keluar pelat kolektor. Temperatur udara lingkungan juga dicatat sebagai data tambahan untuk analisis. Temperatur diukur untuk setiap selang waktu 30 menit selama sepuluh hari, kemudian hasilnya dirata-rata.

Penyiapan peralatan dilakukan mulai pukul 09:00 WIB sehingga kolektor sudah terpapar sinar matahari. Dengan demikian air sudah mulai dipanaskan mulai pukul 09:00 WIB, sedangkan pencatatan pengukuran dilakukan mulai pukul 10:00 WIB.

Kinerja kolektor zinalum dihitung berdasarkan rata-rata laju kalor matahari yang diserap oleh aliran massa air melalui kolektor selama selang waktu sampai mendapatkan temperatur tertinggi menggunakan persamaan

$$Q_c = \dot{m}c_p(T_o - T_i) \quad (1)$$

dimana:

$Q_c$  = kalor kolektor diserap oleh air, W;

$\dot{m}$  = laju aliran massa air termosifon, kg/s;

$c_p$  = kalor jenis air, diasumsikan 4180 J/kg K

$T_i$  = temperatur air masuk kolektor, K;

$T_o$  = temperatur air keluar kolektor, K.

Sedangkan aliran massa termosifon dalam kolektor zinalum diperkirakan dengan menggunakan persamaan empirik Persson dan Ronnelid (2007)

$$\dot{m} = 0,014A \quad (2)$$

dimana

$\dot{m}$  = laju aliran massa termosifon dalam kolektor, kg/s;

$A$  = luas kolektor,  $m^2$ .

Kinerja kolektor dilihat dari persamaan (3)

$$K = \frac{Q}{A} \quad (3)$$

dimana

$K$  = kinerja kolektor,  $W/m^2$

$Q$  = kalor diserap air dari kolektor,  $W$

$A$  = luas kolektor,  $m^2$

Beberapa faktor lingkungan dibedakan dalam penelitian ini, yaitu kecepatan angin, kelembaban udara, dan tutupan awan selama matahari tidak benar-benar tertutup sehingga cuaca menjadi gelap.

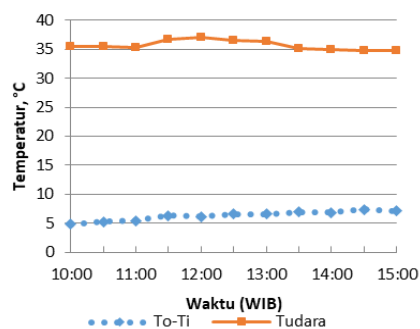
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran disajikan pada Tabel 1 sebagai temperatur rata-rata hasil pengukuran selama 10 hari mulai pukul 10:00 WIB sampai dengan 15:00 WIB dengan selang waktu pengukuran 30 menit.

**Tabel 1 Hasil pengukuran temperatur rata-rata udara, air pada masuk dan keluar kolektor dari dan menuju kolektor**

Waktu	$T_{udara}$ , °C	$T_i$ , °C	$T_o$ , °C	$T_o - T_i$ , °C
10:00	35,5	33,2	38,0	4,8
10:30	35,5	33,2	38,4	5,2
11:00	35,3	35,0	40,4	5,4
11:30	36,7	35,0	41,3	6,3
12:00	37,1	36,6	42,7	6,1
12:30	36,6	36,6	43,2	6,6
13:00	36,4	36,4	43,0	6,6
13:30	35,1	35,0	41,9	6,9
14:00	35,0	35,0	41,8	6,8
14:30	34,8	33,8	41,2	7,4
15:00	34,8	33,8	40,9	7,1

Temperatur udara lingkungan meningkat sesuai posisi matahari. Pada pagi hari, temperatur udara lingkungan rendah dan meningkat ketika matahari naik ke posisi tegak lurus dengan permukaan bumi. Temperatur udara lingkungan tertinggi terdapat ketika arah sinar matahari relatif tegak dengan permukaan bumi, kemudian menurun ketika matahari bergeser ke arah barat. Perubahan temperatur rata-rata udara lingkungan dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5 Perbandingan perbedaan temperatur keluar masuk air dalam kolektor dan temperatur rata-rata udara lingkungan.**

Kolektor zincalum menerima kalor sesuai dengan posisi matahari terhadap bumi. Pada pagi hari, radiasi sinar matahari membentuk sudut lebih kecil dari  $90^\circ$  sehingga radiasi yang diterima tidak sebesar saat posisi matahari tegak terhadap bumi. Semakin tegak posisi matahari terhadap bumi, semakin besar intensitas radiasi kalor yang diterima bumi (Anonymous, 2013). Pada siang hari, kolektor menerima kalor dari matahari lebih banyak dibanding pada pagi hari mengingat intensitas radiasi kalor matahari juga semakin besar. Seiring dengan menurunnya intensitas radiasi kalor matahari pada sore hari, temperatur rata-rata udara lingkungan ikut menurun. Namun demikian, selisih temperatur air masuk dan keluar masih meningkat.

Laju aliran termosifon diperkirakan menggunakan persamaan (2). Dengan luas permukaan kolektor  $0,511 \text{ m}^2$ , maka laju aliran termosifon

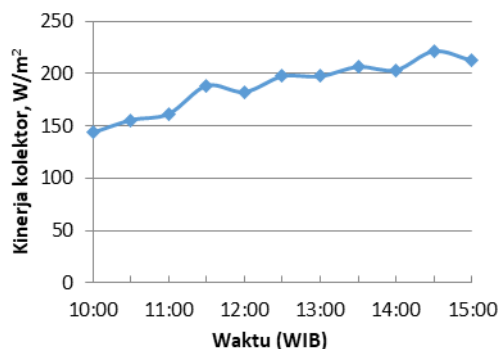
$$\begin{aligned} \dot{m} &= (0,014)(0,511) \text{ kg/s} \\ &= 0,007154 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

Kalor yang diberikan oleh kolektor kepada air dihitung dengan menggunakan persamaan (1). Sebagai ukuran kinerja kolektor, kalor yang diberikan kolektor air dibagi dengan luas kolektor sesuai persamaan (3), mengingat kinerja kolektor dihitung berdasarkan laju aliran kalor per satuan luas kolektor. Hasilnya disajikan pada Tabel 4

**Tabel 2 Kinerja kolektor**

Waktu	$Q_c, \text{W}$	Kinerja, $\text{W/m}^2$
10:00	144	281
10:30	155	304
11:00	161	316
11:30	188	369
12:00	182	357
12:30	197	386
13:00	197	386
13:30	206	404
14:00	203	398
14:30	221	433
15:00	212	415

Dari Tabel 4 dan Gambar 8 dapat diketahui bahwa kinerja tertinggi kolektor zincalum sebesar  $433 \text{ W/m}^2$ . Dibandingkan dengan beberapa pemanas air tenaga surya untuk keperluan domestik buatan industri, kolektor zincalum ini berada di bawah kinerja beberapa pemanas air tenaga surya tersebut.



**Gambar 6 Kinerja rata-rata kolektor zincalum**

Pembandingan dengan data dari [linggojati.com](http://linggojati.com) terpaksa dilaksanakan mengingat tidak terdapat data hasil pengujian pemanas air tenaga surya dari berbagai merek di Indonesia dari sumber lain. Namun demikian, kinerja pemanas air tenaga surya ini dapat juga dibandingkan dengan hasil pengujian Tirtoatmodjo dan Handoyo (1999) menggunakan kolektor tembaga dengan ukuran 156 x 86 cm<sup>2</sup> dan 6 pipa kolektor tembaga 0,5 in dengan penutup kaca tunggal mampu memberikan selisih temperatur air masuk dan keluar pada puncaknya mencapai 25°C dan konversi kalor sebesar 711 W/m<sup>2</sup>. Perbandingan kolektor zincalum dengan beberapa pemanas air tenaga surya tersebut disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 3 Perbandingan kinerja maksimum kolektor zincalum dengan pemanas air tenaga surya domestik buatan industri, diolah dari [linggojati.com](http://linggojati.com) (Anonim) dan tembaga (Tirtoatmodjo & Handoyo, 1999)**

Kolektor	Kinerja (W/m <sup>2</sup> )
Zincalum	433
Merek A	579
Merek B	1157
Merek C	979
Tembaga	711

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa kinerja zincalum paling rendah, tetapi dengan mempertimbangkan harga dan kesederhanaan dan rendahnya biaya dalam pembuatannya, kinerja kolektor zincalum dapat diterima sebagai kolektor surya dengan katagori baik.

#### 4. KESIMPULAN

Kolektor zincalum memiliki kinerja maksimum 433 W/m<sup>2</sup>. Meskipun kinerjanya lebih rendah dibanding kolektor pabrikan, kolektor zincalum memiliki keunggulan karena mudah dibuat dan murah harganya, sehingga dapat dikatagorikan baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus. (n.d.). Pengujian panel kolektor. 02 Januari 2019. Linggojati Jakarta: <http://www.linggojati.com/Article/PENGUJIAN-PANEL-KOLEKTOR.html>. Diakses 02 Januari 2019
- Anonimus. (2013). Solar Radiation Basics. Office of Energy Efficiency and Renewable Energy: <https://www.energy.gov/eere/solar/articles/solar-radiation-basics>. Diakses 05 Maret 2019
- Persson, T., & Ronnelid, M. (2007). Increasing solar gain by using hot water to heat dishwasher and washing machine. *Applied Thermal Engineering*, 646-657.
- Tirtoatmodjo, R., & Handoyo, E. A. (1999). Unjuk Kerja Pemanas Air Jenis Kolektor Surya Plat Datar dengan Satu dan Dua Kaca Penutup. *JURNAL TEKNIK MESIN*, 1 (2), 115-121.