

## PENGARUH KOMPOSISI KOLEKTOR BETON COR TERHADAP EFISIENSI PENYERAPAN PANAS

Nova Risdiyanto Ismail<sup>1)</sup>, Candra Aditya<sup>2)</sup>

### ABSTRAK

Telah banyak dilakukan usaha meningkatkan kinerja kolektor, diantaranya dengan menambahkan batu kerikil, melakukan pelapisan, kolektor model gelombang dan lain sebagainya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi kolektor beton cor terhadap efisiensi penyerapan panas.

Dalam penelitian menggunakan metode eksperimen yaitu menguji komposisi kolektor. Kinerja yang dicari adalah efisiensi penyerapan panas kolektor.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi kolektor beton cor terbaik adalah komposisi 223, karena menghasilkan efisiensi tertinggi dibandingkan dengan komposisi yang lain, yaitu sebesar 24,4 %.

Kata kunci: pelat penyerap, komposisi beton cor, efisiensi.

### PENDAHULUAN

Kolektor berfungsi untuk menyerap panas dan merupakan komponen yang sangat penting pada sistem penyerapan energi radiasi matahari. Berbagai penelitian dilakukan untuk meningkatkan efisiensi penyerapan panas kolektor yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi sesuai dengan penerapannya.

Menurut **Rahmad** (2001), pelat penyerap dengan bahan tembaga yang dilapisi dengan cat hitam *doff* memiliki koefisien penyerapan panas sebesar 0,82 dan dengan penambahan batu kerikil di atasnya dapat meningkatkan efisiensi *solar distillation*. **Kristanto dan San** (2001), mengatakan semakin tebal pelat penyerap dan semakin kecil jarak antar pipa-pipa kolektor, efisiensi sirip dari kolektor semakin optimum. menurut **Lempoy** (2003), penambahan batu kerikil pada pelat penyerap beton cor, menghasilkan produktifitas dan efisiensi harian *solar still* lebih tinggi dibandingkan tanpa batu kerikil. Menurut **Moninjta** (2004), kolektor jenis beton cor dapat meningkatkan efisiensi *solar still* lebih tinggi dibandingkan kolektor jenis tembaga. **Ismail** (2007), meneliti pelat penyerap jenis beton cor, aluminium, seng dan tembaga pada *solar heater*, menghasilkan pelat penyerap dengan temperatur tertinggi adalah jenis tembaga, sedang efisiensi penyerapan panas yang stabil adalah jenis beton cor. Menurut **La Aba** (2008), mengatakan pelat *absorber* gelombang dan tebal, lebih efektif untuk meningkatkan kinerja *solar still*.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, banyak kolektor menggunakan beton cor, namun belum dilakukan penelitian lebih mendalam tentang komposisi kolektor beton cor terhadap efisiensi penyerapan panas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi kolektor beton cor terhadap efisiensi penyerapan panas.

#### Efisiensi Pengumpul Kolektor Plat Datar

Nilai penyerapan panas ( $\alpha_s$ ) pada pelat penyerap akan memaksimalkan efisiensi penerima energi matahari. Efisiensi penyerapan pada setiap selang waktu pengamatan (t) didefinisikan sebagai perbandingan energi panas yang diserap pelat penyerap

( $Q_u$ ) terhadap besarnya radiasi panas yang diterima ( $G_t$ ) oleh permukaan pelat penyerap ( $A_c$ );

$$\eta_s = \frac{Q_u}{A_c \cdot G_T \cdot t} \dots\dots\dots(\text{Duffie 1980:252})$$

dimana  $\eta_s$  adalah efisiensi pelat penyerap, sedangkan panas yang diserap oleh pelat penyerap pada selang waktu tertentu (Duffie dan Beckman. 1980:251):

$$Q_u = mC_p (T_p - T_i) \dots\dots(\text{Duffie 1980:251})$$

sehingga efisiensi pelat penyerap:

$$\eta_s = \frac{mC_p (T_p - T_i)}{A_c \cdot G_T \cdot t} \dots\dots\dots(\text{Duffie 1980:252})$$

dengan:

- $m_p$  = Masa pelat penyerap (kg)
- $C_p$  = Panas jenis bahan pelat penyerap (kJ/kg. °C)
- $T_p$  = Temperatur akhir pelat penyerap (°C)
- $T_i$  = Temperatur awal pelat penyerap (°C)
- $G_t$  = Radiasi total matahari ( W/m<sup>2</sup>)
- $A$  = Luasan dari *basin* (m<sup>2</sup>)
- $Q_u$  = Energi panas yang diserap pelat penyerap (kJ)
- $t$  = Waktu pengamatan (detik)

Pengukuran nilai penyerapan( $\alpha$ ) pada suatu bahan kolektor.

Perbedaan antara energi yang diserap dengan energi yang mengenai permukaan pelat penyerap adalah kehilangan energi yang disebabkan karena konveksi dan radiasi dari pelat penyerap ke udara sekeliling. Apabila total koefisien kehilangan energi total pada permukaan pelat =  $U_L$ , maka efisiensi penyerapan dapat ditulis dengan persamaan:

$$\eta_s = \alpha - \frac{U_L (T_p - T_a)}{G_t} \dots\dots(\text{Duffie 1980:253})$$

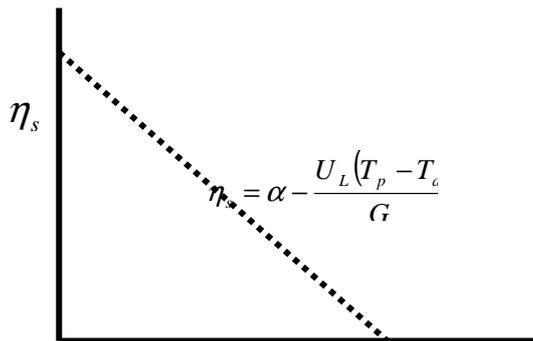
Dimana:

- $\alpha$  = Nilai penyerapan pada pelat penyerap
- $U_L$  = Koef. kehilangan panas total (W/m<sup>2</sup>. °C)
- $T_p$  = temperatur pelat penyerap (°C)

1) Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang  
2) Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Widyagama Malang

$T_a$  = temperatur udara luar ( $^{\circ}\text{C}$ )

Penyerapan energi panas maksimum terjadi apabila tidak ada kehilangan panas ke udara sekitar yaitu apabila  $U_L = 0$ , sehingga besar nilai penyerapan ( $\alpha_s$ ) dapat ditentukan dari titik potong grafik dengan sumbu ordinat efisiensi ( $\eta_s$ ). Hubungan antara nilai efisiensi ( $\eta_s$ ) penyerapan dengan nilai  $\frac{(T_p - T_a)}{G_t}$  ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Grafik karakteristik ( $\frac{T_p - T_a}{G_t}$ ) penyerapan pelat penyerap  $G_t$  (Sumber: Duffie dan Beckman. 1980:251)

**Penelitian Terdahulu**

Penelitian meningkatkan efisiensi penyerapan panas kolektor telah banyak dilakukan. Diantaranya digunakan sebagai dasar untuk mendukung penelitian ini.

Elkader et al. (2001), mempelajari dampak dari berbagai parameter, seperti ketebalan karet dan gravel pada operasi dan keadaan yang sama. Percobaan ini menunjukkan bahwa, karet hitam dengan ketebalan 10 mm dapat meningkatkan produktifitas sebesar 20% dengan volume air asin 60 liter/m<sup>2</sup> dan kemiringan kaca 15<sup>o</sup>. Dengan menggunakan gravel hitam dapat ditingkatkan sebesar 19% dengan volume air asin 20 liter/m<sup>2</sup> dan kemiringan 15<sup>o</sup>.

Mustafa (2008), Studi eksperimen sistem kolektor pelat ganda pada solar water heater. Penelitian menghasilkan; efisiensi penyerapan panas pada solar heater pelat ganda lebih tinggi dibandingkan efisiensi penyerapan panas solar heater konvensional pada penambahan pemanasan awal dengan laju aliran air yang berfluktuasi maupun laju aliran yang berbeda, namun kontinyu dan Hubungan antara efisiensi penyerapan panas dan  $(T_i - T_a) / G_t$  pada solar heater pelat ganda penurunannya lebih tajam dibandingkan solar heater konvensional.

Sutriyono B. (2005), Pengaruh Penambahan Limbah Bubut Besi Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton, menghasilkan pengaruh penambahan limbah bubuk besi terhadap kuat tekan beton yang dapat dilihat dari hasil uji F tidak ada perbedaan yang cukup berarti dalam variasi perlakuan

ditinjau dari kuat tekan beton, sedangkan pengaruh penambahan limbah bubuk besi terhadap kuat tarik belah beton yang dapat dilihat dari hasil uji F tidak ada perbedaan yang cukup berarti dalam variasi perlakuan ditinjau dari kuat tarik belah beton.

**METODE PENELITIAN**

Adapun pengujian membandingkan komposisi beton cor. Adapun komposisinya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. komposisi kolektor beton cor

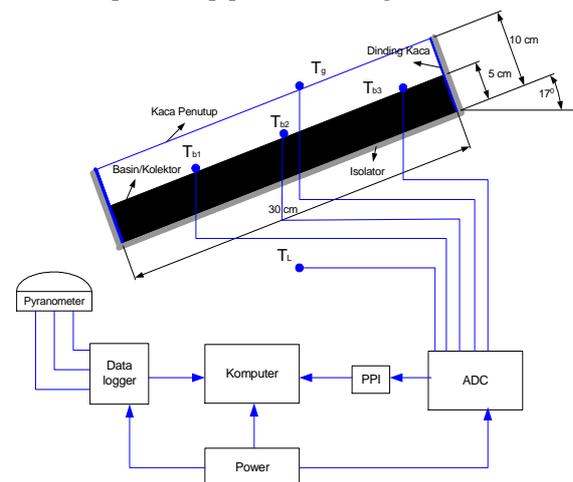
Komposisi														
I			II			III			IV			V		
A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	4	1	2	2	3
1	1	2	1	2	2	1	3	2	1	4	2	3	2	3
1	1	3	1	2	3	1	3	3	1	4	3	4	2	3
1	1	4	1	2	4	1	3	4	1	4	4	1	2	0

Keterangan :

- A : Semen
- B : Pasir (Agregat halus)
- C : Batu Cor 10 mm (Agregat kasar)
- : Komposisi beton cor normal

**Set Up Peralatan**

Adapun set up peralatan sebagai berikut:

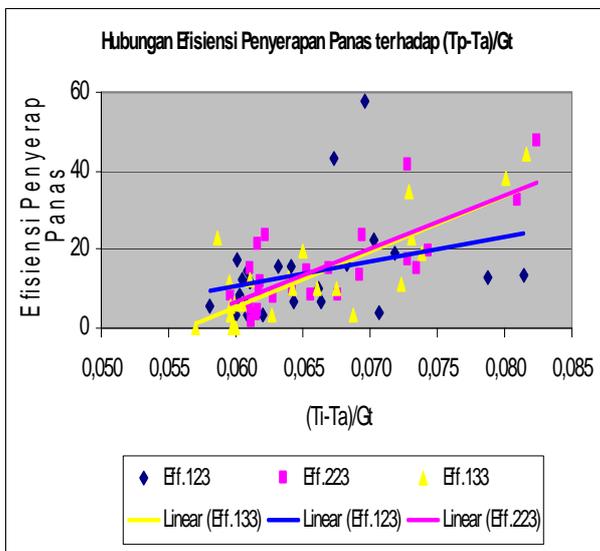


Gambar 2. Set Up Peralatan pengujian komposisi beton cor

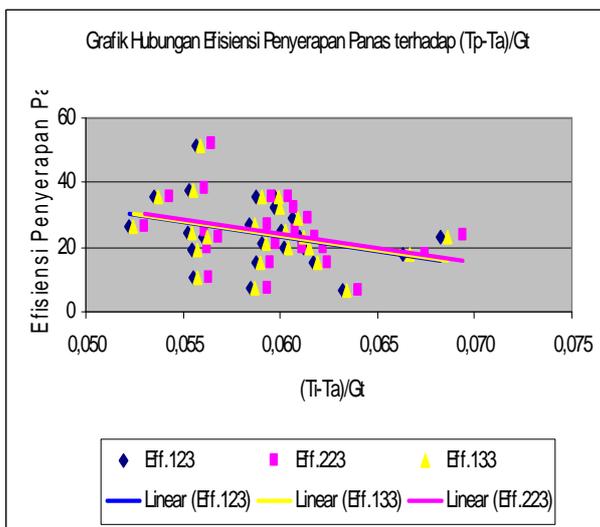
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hubungan Efisiensi Penyerapan Panas terhadap  $T_p-T_a/G_t$  pada Pengujian Komposisi Kolektor Beton Cor.**

Pada pengujian yang dilakukan dan diperoleh hasil tiga komposisi terbaik. Dari ketiga komposisi terbaik tersebut kemudian dilakukan pengujian lanjutan. Pengujian ini dilakukan untuk menguji hasil terbaik pada pengujian sebelumnya. Dari hasil pengujian sebelumnya terlihat yang terbaik adalah komposisi 123, 223 dan 133, kemudian dilakukan pengujian dan diperoleh data. Data yang diperoleh kemudian dilakukan perhitungan dan diperoleh grafik sebagai berikut :



(a)



(b)

Keterangan :

- a. Pengambilan data tanggal 25 juli 2010
- b. Pengambilan data tanggal 26 juli 2010

Gambar 3. Hubungan Efisiensi penyerapan panas terhadap  $(T_p-T_a)/G_t$

Dari pengujian lanjutan hubungan efisiensi penyerapan panas terhadap  $(T_p-T_a)/G_t$  diatas, maka dapat di analisa, yang terbaik adalah komposisi kolektor beton cor 223 karena menghasilkan efisiensi tertinggi daripada komposisi 123, 133. Komposisi 223 menghasilkan efisiensi tertinggi disebabkan oleh kepadatan dari kolektor beton cor, karena semakin padat komposisinya, maka panas yang diserap akan lebih besar daripada yang memiliki rongga. Adapun faktor yang lain adalah masa pelat penyerap, karena semakin berat, maka penyerapan dan penyimpanan panas semakin efektif, sehingga efisiensi pelat penyerap semakin meningkat. Dan didukung oleh radiasi matahari yang tinggi dan angin yang tidak terlalu kencang.

**Pembahasan**

**Pengujian Komposisi Pelat Penyerap Beton Cor**

1. Dari data serta grafik selama pengujian tersebut dapat dilihat bahwa radiasi matahari terendah pada tanggal 26 juli sebesar  $521,83 \text{ W/m}^2$  dan terjadi pada pukul 11.00 WIB. Radiasi matahari perlahan-lahan naik hingga radiasi tertinggi  $962,50 \text{ W/m}^2$  terjadi pada pukul 13.00 WIB,. Dengan demikian, radiasi matahari harian mempunyai kaitan erat terhadap waktu.
2. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, temperatur kolektor beton cor tertinggi adalah pada komposisi 223 pada pengujian tanggal 25 Juli 2010 sebesar  $84^{\circ}\text{C}$ . fluktuasi temperatur kolektor beton cor akan mengikuti pola radiasi matahari, artinya dengan radiasi matahari yang tinggi dibantu dengan angin yang tidak berhembus kencang, dan komposisi pelat penyerap beton cor yang baik, maka akan menghasilkan efisiensi penyerapan panas yang tinggi.
3. Komposisi kolektor beton cor terbaik adalah komposisi 223, karena menghasilkan efisiensi tertinggi dibandingkan dengan komposisi 123, 133 sebesar 24,4 % pada tanggal 26 juli 2010. Komposisi 223 menghasilkan efisiensi tertinggi disebabkan oleh kepadatan dari kolektor beton, karena semakin padat komposisinya, maka panas yang diserap akan lebih besar daripada yang memiliki rongga. Adapun faktor yang lain adalah masa pelat penyerap, karena semakin berat, maka penyerapan dan penyimpanan panas semakin efektif, sehingga efisiensi pelat penyerap semakin meningkat.

**KESIMPULAN**

Sebagai tahap akhir dari penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian menunjukkan hubungan antara perubahan radiasi matahari, temperatur pelat penyerap, temperatur kaca penutup dan temperatur lingkungan.
2. Komposisi kolektor beton cor terbaik adalah komposisi 223, karena menghasilkan efisiensi tertinggi dibandingkan dengan komposisi yang lain, yaitu sebesar 24,4 %.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abd Elkader M., Abd Elmotalip A., Safwat Nafey and Mabrouk A., ***Solar productivity enhancement***, International Journal Of Renewable Energy Engeneering, Vol. 3, No. 1, April 2001.
- Bachir B., Bernard Gros., Ramdane Ouahes., and Mostefa Diboun., ***Brackish water desalination with heat recovery***, Algeria, Desalination 138 (2001) 147–155
- Duffie J.A. dan Beckman W.A. 1980. ***Solar Engineering Of Thermal Processes***. New York : John Willey & Sons.
- Lerpoy K.A. (2003), “Pilot proyek *basin tipe solar still* dipesisir probolinggo”, Tesis. Malang. Program Pascasarjana Teknik Mesin Univ. Brawijaya Malang.
- Monintja N.C.V..(2004). “**Usaha-usaha untuk meningkatkan efisiensi dan produktifitas solar still**”. *Thesis*. Malang: Program Pascasarjana Jurusan Teknik Mesin Unibraw Malang.
- Subarkah Rahmad, 2001, “**Penelitian Absorber Solar Still Untuk Distilasi Air Laut**”, *Skripsi*, Malang: Jurusan Teknik Mesin FT Unibarw Malang
- La Aba (2008), Karakteristik permukaan ***absorber*** radiasi matahari pada ***solar still*** dan aplikasinya sebagai alat destilasi air laut menjadi air tawar. SIGMA Jurnal Sains dan Teknologi, Vol 11, No 1. <http://journal.lib.unair.ac.id/>
- Mustafa (2008), Studi eksperimen perbandingan kolektor pelat ganda dan kolektor konvensional terhadap kinerja *solar water heater*. Thesis, Malang: Jurusan Teknik Mesin FT Unibraw Malang
- Ismail N.R (2007), Pengaruh jenis pelat penyerap dan laju aliran terhadap kinerja *solar heater* sederhana, PHK-A2. Teknik Mesin. Universitas Widyagama Malang.