

ANALISA PASIR BESI UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PELAT PENYERAP PANAS RADIASI MATAHARI.

Andika Pratama¹⁾, Andrian Bayu Pradhana²⁾, Bayu Ismoyo³⁾, Nova R.Ismail⁴⁾

ABSTRAK

Pelat penyerap/kolektor berfungsi untuk menyerap panas dan merupakan komponen yang sangat penting pada sistem penyerapan panas radiasi matahari. Berbagai penelitian dilakukan untuk meningkatkan efisiensi penyerapan panas kolektor yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi penyerapan panas sesuai dengan penerapannya. **Ismail dan Fuhaid** (2012), Jenis pasir yang terbaik adalah jenis pasir besi dan batu cor terbaik adalah jenis batu cor belah/seleb; jika di tinjau dari berat jenis, perlakuan mampu panas, dan penyerapan panas dan penyimpanan panas radiasi matahari. Jenis atau merk semen yang terbaik adalah jenis semen Puger-Jember; jika di tinjau dari kuat tekan mortar, perlakuan mampu panas, dan penyerapan panas dan penyimpanan panas radiasi matahari. Pasir besi merupakan pasir yang terdiri dari butiran pasir yang mengandung unsur besi dan sebagian mengandung unsur batuan, sehingga jumlah kandungan unsur besi dalam butiran pasir tidak sama. Dan dari hasil penelitian yang telah dilakukan tentang material dasar/bahan baku dan diperoleh jenis pasir besi yang terbaik dalam menyerap panas radiasi matahari. Dengan demikian perlu dilakukan penelitian tentang analisa pasir besi untuk meningkatkan efisiensi penyerapan panas radiasi matahari.

Penelitian menggunakan metode eksperimen. Penelitian dimulai dengan menguji komposisi pasir besi dengan pasir lumajang pada pelat penyerap beton cor, kemudian dilanjutkan dengan menguji prosentase jumlah pasir besi dengan kotoran pasir besi. Pengujian dilakukan pengujian untuk meningkatkan efisiensi pelat penyerap panas radiasi matahari.

Dari penelitian yang dilakukan menghasilkan pelat penyerap menggunakan pasir besi tanpa campuran pasir lumajang memiliki temperatur dan efisiensi lebih tinggi, dan pelat penyerap radiasi matahari menggunakan pasir besi tanpa kotoran (jumlah pasir besi 100%) temperatur dan efisiensinya lebih tinggi pula.

Kata kunci: komposisi, jumlah pasir besi, pelat penyerap, beton cor, radiasi matahari

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pelat penyerap/kolektor berfungsi untuk menyerap panas dan merupakan komponen yang sangat penting pada sistem penyerapan panas radiasi matahari. Berbagai penelitian dilakukan untuk meningkatkan efisiensi penyerapan panas kolektor yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi penyerapan panas 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 **Moninja** (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 semakin tebal, lebih efektif

untuk meningkatkan kinerja *solar still*. **Ismail dan Aditya** (2010), campuran pelat penyerap jenis beton cor dengan komposisi semen 2 bagian, agregat halus (pasir) 2 bagian dan agregat kasar (batu cor/koral) 3 bagian menghasilkan dengan komposisi yang lain, dan pelat penyerap dengan ketebalan 5 cm mempunyai efisiensi penyerapan panas tertinggi dibandingkan dengan ketebalan 2.5 cm, 7.5 cm dan 10 cm. **Ismail dan Fuhaid** (2012), Jenis pasir yang terbaik adalah jenis pasir besi dan batu cor terbaik adalah jenis batu cor belah/seleb; jika di tinjau dari berat jenis, perlakuan mampu panas, dan penyerapan panas dan penyimpanan panas radiasi yang terbaik adalah jenis semen efisiensi penyerapan panas yang tertinggi dibandingkan Puger-Jember; jika di tinjau dari kuat tekan matahari. Jenis atau merk semen mortar, perlakuan mampu panas, dan penyerapan panas dan penyimpanan panas radiasi matahari. Sutriyono B. (2005), Pengaruh penambahan limbah bubuk 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.

Pasir besi merupakan pasir yang terdiri dari butiran pasir yang mengandung unsur besi dan sebagian mengandung unsur batuan, sehingga jumlah kandungan unsur besi dalam butiran pasir tidak sama. Dan dari

1), 2), 3) Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang

4) Staf Dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang

hasil penelitian yang telah dilakukan tentang material dasar/bahan baku dan diperoleh jenis pasir besi yang terbaik dalam menyerap panas radiasi matahari. Dengan demikian perlu dilakukan penelitian tentang analisa pasir besi untuk meningkatkan efisiensi penyerapan panas radiasi matahari.

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Komposisi pasir besi terbaik pada beton cor terhadap efisiensi penyerapan panas radiasi matahari.
2. Jumlah pasir besi pada pasir terhadap efisiensi penyerapan panas radiasi matahari

TINJAUAN PUSTAKA

Pelat penyerap/kolektor berfungsi untuk menyerap panas radiasi matahari dan merupakan komponen yang sangat penting pada sistem *solar distillation* dan *solar water heater sederhana*.

Berdasarkan besar temperatur panas yang diinginkan bentuk pengumpul panas secara garis besar dapat dikelompokkan atas dua bagian yaitu:

1. Pengumpul pemusat dengan pemusatan rendah yaitu antara 80° C sampai dengan 150° C.
2. Pengumpul pelat datar untuk temperatur lebih rendah dari 80°C.

1. Efisiensi Pengumpul Kolektor Pelat Datar

Nilai penyerapan panas (α_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);

Kolektor Tenaga Surya

$$\eta_s = \frac{Q_u}{A_c \cdot G_T \cdot t}$$

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

$$Q_u = m C_p (T_p - T_i)$$

sehingga efisiensi pelat penyerap:

$$\eta_s = \frac{m C_p (T_p - T_i)}{A_c \cdot G_T \cdot t}$$

dengan:

- m_p = Masa pelat penyerap (kg)
- C_p = Panas jenis 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/m²)
- A = Luasan dari *basin* (m²)
- Q_u = Energi panas yang diserap (kJ)
- t = Waktu pengamatan (detik)

2. Beton

Beton adalah campuran dari agregat halus dan agregat kasar (*pasir, kerikil, batu pecah, atau jenis agregat lainnya*) dengan semen, yang dipersatukan oleh air dalam perbandingan tertentu.

Semen Portland (PC)

Semen Portland atau biasa disebut semen adalah bahan pengikat hidrolis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker (bahan ini terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis), dengan batu gips sebagai bahan tambahan.

Bahan baku pembuatan semen adalah bahan yang mengandung kapur, silica, alumina, oksida besi, dan oksida-oksida lain. Jika bubuk halus tersebut dicampur dengan air, dalam beberapa waktu dapat menjadi keras. Campuran semen dengan air tersebut dinamakan pasta semen, jika pasta tersebut dicampur dengan pasir akan menjadi mortar semen.

Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton yang mengisi hampir 50 % sampai 80 % dari volume beton, sehingga sifat-sifat dan mutu agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat dan mutu beton. Ada dua jenis agregat, yaitu agregat halus (pasir), dan agregat kasar (kerikil).

1. Pasir dibedakan menjadi tiga yaitu ;
 - a. Pasir galian, pasir jenis ini pada umumnya tajam, bersudut, berpori, dan bebas dari kandungan garam yang membahayakan. Namun pasir ini sering tercampur dengan kotoran/tanah, sehingga harus dicuci dulu sebelum digunakan.
 - b. Pasir sungai, umumnya berbutir halus dan berbentuk bulat, maka daya lekat antar butir kurang baik.
 - c. Pasir laut, bentuk butirnya halus dan bulat. Banyak mengandung garam, sehingga tidak baik untuk bangunan.
2. Kerikil dibedakan menjadi dua jenis yaitu :
 - a. Alami, yaitu batu yang berasal dari peristiwa alami seperti agregat beku
 - b. Batu pecah, yaitu kerikil dari hasil pemecahan batu.

Cara yang paling banyak dilakukan untuk membedakan jenis agregat, adalah dengan didasarkan atas besar butiran-butirannya. Penggunaan agregat dalam beton adalah untuk menghemat penggunaan semen Portland, menghasilkan kekuatan yang besar pada beton, mengurangi susut pengerasan, mencapai susunan yang padat dan mengontrol workability (sifat mudah dikerjakan).

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran kekasaran butiran agregat. Gradasi diambil dari hasil pengayakan dengan lubang ayakan 10 mm, 20 mm, 30 mm, dan 40 mm untuk kerikil. Untuk pasir lubang ayakannya 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, dan 0,15 mm.

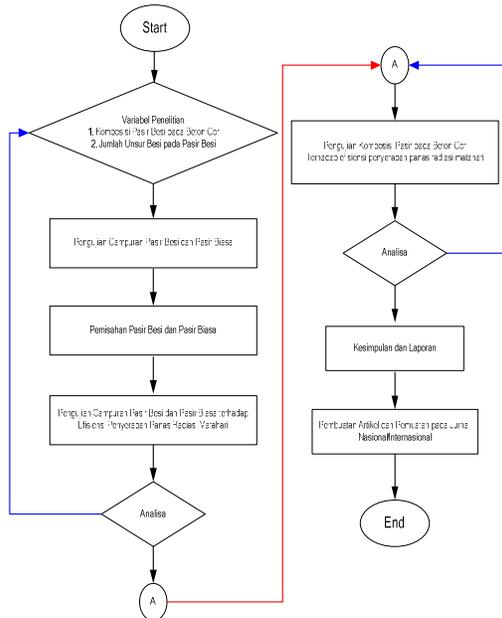
Air

Tujuan utama dari penggunaan air adalah agar terjadi hidrasi, yaitu reaksi kimia antara semen dengan air yang menyebabkan campuran ini menjadi keras setelah beberapa waktu tertentu.

METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

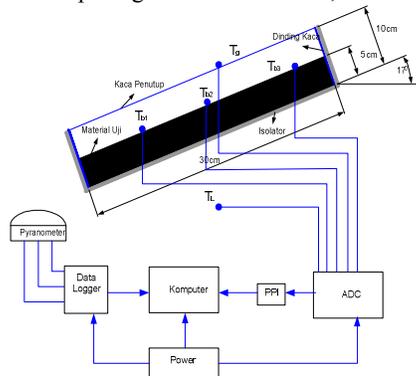
Tahapan penelitian seperti pada diagram alir berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan penelitian

Peralatan Penelitian

Model peralatan uji dan alat ukur dapat dilihat pada gambar dibawah ini;



Gambar 2. Skema uji penyerap panas radiasi matahari

Prosedur pengujian

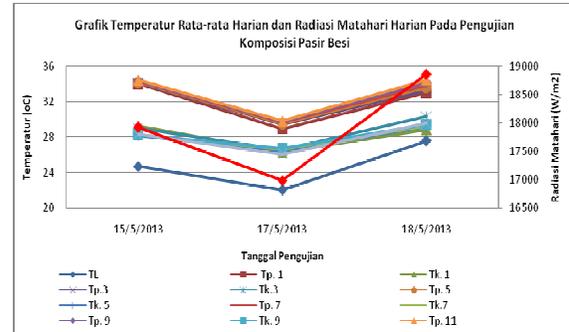
Pada pengujian penyerapan panas radiasi matahari, pengamatan dilakukan mulai jam 07.00 WIB sampai 06.00 WIB hari berikutnya dan langsung berada dibawah sinar matahari dengan durasi pencatatan data dilakukan setiap 10 menit. Data radiasi di peroleh dari BMKG Karangploso.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Komposisi

Dari data yang diperoleh kemudian di buat grafik sebagai berikut:

a. Data rata-rata harian



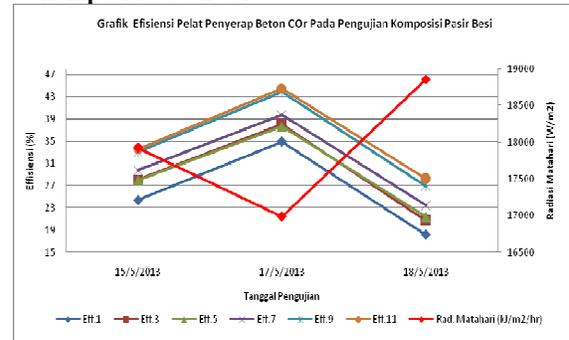
Keterangan:

Komposisi Campuran Beton Cor 2-2-3 dengan 2 semen, 2 pasir dan 3 koral

- TL = Temperatur lingkungan
- Tp.1 = Temperatur Pelat Penyerap beton cor menggunakan pasir lumajang
- Tk.1 = Temperatur kaca penutup menggunakan pasir lumajang
- Tp.3 = Temperatur Pelat Penyerap beton cor menggunakan komposisi pasir lumajang 80 % dan Pasir Basi 20 %
- Tk.3 = Temperatur kaca penutup menggunakan komposisi pasir lumajang 80 % dan Pasir Basi 20 %
- Tp.5 = Temperatur Pelat Penyerap beton cor menggunakan komposisi pasir lumajang 60 % dan Pasir Basi 40 %
- Tk.5 = Temperatur kaca penutup menggunakan komposisi pasir lumajang 60 % dan Pasir Basi 40 %
- Tp.7 = Temperatur Pelat Penyerap beton cor menggunakan komposisi pasir lumajang 40 % dan Pasir Basi 60 %
- Tk.7 = Temperatur kaca penutup menggunakan komposisi pasir lumajang 40 % dan Pasir Basi 60 %
- Tp.9 = Temperatur Pelat Penyerap beton cor menggunakan komposisi pasir lumajang 20 % dan Pasir Basi 80 %
- Tk.9 = Temperatur kaca penutup menggunakan komposisi pasir lumajang 20 % dan Pasir Basi 80 %
- Tp.11 = Temperatur Pelat Penyerap beton cor menggunakan pasir basi
- Tk.11 = Temperatur kaca penutup menggunakan pasir besi

Gambar 3. Data temperatur rata-rata harian

b. Efisiensi pelat penyerap beton cor pada pengujian komposisi beton cor



Keterangan:

Komposisi Campuran Beton Cor 2-2-3 dengan 2 semen, 2 pasir dan 3 koral

Eff.1 = Efisiensi Pelat Penyerap beton cor menggunakan pasir lumajang

- Eff.3 = Efisiensi Pelat Penyerap beton cor menggunakan komposisi pasir lumajang 80 % dan Pasir Besi 20 %
- Eff.5 = Efisiensi Pelat Penyerap beton cor menggunakan komposisi pasir lumajang 60 % dan Pasir Besi 40 %
- Eff.7 = Efisiensi Pelat Penyerap beton cor menggunakan komposisi pasir lumajang 40 % dan Pasir Besi 60 %
- Eff.9 = Efisiensi Pelat Penyerap beton cor menggunakan komposisi pasir lumajang 20 % dan Pasir Besi 80 %
- Eff.11 = Efisiensi Pelat Penyerap beton cor menggunakan pasir besi

Gambar 4. Grafik efisiensi pelat penyerap beton cor pada pengujian komposisi pasir

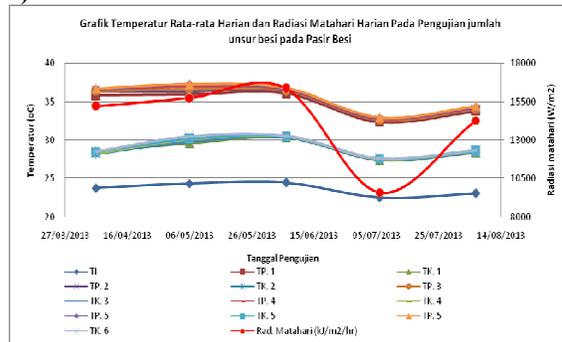
Dari data yang diperoleh, kemudian dirata-rata dan di buat grafik pada gambar 3, terlihat temperatur pelat penyerap mengikuti pola radiasi matahari. Temperatur pelat penyerap beton cor tertinggi menggunakan pasir besi tanpa campuran dan yang terendah menggunakan pelat penyerap beton cor tanpa menggunakan pasir besi. Kondisi demikian disebabkan oleh pelat penyerap dengan menggunakan pasir besi lebih mampu menyerap panas radiasi matahari dibandingkan tanpa menggunakan pasir besi.

Dari hasil perhitungan efisiensi pelat penyerap, terlihat pelat penyerap menggunakan pasir besi tanpa menggunakan campuran memiliki efisiensi tertinggi dibandingkan dengan tanpa menggunakan pasir besi atau hanya menggunakan pasir lumajang. Dari grafik diatas terlihat efisiensi pelat penyerap berbanding terbalik dengan radiasi matahari, kondisi demikian disebabkan oleh sistem persamaan dimana radiasi matahari berfungsi sebagai pembagi.

2. Pengujian jumlah unsur besi pada pasir

Dari data yang diperoleh kemudian di buat grafik sebagai berikut:

a). Data rata-rata harian



Keterangan:

Komposisi Campuran Beton Cor 2-2-3 dengan 2 semen, 2 pasir dan 3 koral

TL = Temperatur lingkungan

Tp1 = Temperatur Pelat Penyerap beton cor menggunakan 100 kotoran pasir besi 100%

Tk.1 = Temperatur kaca penutup menggunakan 100 kotoran pasir besi 100%

Tp.2 = Temperatur Pelat Penyerap beton cor menggunakan jumlah kotoran 80 % dan Pasir Besi 20 %

Tk.2 = Temperatur kaca penutup menggunakan jumlah kotoran 80 % dan Pasir Besi 20 %

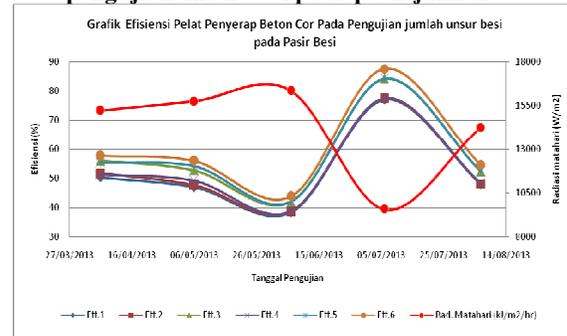
Tp.3 = Temperatur Pelat Penyerap beton cor menggunakan jumlah kotoran 60 % dan Pasir Besi 40 %

Tk.3 = Temperatur kaca penutup menggunakan jumlah kotoran 60 % dan Pasir Besi 40 %

- Tp.4 = Temperatur Pelat Penyerap beton cor menggunakan jumlah kotoran 40 % dan Pasir Besi 60 %
- Tk.4 = Temperatur kaca penutup menggunakan jumlah kotoran 40 % dan Pasir Besi 60 %
- Tp.5 = Temperatur Pelat Penyerap beton cor menggunakan jumlah kotoran 20 % dan Pasir Besi 80 %
- Tk.5 = Temperatur kaca penutup menggunakan jumlah kotoran 20 % dan Pasir Besi 80 %
- Tp.6 = Temperatur Pelat Penyerap beton cor menggunakan pasir besi
- Tk.6 = Temperatur kaca penutup menggunakan pasir besi

Gambar 5. Data temperatur rata-rata harian

b) Grafik Efisiensi pelat penyerap beton cor pada pengujian unsur besi pada pasir jumlah



Keterangan:

Komposisi Campuran Beton Cor 2-2-3 dengan 2 semen, 2 pasir dan 3 koral

Eff.1= Efisiensi Pelat Penyerap beton cor menggunakan 100 kotoran pasir besi 100%

Eff.2= Efisiensi Pelat Penyerap beton cor menggunakan jumlah kotoran 80 % dan Pasir Besi 20 %

Eff.3= Efisiensi Pelat Penyerap beton cor menggunakan jumlah kotoran 60 % dan Pasir Besi 40 %

Eff.4= Efisiensi Pelat Penyerap beton cor menggunakan jumlah kotoran 40 % dan Pasir Besi 60 %

Eff.5= Efisiensi Pelat Penyerap beton cor menggunakan jumlah kotoran 20 % dan Pasir Besi 80 %

Eff.6= Efisiensi Pelat Penyerap beton cor menggunakan pasir besi

Gambar 6. Grafik efisiensi pelat penyerap beton cor pada pengujian jumlah unsur besi pada pasir

Dari data yang diperoleh, kemudian dirata-rata dan dapat dibuat grafik pada gambar 6, terlihat temperatur pelat penyerap mengikuti pola radiasi matahari. Temperatur pelat penyerap beton cor tertinggi menggunakan pasir besi tanpa kotoran (bersih) dan yang terendah menggunakan pelat penyerap beton cor menggunakan kotoran pasir besi setelah diambil menggunakan magnet. Kondisi demikian disebabkan oleh pelat penyerap dengan menggunakan pasir besi tanpa kotoran lebih mampu menyerap panas radiasi matahari dibandingkan dengan menggunakan kotoran pasir besi.

Dari hasil perhitungan efisiensi pelat penyerap terlihat pelat penyerap menggunakan pasir besi tanpa kotoran memiliki efisiensi tertinggi dibandingkan dengan menggunakan kotoran pasir besi. Dari grafik diatas terlihat efisiensi pelat penyerap berbanding terbalik dengan radiasi matahari, kondisi demikian

disebabkan oleh sistem persamaan efisiensi, dimana radiasi matahari berfungsi sebagai pembagi.

KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan dapat disimpulkan:

1. Pelat penyerap radiasi matahari menggunakan pasir besi tanpa campuran pasir lumajang lebih tinggi temperatur dan efisiensinya dibandingkan dengan pelat penyerap beton cor yang menggunakan campuran pasir besi dengan pasir lumajang ataupun pelat penyerap beton cor yang hanya menggunakan pasir lumajang.
2. Pelat penyerap radiasi matahari menggunakan pasir besi tanpa kotoran lebih tinggi temperatur dan efisiensinya dibandingkan dengan pelat penyerap beton cor yang menggunakan kotoran pasir besi.

DAFTAR PUSTAKA

- Duffie J.A. dan Beckman W.A. (1980). *Solar Engineering Of Thermal Processes*. New York: John Willey & Sons.
- Ismail N. R., (2007), Pengaruh jenis pelat penyerap dan laju aliran terhadap kinerja *solar heater* sederhana. PHK-A2. Teknik Mesin
- Ismail N. R., (2007), Pengaruh jarak dan jumlah ruang penyerap terhadap produktifitas dan efisiensi harian *solar still*. PDM DIKTI, Jakarta.
- Ismail N. R., dan Aditya C. (2010), Pengaruh komposisi kolektor beton cor dan ketebalan terhadap efisiensi penyerapan panas. PDM DIKTI, Jakarta.
- Ismail N. R., dan Fuhaid N. (2012), Analisa bahan baku beton cor sebagai pelat penyerap panas radiasi matahari. PHB DIKTI. Jakarta.
- Kristanto P. dan San Y.K., (2001), **Pengaruh Tebal Pelat Dan Jarak Antar Pipa Terhadap Performansi Kolektor Surya Pelat Datar**, Jurnal Teknik Mesin, Universitas Kristen Petra.
- 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/>
- Lempoy K.A. (2003), "Pilot proyek *basin tipe solar still* dipesisir Probolinggo", Tesis. Malang. Program Pascasarjana Teknik Mesin Univ. Brawijaya Malang.
- Monintja Nita C. V.(2004). "Usaha-usaha untuk meningkatkan efisiensi dan produktifitas solar still". *Thesis*. Malang: Program Pascasarjana Jurusan Teknik Mesin Unibraw Malang.
- Rahmad Subarkah, (2001), "Penelitian *absorber solar still* untuk distilasi air laut", *Skripsi*, Malang: Jurusan Teknik Mesin FT Unibraw Malang

Sutriono B. (2005), Pengaruh Penambahan Limbah Bubut Besi Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton, Skripsi, Teknik Sipil univ. Widayagama Malang