

PENGARUH BENTUK DAN OPTIMASI LUASAN PERMUKAAN PELAT PENYERAP TERHADAP EFISIENSI *SOLAR WATER HEATER*

Arief Rizki Fadhilah¹, Andi Kurniawan², Hendra Kurniawan³, Nova Risdiyanto Ismail⁴

ABSTRAK

Pemanas air merupakan salah satu peralatan yang banyak digunakan oleh manusia. Salah satunya digunakan untuk memenuhi kebutuhan pada skala rumah tangga yaitu untuk mandi air hangat. Pemanas air yang banyak digunakan adalah pemanas air yang memanfaatkan energi surya. Peralatan pemanas air skala industri dan rumah tangga masih memiliki kelemahan-kelemahan. Pemanas air skala industri seperti contoh di atas memerlukan biaya investasi maupun biaya operasional yang relatif besar. Berdasarkan kelemahan-kelemahan peralatan di atas, **farid dan ismail (2010)** melakukan penelitian menggunakan pelat penyerap gelombang dan dengan penambahan reflektor dapat meningkatkan efisiensi *solar water heater* sederhana. **Rico A., dkk (2012)** memanfaatkan dinding sebagai pelat penyerap radiasi matahari dan penambahan volume air pada *solar heater*. Permukaan pelat penyerap panas radiasi matahari merupakan bagian pokok untuk menerima sinar radiasi matahari, sehingga bentuk permukaan akan mempengaruhi penerimaan energi radiasi matahari. Selain itu luasan permukaan pelat penyerap juga akan mempengaruhi penerimaan energi radiasi matahari. Dengan kondisi demikian perlu dilakukan penelitian tentang Pengaruh bentuk dan optimasi luasan permukaan pelat penyerap terhadap efisiensi *solar water heater* sederhana.

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yang dimulai dari pengujian pertama yaitu variasi bentuk pelat penyerap (segitiga sama kaki, gelombang dan segitiga siku-siku) yang masing-masing tegak lurus terhadap sinar datang radiasi matahari. Pengujian kedua untuk mengoptimasi luasan pelat penyerap, sehingga peningkatan efisiensi penyerapan panas pada *solar heater*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi bentuk dan luasan pelat penyerap *solar water heater* terbaik adalah pelat penyerap berbentuk segitiga sama kaki dan memiliki luasan segitiga yang kecil, antara lain : pada pengujian variasi bentuk pelat penyerap *solar water heater* sederhana dengan pelat penyerap berbentuk segitiga sama kaki memiliki efisiensi yang terbaik dengan angka efisiensi 77,8% yang memiliki temperatur pelat sebesar 33,9°C dan menghasilkan temperatur aliran out sebesar 28,0 °C. Pada pengujian variasi luasan maka yang terbaik adalah segitiga sama kaki kecil dengan luasan 0,37 m² yang menghasilkan temperatur pelat 34,7 °C yang dapat menghasilkan temperatur aliran out sebesar 25,4 °C, dan memiliki efisiensi sebesar 88,6 %.

Kata kunci: bentuk permukaan, optimasi luasan, pelat penyerap, *solar water heater*.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pemanas air merupakan salah satu peralatan yang banyak digunakan oleh manusia. Salah satunya digunakan untuk memenuhi kebutuhan pada skala rumah tangga yaitu untuk mandi air hangat. Pemanas air yang banyak digunakan adalah pemanas air yang memanfaatkan energi surya. Peralatan ini banyak berkembang dengan adanya permasalahan keterbatasan bahan bakar *fossil*.

Peralatan pemanas air skala industri dan rumah tangga masih memiliki kelemahan-kelemahan. Pemanas air skala industri seperti contoh di atas memerlukan biaya investasi maupun biaya operasional yang relatif besar. Pemanas komersial skala rumah tangga memiliki harga jual relatif tinggi dan masih memerlukan penambahan energi listrik atau gas untuk operasionalnya.

Berdasarkan kelemahan-kelemahan peralatan di atas, **farid dan ismail (2010)** melakukan penelitian menggunakan pelat penyerap gelombang dan dengan

penambahan reflektor dapat meningkatkan efisiensi *solar water heater* sederhana. Dari penelitian tersebut dinding yang berfungsi sebagai pembatas dan pelat penyerap dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan volume air, sehingga volume air yang ada dapat lebih di tingkatkan. Selain itu **Rico A., dkk (2012)** juga melakukan penelitian untuk meningkatkan kinerja dinding sebagai pelat penyerap, dinding dibuat bergelombang. penelitian dengan judul penambahan volume dinding bergelombang sebagai pelat penyerap pada *solar heater* adalah berpengaruhnya temperatur air apabila laju alirannya melambat, laju aliran yang melambat juga dapat membuat pelat penyerap menjadi lebih optimal dalam melakukan penyerapan panas sehingga frekuensi terbuangnya panas dapat di perkecil.

Tujuan dari bentuk gelombang pada pelat penyerap panas radiasi matahari adalah untuk membuat luasan permukaan yang dapat langsung menangkap radiasi matahari, dan dari penelitian terdahulu belum dilakukan pembuatan gelombang yang tegak lurus

terhadap sinar radiasi matahari. Dengan demikian perlu dicarikan alternatif bentuk permukaan dan optimasi luasan permukaan pelat penyerap yang dapat langsung mendapatkan sinar radiasi matahari, sehingga dapat meningkatkan penyerapan panas radiasi matahari dan kemudian dapat meningkatkan efisiensi *solar water heater* sederhana.



Gambar 1. *Solar water heater* sederhana menggunakan pelat penyerap ganda dan reflektor (Farid dan Ismail, 2010)

Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh bentuk dan optimasi luasan permukaan pelat penyerap terhadap efisiensi *solar water heater* sederhana

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mendapatkan bentuk pelat penyerap yang terbaik sebagai alat penyerap radiasi matahari untuk efisiensi *solar water heater*.
2. Optimasi luasan pelat penyerap yang terbaik sebagai alat penyerap radiasi matahari untuk efisiensi *solar water heater*.

TINJAUAN PUSTAKA

Radiasi Matahari

Menurut Kreith dan Kreider (1978), lapisan terluar dari kumpulan gas ini mempunyai temperatur sebesar 5760 K, sedangkan pada bagian tengah matahari bertemperatur 20×10^6 K. Laju pancaran radiasi matahari adalah $3,8 \times 10^{23}$ kW, dari keseluruhan ini, hanya sebagian kecil yang dipancarkan ke bumi, yaitu sebesar $1,7 \times 10^{14}$ kW, dimana lokasi bumi berada 150 juta km dari matahari.

Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah ilmu yang mempelajari perpindahan energi karena perbedaan suhu antara benda atau material. Perpindahan kalor ada tiga cara yaitu:

a. Perpindahan Kalor Konduksi

Panas mengalir secara konduksi dari daerah yang bertemperatur tinggi ke temperatur rendah. Laju perpindahan panas konduksi dinyatakan dengan:

$$Q = k \cdot A \frac{dT}{dx} \dots\dots\dots (\text{Wiranto, 1995; 7})$$

Keterangan

A = luas penampang, m^2

k = konduktivitas termal bahan, $W/m \text{ } ^\circ C$

$$\frac{dT}{dx} = \text{Gradien Temperatur dalam arah aliran panas, } ^\circ C/m$$

b. Perpindahan Kalor Konveksi

Perpindahan panas konveksi ada dua macam yaitu: perpindahan panas konveksi alamiah dan perpindahan panas konveksi paksa. Perpindahan panas konveksi paksa adalah udara yang mengalir yang disebabkan oleh kipas atau blower, sedangkan konveksi alamiah adalah apabila udara disebabkan oleh gradien densitas (masa jenis). Perpindahan konveksi dirumuskan dengan :

$$q = h \cdot A (T_w - T) \dots\dots\dots (\text{Wiranto, 1995; 9})$$

Keterangan :

q = perpindahan panas, Watt

h = koefisien konveksi, $Watt/m^2 \text{ } K$

A = luas permukaan, m^2

T_w = temperatur dinding, K

T = temperatur fluida, K

c. Perpindahan Kalor Radiasi

Perpindahan panas secara radiasi berlangsung jika foton-foton dipancarkan dari suatu permukaan ke permukaan lain. Penukaran panas netto secara radiasi thermal antara dua benda hitam adalah sebagai berikut:

$$q = \sigma A (T_1^4 - T_2^4) \dots\dots\dots (\text{Wiranto, 1995, 11})$$

Keterangan :

σ = konstanta Stefan-Boltzmann = $5,67 \times 10^{-8} \text{ Watt / (m}^2 \cdot K^4)$

A = luas bidang permukaan, m^2

T = temperatur, K

Pemanas Air Tenaga Surya

Sistem pemanas air tenaga matahari, secara garis besar dapat dibagi menjadi tiga bagian utama yaitu:

1. Pengumpul surya yang menerima dan mengkonversikan atau mentransfer energi radiasi matahari menjadi energi thermal pada fluida kerja.
2. Sistem saluran fluida kerja atau pipa pengalir, yaitu bagian yang menghubungkan pengumpul dengan penyimpan.
3. Tangki penyimpanan fluida yaitu bagian yang menyimpan dan menampung air panas.

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

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

Kolektor Surya Pelat Datar

Pemanas air tenaga surya umumnya terdiri dari selebaran bahan konduktif *thermal* yang disebut pelat penyerap yang menyambungkan pipa-pipa pembawa cairan pemindahan panas, biasanya air. Radiasi surya ditransmisikan melalui pipa-pipa yang transparan dan diubah menjadi panas pada pelat penyerap tersebut.

Wiranto, 1995. 42. dalam bukunya **Pemanas air tenaga surya** menyebutkan sifat-sifat yang harus dimiliki oleh material penyerap dan pipa pengumpul adalah:

- Absorbsivitas yang tinggi
- Konduktivitas yang tinggi
- Tahan terhadap kondisi dan tahan terhadap temperatur tinggi

Untuk pengumpul air sebagai fluida kerja, maka bahan-bahan plastik, lembaran karet atau plastik dapat digunakan sebagai bahan penyerap. Bila temperatur yang diinginkan di atas 45° C, bahan penyerap yang biasanya digunakan adalah bahan dari logam seperti : Aluminium, tembaga, kuningan, dan baja. Untuk pengumpul panas biasanya digunakan sebagai bahan penyerap adalah aluminium dan pipa-pipa dari bahan tembaga.

Efisiensi Pengumpul Kolektor

Efisiensi panel pengumpul adalah perbandingan antara laju panas yang berguna (Q_U) yang dipindahkan ke fluida dibagi radiasi matahari pada pelat penutup. Efisiensi dapat ditunjukkan pada persamaan sebagai berikut:

$$\eta = \frac{Q_U}{I \cdot A} \dots\dots\dots \text{Wiranto, 1995}$$

Dari persamaan diatas $Q_U/A = (\alpha\tau) \tau_s - U_C \cdot (T_{f,i} - T_a)$, sehingga efisiensi pengumpul adalah:

$$\eta = (\alpha\tau)_s \frac{U_C(T_c - T_a)}{I_c} \text{ atau } \eta = \frac{mC_p(T_{out} - T_{in})}{I_c \cdot A_c} \text{ Duffie. 1980, 252}$$

Keterangan:

- m = laju aliran fluida yang bekerja, kg / detik
 C_p = panas jenis fluida kerja pada tekanan tetap, KJ/kg.°C
 T_{in} = temperatur rata-rata fluida masuk (°C)
 T_{out} = temperatur rata-rata fluida keluar (°C)
 I_c = Intensitas Radiasi Matahari (Watt / m².K)
 A_c = Luasan Pelat penyerap (m²)

Penelitian Terdahulu

Penelitian *solar water heater* telah dilakukan oleh peneliti, diantaranya digunakan sebagai dasar untuk mendukung pelaksanaan penelitian ini.

Rahardjo T. dan Dewi E. (2005), menggunakan dua buah kaca penutup diperoleh efisiensi yang lebih baik dibandingkan hanya menggunakan satu kaca. Perbedaan suhu antara air keluar kolektor dan masuk kolektor dengan 2 kaca penutup lebih tinggi hingga sekitar 17°C dibandingkan kolektor dengan satu kaca penutup.

Ismail dan Putra (2005), Kecepatan aliran air pada *solar heater*, semakin cepat aliran, maka air hangat yang dihasilkan memiliki temperatur semakin rendah, dan Pada pemanas air tenaga surya tipe kolektor pelat datar dengan kemiringan sudut kolektor 0° menghasilkan temperatur air yang paling optimum yaitu dengan temperatur rata-rata 59.375°C dan suhu maksimum sebesar 71°C.

Kristanto dan San (2001), Parameter-parameter yang berpengaruh terhadap unjuk kerja kolektor diantaranya adalah ketebalan pelat penyerap dan jarak antar pipa-pipa kolektor yang disebut efisiensi sirip kolektor. Hasil penelitian menunjukkan semakin tebal pelat penyerap dan semakin kecil jarak antar pipa-pipa kolektor, efisiensi sirip dari kolektor semakin optimum.

Ismail (2007), Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis pelat penyerap dan laju aliran air terhadap kinerja *solar heater* sederhana dengan penambahan pelat penyimpan. Penelitian menggunakan variasi jenis pelat penyerap beton cor, aluminium, seng dan tembaga; dan laju aliran air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis pelat penyerap yang tertinggi adalah jenis tembaga, sedang efisiensi penyerapan panas yang stabil adalah jenis beton cor. Pada sistem *solar heater* sederhana yang dibutuhkan kinerja alat yang mampu menyerap dan menyimpan panas dengan baik, sehingga disimpulkan yang terbaik adalah jenis pelat penyerap beton cor dengan laju aliran yang lambat.

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.

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Pengujian dilakukan selama 23 jam, mulai pukul 07.00 WIB sampai 06.00 WIB langsung berada dibawah sinar matahari dengan durasi pencatatan data dilakukan setiap 5 menit. Laju aliran 100 ml. Lokasi pengujian di Perum Candirenggo Blok N-4.

Variabel Penelitian

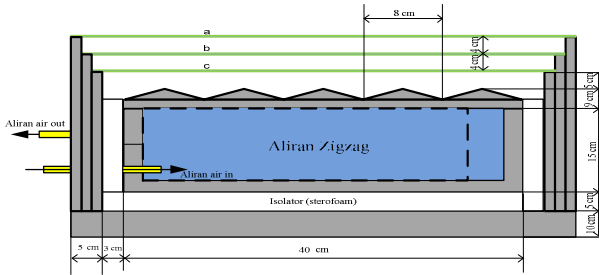
Variabel dalam penelitian ini adalah :

Variabel bebas : bentuk permukaan pelat penyerap dan optimasi luasan permukaan pelat penyerap.

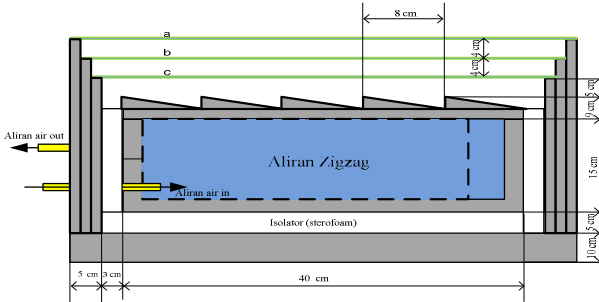
Variabel terikat :

Temp. kaca penutup (T_g), Temp. air (T_a), Temperatur pelat penyerap (T_{pp}), Temp. lingkungan (T_L), Temp. air masuk (T_{in}), Temp. air keluar (T_{out}), Radiasi total matahari (G_t) dan laju aliran air ($\dot{m}$)

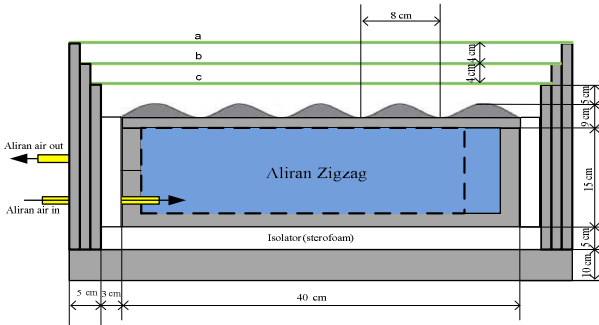
Model Peralatan



Gambar 2 Desain *Solar Water heater* segitiga sama kaki



Gambar 3 Desain *Solar Water heater* segitiga siku-siku



Gambar 4 Desain *Solar Water heater* gelombang

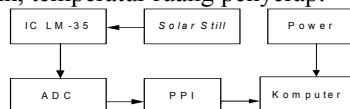
Keterangan:

Ketebalan kaca a adalah kaca lapisan atas, b adalah kaca lapisan tengah dan c adalah kaca lapisan bawah. Ketiga lapisan kaca ini memiliki ketebalan yang sama adalah 0,5 cm.

Peralatan ukur

Peralatan ukur yang digunakan yaitu:

- Alat ukur temperatur; alat ukur temperatur menggunakan sensor dengan tipe LM35. Pengukuran yang dilakukan pada temperatur ambient (lingkungan), temperatur kaca penutup, temperatur air dalam basin, temperatur ruang penyerap.



Gambar 5 Diagram alat ukur temperatur

- *Analog Digital Converter (ADC)*, alat yang berfungsi untuk merubah sinyal analog menjadi digital.
- *Programable peripheral Interface (PPI)*, alat yang berfungsi menghubungkan dari ADC ke Komputer.
- Komputer, dengan spesifikasi *Processor Pentium 200 MMX, RAM 64 MB, Harddisk samsung 4,2 GB*. Komputer dilengkapi dengan *software* yang berfungsi untuk mengolah data dari sensor LM35-ADC-PPI, kemudian ditampilkan dan disimpan didalam komputer.
- *Precision pyranometer*, alat yang digunakan untuk mengukur besarnya radiasi total matahari yang diterima permukaan bumi dan diperoleh di BMG Karangploso.

Prosedur pengujian

Adapun prosedur pengujian adalah:

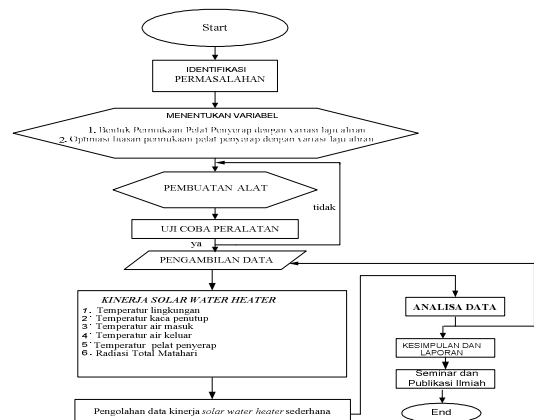
1. Pengujian bentuk permukaan pelat penyerap radiasi matahari
2. Pengujian optimasi luasan permukaan pelat penyerap radiasi matahari

Analisa Data

Melalui variabel bebas yang merupakan variasi dalam penelitian, kemudian diambil data temperatur dan radiasi total matahari setiap harinya, dari data yang diperoleh kemudian dilakukan uji data menggunakan uji varian dan pengolahan data yang pada akhirnya akan didapatkan kinerja *solar water heater* sederhana. Dari hasil pengolahan data dapat dibuat grafik, dianalisa dan kemudian disimpulkan. Grafik yang akan dibuat dan dianalisa diantaranya; sebagai berikut:

1. Grafik. bentuk permukaan pelat penyerap radiasi matahari terhadap efisiensi *solar water heater* sederhana
2. Grafik. Optimasi luasan permukaan pelat penyerap radiasi matahari terhadap efisiensi *solar water heater* sederhana

Diagram Alir Penelitian



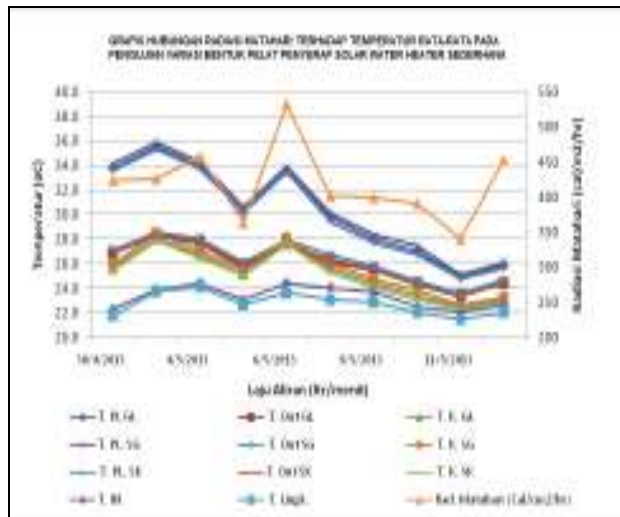
Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian diperoleh data dan dapat dibuat grafik sebagai berikut:

Pengujian Pelat Penyerap Solar Water Heater Variasi Bentuk

Hubungan Radiasi Matahari Terhadap Temperatur Rata-Rata Pada Pengujian Variasi Bentuk Pelat Penyerap Solar Water Heater Sederhana



T. PL. GL : Temperatur pelat gelombang
T. Out GL : Temperatur aliran out gelombang
T. K. GL : Temperatur kaca gelombang
T. PL. SG : Temperatur pelat segitiga sama kaki
T. Out SG : Temperatur aliran out segitiga sama kaki
T. K. SG : Temperatur kaca segitiga sama kaki
T. PL. SK : Temperatur pelat segitiga siku-siku
T. Out SK : Temperatur aliran out segitiga siku-siku
T. K. SK : Temperatur kaca segitiga siku-siku
T. IN : Temperatur aliran in
T. Lingk. : Temperatur lingkungan

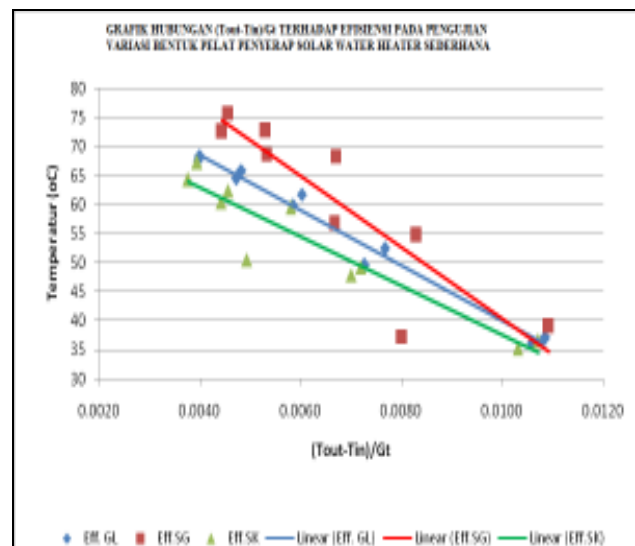
Gambar 7. Grafik hubungan radiasi matahari terhadap temperatur rata-rata pada pengujian variasi bentuk pelat penyerap solar water heater sederhana

Dari gambar grafik 7 diatas dapat dilihat temperatur pelat penyerap dan temperatur aliran out pada pengujian variasi bentuk pelat penyerap mengikuti pola radiasi matahari, hal demikian disebabkan oleh pengaruh radiasi matahari. pada pengujian tanggal 6 Mei 2013 temperatur pelat gelombang sebesar $33,6^{\circ}\text{C}$ dan temperatur aliran out sebesar $27,6^{\circ}\text{C}$ dengan radiasi matahari sebesar $532,5 \text{ Cal/Cm}^2/\text{hr}$. Kemudian pada pengujian pelat gelombang tanggal 8 Mei 2013 memiliki temperatur pelat sebesar $29,8^{\circ}\text{C}$ dan temperatur aliran out sebesar $26,4^{\circ}\text{C}$ dengan besaran radiasi matahari $401,4 \text{ Cal/Cm}^2/\text{hr}$. Selain tempertur pelat dan temperatur aliran out dapat dilihat juga bahwa temperatur aliran in, temperatur lingkungan dan temperatur kaca juga mengikuti besaran dari radiasi matahari, sehingga dapat dikatakan ketika radiasi matahari mengalami peningkatan maka temperatur rata-rata yang ada akan mengalami

peningkatan pula. Sebaliknya ketika radiasi matahari mengalami penurunan besaran maka temperatur rata-rata yang ada akan mengalami penerunan temperatur.

Dari grafik diatas juga dapat terlihat bahwa pelat penyerap yang terbaik dalam penyerapan panas dan pelat yang menghasilkan aliran terpanas adalah pelat penyerap berbentuk segitiga sama kaki. Ini terlihat pada temperatur pelat penyerap segitiga sama kaki dengan pengujian aliran tanggal 6 Mei 2013 memiliki temperatur sebesar $33,9^{\circ}\text{C}$ dan menghasilkan temperatur aliran out sebesar $28,0^{\circ}\text{C}$, sedangkan pelat penyerap yang memiliki penyerapan panas terendah adalah pelat penyerap berbentuk segitiga siku-siku temperatur sebesar $33,5^{\circ}\text{C}$ yang dapat menghasilkan temperatur aliran out sebesar $27,5^{\circ}\text{C}$.

Hubungan (Tout-Tin)/Gt Terhadap Efisiensi Pada Pengujian Variasi Bentuk Pelat Penyerap Solar Water Heater Sederhana



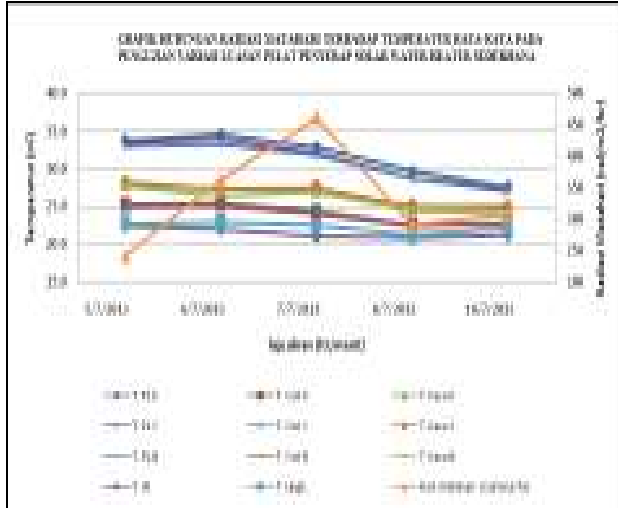
Keterangan :
Eff. GL : efisiensi pelat gelombang
Eff. SG : efisiensi pelat segitiga sama kaki
Eff. SK : efisiensi pelat segitiga siku-siku

Gambar 8. Grafik hubungan radiasi matahari terhadap temperatur rata-rata pada pengujian variasi bentuk pelat penyerap solar water heater sederhana

Dari grafik 8 diatas dapat dilihat efisiensi penyerapan panas pada pengujian variasi bentuk pelat penyerap solar water heater sederhana dengan pelat penyerap berbentuk segitiga sama kaki memiliki efisiensi yang terbaik dengan angka efisiensi $77,8\%$ dan pelat penyerap yang memiliki angka terendah pada pelat penyerap siku-siku sebesar $67,3\%$. Pengujian ini dilaksanakan pada tanggal 13 Mei 2013.

Pengujian Pelat Penyerap Solar Water Heater Variasi Luasan

Hubungan Radiasi Matahari Terhadap Temperatur Rata-Rata Pada Pengujian Variasi Luasan Pelat Penyerap Solar Water Heater Sederhana



Keterangan :

- T. PL K : Temperatur pelat segitiga sama kaki kecil
- T. Out K : Temperatur aliran out segitiga sama kaki kecil
- T. kaca K : Temperatur kaca segitiga sama kaki kecil
- T. PL. S : Temperatur pelat segitiga sama kaki sedang
- T. Out S : Temperatur aliran out segitiga sama kaki sedang
- T. kaca S : Temperatur kaca segitiga sama kaki sedang
- T. PL. B : Temperatur pelat segitiga sama kaki besar
- T. Out B : Temperatur aliran out segitiga sama kaki besar
- T. kaca B : Temperatur kaca segitiga sama kaki besar
- T. IN : Temperatur aliran in
- T. Lingk. : Temperatur lingkungan

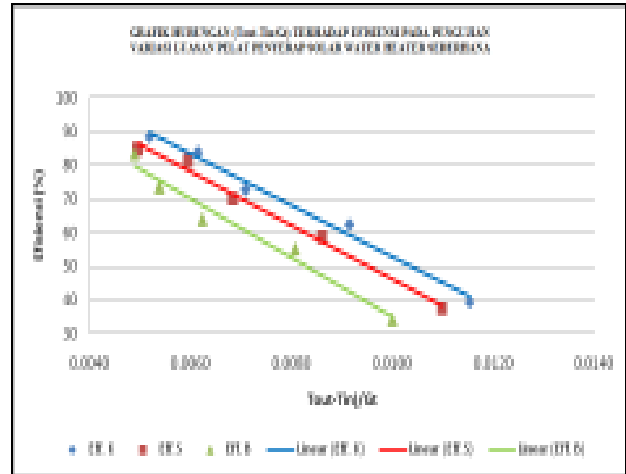
Gambar 9. Grafik hubungan radiasi matahari terhadap temperatur rata-rata pada pengujian variasi bentuk pelat penyerap solar water heater sederhana

Dari gambar 9 diatas terlihat temperatur pelat penyerap dan temperatur kaca pada pengujian variasi luasan pelat penyerap mengikuti pola radiasi matahari, hal demikian disebabkan oleh pengaruh radiasi matahari. Bukti bahwa radiasi matahari mempengaruhi pemanasan pada pengujian tanggal 7 Juli 2013 temperatur pelat segitiga sama kaki sedang sebesar 32,1 °C dan temperatur kaca rata-rata sebesar 27,5 °C dengan radiasi matahari sebesar 461,8 cal/cm²/hr. Kemudian pada pengujian pelat segitiga sama kaki sedang tanggal 8 Juli 2013 memiliki temperatur pelat sebesar 28,8 °C dengan besaran radiasi matahari 291,2 cal/cm²/hr.

Dari grafik 9 juga dapat disimpulkan bahwa pelat dengan luasan terbesar memiliki penyerapan panas yang terbaik adalah pelat segitiga kecil dengan memiliki luasan sebesar 0,37 m². Pelat segitiga kecil ini pada saat pengujian pada tanggal 6 Juli 2013 memiliki temperatur 34,7 °C yang dapat menghasilkan temperatur aliran out sebesar 25,4 °C. Pelat penyerap yang memiliki

temperatur terendah adalah pelat penyerap segitiga besar yang memiliki luasan 0,25 m², pada pengujian tanggal yang sama menghasilkan temperatur sebesar 33,3 °C yang menghasilkan temperatur aliran out sebesar 25,0 °C.

Hubungan (Tout-Tin)/Gt Terhadap Efisiensi Pada Pengujian Variasi Luasan Pelat Penyerap Solar Water Heater Sederhana



Keterangan :

- Eff K : Efisiensi Pelat Segitiga sama kaki kecil
- Eff S : Efisiensi Pelat Segitiga sama kaki sedang
- Eff B : Efisiensi Pelat Segitiga sama kaki besar

Gambar 10. Grafik hubungan radiasi matahari terhadap temperatur rata-rata pada pengujian variasi bentuk pelat penyerap solar water heater sederhana

Dari grafik 10 diatas dapat dilihat efisiensi penyerapan panas pada pengujian variasi luasan pelat penyerap solar water heater sederhana dengan pelat penyerap berbentuk segitiga sama kaki kecil memiliki efisiensi yang terbaik dengan angka efisiensi 88,6 % dan pelat penyerap yang memiliki angka terendah pada pelat penyerap segitiga besar sebesar 83,5 %.

Pembahasan

Dari Pengujian Variasi Bentuk dan luasan pelat penyerap solar water heater sederhana mendapatkan temperatur pelat penyerap, temperatur kaca, temperatur lingkungan, temperatur aliran masuk dan temperatur aliran keluar pada saat pengujian pelat penyerap mengikuti naik turunnya besaran intensitas radiasi matahari hal demikian disebabkan oleh pengaruh radiasi matahari, sehingga ketika intensitas radiasi matahari turun maka temperatur – temperatur tersebut akan mengalami penurunan juga dan ketika radiasi matahari nya meningkat maka temperatur-temperatur tersebut akan meningkat pula.

Pada pengujian variasi bentuk dapat dilihat bahwa pelat penyerap segitiga sama kaki memiliki temperatur pelat dan temperatur aliran out terbaik dan segitiga siku-siku memiliki temperatur pelat dan

temperatur aliran out terendah. Dengan Pelat penyerap segitiga sama kaki memiliki temperatur pelat penyerap dan temperatur aliran out yang terbaik, sehingga pelat penyerap dengan bentuk segitiga sama kaki di gunakan untuk pengujian variasi luasan.

Pada pengujian variasi luasan terdapat 3 variasi, diantaranya : segitiga sama kaki kecil, segitiga sama kaki sedang dan segitiga sama kaki besar. Dari ketiga variasi tersebut dapat dilihat bahwa pelat penyerap segitiga sama kaki kecil memiliki temperatur pelat dan temperatur aliran out terbaik dan segitiga sama kaki besar memiliki temperatur pelat dan temperatur aliran out terendah.

Dari 2 pengujian diatas dapat dilihat bahwa semakin luas permukaan pelat penyerap maka temperatur pelat akan meningkat dan semakin kecil luasan permukaan pelat penyerap maka akan berkurang pula temperatur pelat penyerap tersebut. Hal ini dikarenakan pelat penyerap yang memiliki luasan permukaan yang lebih luas akan lebih banyak menerima panas dari energi matahari dan sebaliknya pelat penyerap yang lebih kecil luasan permukaannya akan berkurang dalam penerimaan energi matahari.

Dari pengujian variasi bentuk dan luasan pelat penyerap *solar water heater* sederhana mendapatkan efisiensi penyerapan panas pada pengujian variasi bentuk pelat penyerap solar water heater sederhana dengan pelat penyerap berbentuk gelombang memiliki angka efisiensi yang terbaik berbanding terbalik dengan temperatur – temperatur terbaik yang di dominasi oleh pelat penyerap berbentuk segitiga sama kaki. Dan efisiensi penyerapan panas pada pengujian variasi luasan pelat penyerap solar water heater sederhana dengan pelat penyerap segitiga kecil memiliki angka efisiensi yang terendah berbanding terbalik dengan temperatur – temperatur terendah yang dimiliki oleh pelat penyerap segitiga besar. Ini dikarenakan ketika laju aliran semakin kecil dan ΔT semakin besar maka efisiensi yang dihasilkan akan lebih kecil dan sebaliknya ketika laju aliran semakin besar dan ΔT semakin kecil maka efisiensi yang dihasilkan akan lebih besar. Hal ini diakibatkan oleh laju aliran dan ΔT sebagai pengali dalam Q_u . Kemudian ketika Radiasi matahari semakin kecil dan luasan pelat penyerap semakin kecil maka efisiensi akan menjadi besar, kemudian ketika radiasi matahari semakin besar dan luasan pelat penyerap semakin besar maka efisiensi yang dihasilkan semakin kecil. Hal ini disebabkan oleh radiasi matahari dan luasan adalah sebagai pembagi sehingga akan berbanding terbalik dengan temperatur rata-rata yang terbaik.

KESIMPULAN

1. Temperatur pelat penyerap, temperatur aliran out dan efisiensi solar water heater pada pengujian bentuk pelat penyerap yang terbaik adalah pada pelat penyerap berbentuk segitiga.

2. Temperatur pelat penyerap, temperatur aliran out dan efisiensi solar water heater pada pengujian variasi luasan yang terbaik adalah pada pelat penyerap segitiga kecil.

Saran

1. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan :
 - a. Memberi variasi pada ketebalan kaca yang digunakan solar water heater sederhana.
 - b. Memberi variasi pada tekanan diatas pelat penyerap

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar. W 1995. **Teknologi Rekayasa Surya**, PT. Pradnya Paramita.
- Duffie J.A. dan Beckman W.A. 1980. ***Solar Engineering Of Thermal Processes***. New York : John Willey & Sons.
- Farid A. dan Ismail N.R (2010), **Pengaruh pelat penyerap bentuk gelombang dan reflektor terhadap kinerja solar heater sederhana**, PDM 2010 Teknik Mesin. Universitas Widyagama Malang.
- Ismail N.R (2007), **Pengaruh jenis pelat penyerap dan laju aliran terhadap kinerja solar heater sederhana**, PHK-A2. Teknik Mesin. Universitas Widyagama Malang.
- 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.
- Mustafa (2008), **Pengaruh pelat ganda dan laju air terhadap kinerja solar water heater**, LPPM. Teknik Mesin. Universitas Merdeka Madiun.
- Rahardjo T. dan Ekadewi A.H., (2005) **“Unjuk Kerja Pemanas Air Jenis Kolektor Surya Plat Datar dengan Satu dan Dua Kaca Penutup”**, Jurusan Teknik Mesin - Universitas Kristen Petra