

PENGARUH BENTUK PLAT ARBSORBER PADA SOLAR WATER HEATER TERHADAP EFISIENSI KOLEKTOR

Galuh Renggani Wilis ST.,MT.

ABSTRAK

Energi fosil di bumi sangat terbatas jumlahnya. Sedangkan pertumbuhan penduduk dan perkembangan teknologi meningkat pesat. Hal ini menyebabkan penggunaan energy di muka bumi ini semakin bertambah pula. Salah satu upaya mendapatkan sumber energy adalah dengan membuat penelitian – penelitian dengan memanfaatkan energy surya seperti pada penelitian ini menggunakan Solar Water Heater atau pemanas air dengan energy surya.

Dalam melakukan kajian eksperimen, digunakan Prototipe *Solar Water Heater* dengan dua jenis tiep absorber yaitu plat absorber tipe datar dan plat absorber tipe bergelombang. Dalam kajian ini data akan diambil pada jam 10.00 WIB sampai dengan jam 14.00 WIB hal ini dikarenakan dibulan Oktober 2013cuaca dibawah jam 10.00 WIB sering terjadi berawan. Penelitian dilakukan di dekat kampus UPS Tegal yang berjarak 500 m dari tepi pantai.

Dari analisa dan pembahasan menghasilkan Desain prototipe Solar Water Heater akan digunakan untuk melakukan pengujian unjuk kerja (Effisiensi) 2 (dua) buah plat abasorber yaitu plat seng datar dan plat seng bergelombang. Plat absorber tipe seng datar memiliki daya serap panas yang tinggi dengan mampu menyimpan panas pada temperatur 56 °C pada jam 12.00 WIB, sementara plat seng bergelombang mampu menyimpan panas pada temperatur 48 °C pada jam 13.00 WIB.Nilai Effisiensi maksimal yang diperoleh adalah plat absorber tipe datar sebesar 85.14 plat absorber tipe bergelombang sebesar 57.54. Dapat disimpulkan bahwa dalam penelitian dengan menggunakan prototipe Solar Water Heataer bahwa jenis plat absorber seng datar lebih sesuai untuk digunakan sebagai plat absorber.

Kata kunci : energy surya, solar water heater, plat arbsorber

BAB I PENDAHULUAN

Energi fosil di bumi sangat terbatas jumlahnya. Sedangkan pertumbuhan penduduk dan perkembangan teknologi meningkat pesat. Hal ini menyebabkan penggunaan energi di muka bumi ini semakin bertambah. Beberapa upaya dilakukan untuk mendapatkan sumber energi alternatif, salah satunya adalah energi surya atau energi matahari. Peralatan dalam rumah tangga juga sudah ada yang menggunakan listrik dari energi surya. Diantaranya *solar cell* yang menyimpan energi surya kemudian digunakan untuk lampu penerangan di beberapa ruangan dengan watt tertentu. Pemanas air (*water heater*) untuk kamar mandi juga sudah ada yang menggunakan panas matahari atau energi surya. Sehingga, diharapkan energi surya yang berlimpah ini dapat kita serap secara maksimal untuk penggunaan yang optimal pada peralatan – peralatan listrik dengan cara memodifikasi peralatan atau mencari bahan yang tepat untuk komponen peralatan penyerap surya.

Didasari dari uraian diatas, maka penelitian ini dibuat untuk mengetahui efisiensi kolektor solar water heater atau efisiensi kolektor penyerap surya pada alat pemanas air rumah tangga (*water heater*) dengan beberapa bentuk plat penyerapnya.

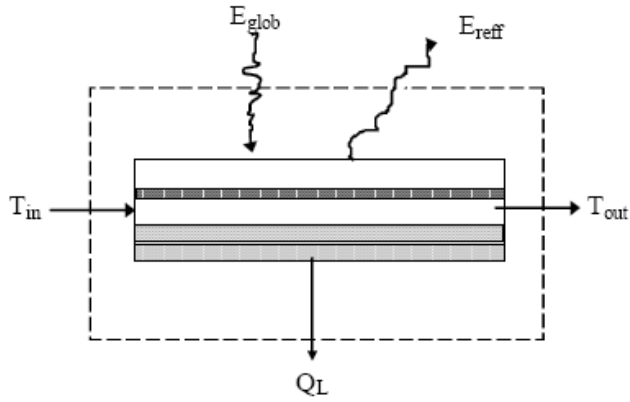
Penelitian ini membahas bagaimana menemukan bentuk yang paling baik untuk plat penyerap agar mendapatkan efisiensi sebaik mungkin pada solar water heater serta berapa besar efisiensi dan efektifitas kolektor surya pelat bergelombang dengan bentuk plat yang berbeda – beda. Penelitian ini dibatasi hanya pada perhitungan efisiensi kolektor surya dengan penggunaan material seng berbentuk datar dan bergelombang yang dicat hitam.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mendapatkan bentuk plat absorber yang paling tepat untuk digunakan pada solar water heater sederhana dan mengetahui besarnya efisiensi dan efektifitas kolektor surya dengan penggunaan plat yang berbeda bentuknya.

Penelitian ini diharapkan menghasilkan kesimpulan tentang bentuk plat yang baik dan mudah didapatkan pada solar water heater sederhana dilihat dari perbandingan besarnya efisiensi dan efektifitas kolektor surya dengan penggunaan plat yang berbeda bentuknya.

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Kestimbangan Energi



Gambar. 1 : Kestimbangan Energi pada kolektor

Persamaan Kestimbangan Energi :

$$Q_a = Q_u + Q_l + Q_s \quad (1)$$

Prinsip kerja kolektor panas adalah pelat absorber menyerap panas dari matahari yang mengenai permukaan absorber dan dikonversikan ke bentuk panas, sehingga temperatur plat naik. Panas tersebut kemudian dipindahkan ke pipa pemanas dan ke fluida yang mengalir didalam pipa pemanas, peristiwa ini terjadi secara Radiasi, Konduksi dan Konveksi.

2.2. Radiasi Matahari

Besarnya nilai radiasi matahari yang diterima yaitu :

$$I_{DN} = \frac{A}{\left(\frac{B}{\sin \beta}\right)} \quad (2)$$

Dimana :

A = Radiasi nyata matahari (W/m^2)

B = Koefisien pemandangan atmosphere

Radiasi yang mengenai suatu material akan mengalami tiga proses yaitu :

Absorbsivitas atau kemampuan material untuk menyerap radiasi yang terjadi di permukaan material.

$$\alpha_\gamma = \frac{I_{\gamma,absorb}}{I_{\gamma,Tot}} \quad (3)$$

Koefisien reflektivitas, adalah ratio antara radiasi yang dipantulkan terhadap radiasi yang terjadi.

Koefisien transmissivitas adalah ratio antara kemampuan suatu material untuk meneruskan radiasi matahari yang terjadi dengan total yang terjadi.

$$\tau_\gamma = \frac{I_{\gamma,trans}}{I_{\gamma,Tot}} \quad (5)$$

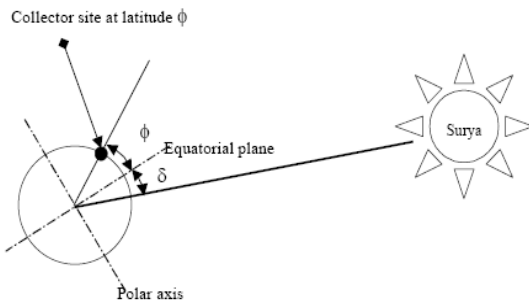
2.3. Geometri Matahari

Pergerakan dan posisi matahari sangat menentukan besarnya energi yang diterima oleh kolektor. Hal ini dituangkan dalam deklimasi matahari yaitu sudut yang terbentuk antara sinar datang matahari dengan garis tegak lurus terhadap sumbu

polar bidang matahari, sudut deklinasi matahari ini dapat ditentukan dengan

$$\delta = 23,45 \sin\left(\frac{360}{365} (284 + n)\right) \quad (6)$$

(Ref. : *The American Ephemeris and Naval Almanac*)



Gambar. 2 : Deklinas Matahari

Dari ilustrasi diatas, maka dapat ditentukan sudut jam siang matahari.

$$\cos \omega_s = \pm \tan \phi \cdot \tan \delta \quad (7)$$

2.4. Perpindahan Panas

Terdapat tiga proses perpindahan panas yaitu Konduksi, Konveksi dan Radiasi.

2.4.1 Konduksi

Konduksi adalah proses perpindahan panas yang mengalir dari benda yang bertemperatur lebih tinggi ke benda yang bertemperatur lebih rendah melalui benda yang diam dimana besar kecilnya perpindahan panas ditentukan oleh karakteristik zat atau benda yang dilalui panas pada waktu tertentu.

$$Q_k = -k \cdot A \left(\frac{dt}{dx}\right) \quad (8)$$

2.4.2 Radiasi

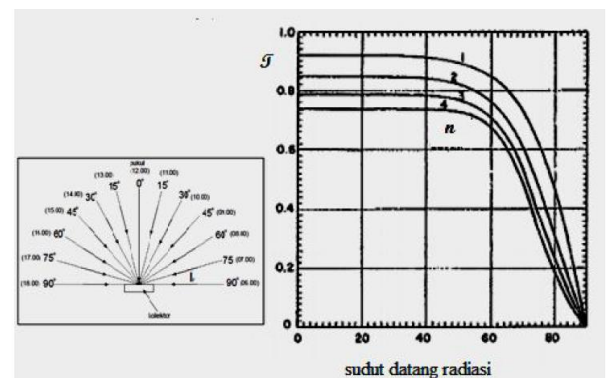
Radiasi adalah proses perpindahan panas dari benda bertemperatur tinggi ke benda bertemperatur rendah tanpa memerlukan zat atau benda penghubung. Panas terpancar dengan cara radiasi gelombang eletromaknetik, perpindahan secara radiasi dipengaruhi oleh,

1. Luas permukaan benda
2. Sifat permukaan benda
3. Kedudukan atau posisi permukaan yang akan menentukan besar pancaran yang dapat diterima oleh permukaan

$$Q_r = \sigma \cdot A T^4 \quad (9)$$

Besarnya energi panas (kalor) yang diserap melalui pipa kolektor dapat dinyatakan dalam persamaan

$$Q_{abs} = I_r \cdot \tau \cdot \alpha \cdot A_c \quad (10)$$



Gambar. 3 : Transmisivitas kaca penutup terhadap sudut datang radiasi (Duffie)

2.4.3 Konveksi

Konveksi merupakan proses perpindahan panas dari benda yang

bertemperatur lebih tinggi ke benda yang bertemperatur lebih rendah, benda penghubung adalah fluida.

$$Q_{kv} = h_{kv} A (T_h - T_c) \quad (11)$$

dimana h_{kv} adalah fungsi dari bentuk geometris tempat panas mengalir dan sifat fisik zat yang mengalir. Korelasi yang sering digunakan dalam menentukan perpindahan konveksi adalah :

- Bilangan Reynold, $Re = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu}$ (12)

- Bilangan Prandtl, $Pr = \frac{\mu \cdot Cp}{k}$ (13)

- Bilangan Nusselt, $Nu = \frac{hc \cdot D}{k}$ (14)

menurut ASHRAE Fundamentals Volume memberikan harga koefisien panas untuk beberapa variasi permukaan.

$$h = 5,50 + 2,70 V \quad \text{untuk kaca}$$

$$h = 10,21 + 4,57 V \quad \text{untuk batu bata}$$

$$h = 11,35 + 11,68 V \quad \text{untuk batu kapur}$$

Persamaan nilai koefisien konveksi (h) merupakan fungsi dari kecepatan angin yang dirumuskan : (Adam's)

$$h = 5,7 + 3,8 V \quad \text{untuk kecepatan angin} \\ \leq 5 \text{ m/s}$$

$$h = 10,21 + 4,57 V \quad \text{untuk kecepatan} \\ \text{angin } 5 \leq V \leq 30 \text{ m/s}$$

2.5 Laju aliran energi yang digunakan atau Panas yang berguna.

Laju aliran energi yang digunakan dalam absorber dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q_u = \dot{m} \cdot Cp \cdot (T_{out} - T_{in}) \quad (15)$$

$$Q_u = A_k F_r [(\tau\alpha)E_{glob} - K_{eff}(T_{in} - T_{\infty})] \quad (16)$$

$$Q_u = A_k F' [(\tau\alpha)E_{glob} - K_{eff}(T_{in} - T_{\infty})] \quad (17)$$

2.6. Rugi – Rugi Panas (Q_L)

Panas yang hilang dari kolektor ke lingkungan dipengaruhi oleh koefisien perpindahan panas total, luas permukaan plat absorber dan beda temperatur absorber dengan lingkungan

$$Q_L = F' \cdot U_L \cdot A_k (T_r - T_{\infty}) \quad (18)$$

$$Q_L = F_r \cdot U_L \cdot A_k (T_{in} - T_{\infty}) \quad (19)$$

2.7. Effisiensi Thermal Kolektor

Effisiensi thermal kolektor ditentukan oleh besarnya panas yang diterima kolektor sebesar (Q_{in}) terhadap panas yang dimanfaatkan (Q_u), maka effisiensi kolektor adalah :

$$\eta = \frac{F' [E_{glob} \cdot A_k \cdot \tau \cdot \alpha - U_L \cdot A_k (T_r - T_{\infty})]}{E_{glob} \cdot A_k} \quad (20)$$

$$\eta = \frac{F_r [E_{glob} \cdot A_k \cdot \tau \cdot \alpha - U_L \cdot A_k (T_{in} - T_{\infty})]}{E_{glob} \cdot A_k} \quad (21)$$

Sedangkan efisiensi aktual adalah,

$$\eta = \frac{Q_u}{Q_{in}} = \frac{m \cdot C_p \cdot \Delta T}{E_{glob} \cdot A_k} \quad (22)$$

$$\eta = \frac{Q_{abs} - Q_L}{E_{glob} \cdot A_k} \quad (23)$$

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Dalam melakukan kajian eksperimen, digunakan Prototipe Solar Water Heater dengan dua jenis tipe absorber yaitu plat absorber tipe datar dan plat absorber tipe bergelombang. Dalam kajian ini data akan diambil pada jam 10.00 WIB sampai dengan jam 14.00 WIB hal ini dikarenakan dibulan Oktober 2013 cuaca dibawah jam 10.00 WIB sering terjadi berawan.

Penelitian dilakukan di dekat kampus UPS Tegal yang berjarak 500 m dari tepi pantai.

Pelaksanaan dan Metoda Pengambilan Data

1. Prototipe Solar Water Heater yang dilengkapi dengan :

- Panel Kolektor,
- Thermo sensor (untuk sistem dan untuk pengukur suhu lingkungan),
- Flow meter
- Pompa air.



Tampak Belakang



Tampak Depan

Gambar. 4 : Prototipe Solar Water Heater

2. Jenis Panel Kolektor yang digunakan dalam kajian eksperimen

- Panel Kolektor plat datar



Gambar. 5 : Panel Kolektor Plat Datar

b. Panel Kolektor Plat Bergelombang



Gambar. 6 : Panel Kolektor Plat Bergelombang

Material panel kolektor masing masing terdiri dari :

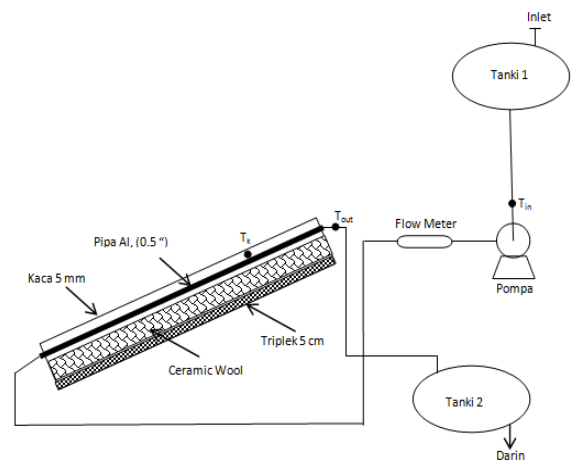
- Rangka luar, terbuat dari kayu yang dilapisi cat.
- Isolator dari glass wool atau ceramic wool dengan konduktivitas thermal ($k = 0.038 \text{ W/m}^\circ \text{C}$).
- Pipa pemanas diameter 0.5 inch dengan konduktivitas thermal ($k = 202 \text{ W/m}^\circ \text{C}$) dan Absorbivitas (0.15)
- Plat datar tebal 0.5 mm
- Plat gelombang tebal 0.5 mm

- Kaca transparan tebal 5 mm, yang memiliki nilai absorbivitas (α) 0.06 dan refleksi (ρ) 0.09.

3.2.3. Cara Kerja Alat

Air dialirkan ke dalam Tanki 1, aliran fluida dialirkan ke dalam pipa pemanas dengan mengatur debit sebesar 10 liter per menit (10 lpm), sensor temperatur yang ditempatkan di 3 (tiga) titik akan membaca nilai temperatur yaitu :

- Saluran masuk pompa (sebagai nilai awal atau T_{in})
- Panel kolektor (sebagai T_k)
- Saluran keluar dari pipa pemanas (sebagai T_{out})



Gambar. 7 : Skema Daigram Alat kerja

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan Pengujian

Setelah melakukan percobaan peralatan prototipe Solar Water Heater dengan bervariasi jenis panel absorber (Plat datar dan bergelombang) maka dapat dilakukan perhitungan nilai efisiensi masing – masing plat absorber dengan ketentuan percobaan dilakukan pada kondisi steady state, sudut kemiringan kolektor tetap 15 derajat dan debit air yang mengalir ke dalam pipa pemanas tetap sebesar 0.7 lpm.

Dari hasil pengujian prototipe maka dapat diperoleh hasil dan data sebagai berikut:

Analisa Data

Plat Absorber Datar

Debit Air = 0.7 liter per menit dengan panas

Spesifik ($C_p = 1,0102 \text{ KJ/Kg } ^\circ \text{C}$)

Sudut kemiringan = 15 derajat kolektor

Konduktivitas thermal pipa = $202 \text{ W/m}^{20} \text{ C}$

Nilai Absorbsivitas pipa = 0.15

Kond. Isolator glass wool = $0.038 \text{ W/m } ^\circ \text{C}$

Konduktivitas Triplek = $0.17 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ \text{C}$

Absorbsivitas Kaca = 0.06

Kecepatan angin rata-rata = 10 m/s

Tebal Triplek = 10 mm

Tebal Isolator = 60 mm

Tebal kaca = 5 mm
 Luas Absorber = $0.059 \text{ m} \times 0.42 \text{ m} \rightarrow 0.25 \text{ m}^2$

Luas bagian bawah = $0.65 \text{ m} \times 0.49 \text{ m} \rightarrow 0.32 \text{ m}^2$

Luas Samping kanan, kiri = masing – masing ; $0.65 \text{ m} \times 0.16 \text{ m} \rightarrow 0.10 \text{ m}^2$

Luas Depan, belakang = masing-masing; $0.49 \text{ m} \times 0.16 \text{ m} \rightarrow 0.08 \text{ m}^2$

n	Waktu (Jam)	T_∞ (° C)	Huma dity (%)	T_{in} (° C)	T_k (° C)	T_{out} (° C)
1.	10.00	30	61	28	46	38
2.	11.00	31	60	28	52	43
3.	12.00	33	60	28	56	47
4.	13.00	33	60	28	55	47
5.	14.00	33	61	28	51	43

Panas yang diserap oleh pipa absorber

Dengan menggunakan tabel....mengenai intensitas radiasi matahari yang diperoleh dari BMKG kota tegal dan sekitarnya pada 20 Oktober 2013 maka dapat ditentukan temperatur langit dan intensitas radiasi matahari

Selain itu sudut datang radiasi matahari dapat diperoleh dari gambar.3 (Transmisivitas kaca penutup terhadap sudut datang radiasi (*Duffie*)). Dari persamaan No

10 maka dapat ditentukan panas yang diserap oleh pipa absorber.

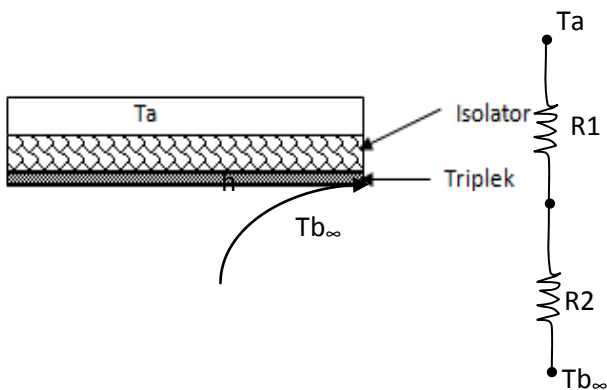
$$Q_{abs} = I_r \cdot \tau \cdot \alpha \cdot A_c = 30.82 \text{ Watt}$$

Rugi – Rugi Panas yang terjadi

Dari persamaan No. 18 maka dapat ditentukan jumlah rugi panas yang keluar dari sistem sebagai berikut :

$$Q_L = F' \cdot U_L \cdot A_k (T_r - T_\infty)$$

Rugi Panas dari Bawah



Gambar 8 : Ilustrasi Isolator bagian belakang

$$U_b = \frac{A_b}{A_k} \frac{1}{\frac{t_1}{k_1} + \frac{t_2}{k_2} + \frac{1}{h_b}} \cdot \frac{(T_a - T_{b\infty})}{(T_a - T_\infty)}$$

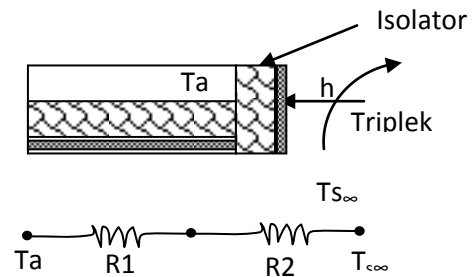
Nilai h, untuk kecepatan angin $5 \leq V \leq 30$ m/s adalah

$$h = 54.53 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Sehingga,

$$U_b = 0,77 \text{ watt}$$

Rugi Panas dari Samping (Melalui 4 Sisi)



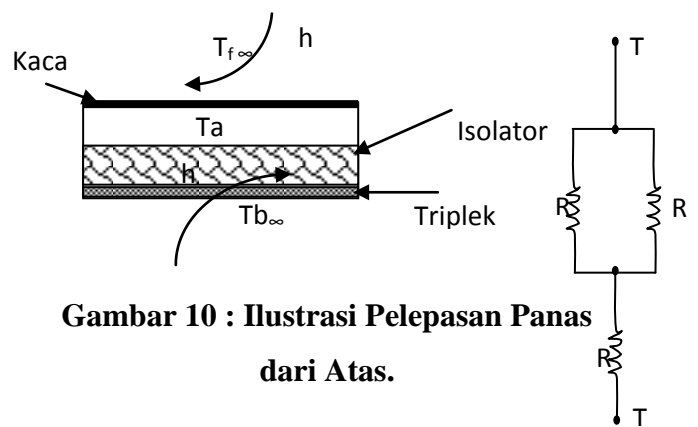
Gambar 9 : Ilustrasi Isolator bagian samping

$$U_s = \frac{A_s}{A_k} \frac{1}{\frac{t_1}{k_1} + \frac{t_2}{k_2} + \frac{1}{h_b}} \cdot \frac{(T_a - T_{s\infty})}{(T_a - T_\infty)}$$

$$= 2.38 \text{ Watt}$$

Rugi Panas dari atas

Koefisien perpindahan panas total pada bagian atas dapat dirumuskan dan diilustrasikan sebagai berikut :



Gambar 10 : Ilustrasi Pelepasan Panas dari Atas.

$$U_f = \frac{A_f}{A_k} \cdot \left(R_k + \frac{R_c \cdot R_r}{R_c + R_r} \right)^{-1} \cdot \frac{(T_a - T_{f\infty})}{(T_a - T_\infty)}$$

Dimana,

R_k = Tahanan thermal kaca,

$$R_k = \frac{t}{k_{kaca}}$$

t = tebal kaca, mm kaca.

k = konduktivitas thermal kaca ; 0.78 W/m °C

R_c = Tahanan Thermal konveksi dari tutup ke lingkungan

$$R_c = \frac{1}{h_f}$$

h_f = 5.5 + 2.7 (V), ----> koefisien konveksi untuk

V = kecepatan udara disekitar kolektor -> ± 5 m/s

R_r = Tahanan Thermal radiasi antara penutup dengan lingkungan

$$R_r = \frac{1}{\sigma \varepsilon (T_k^2 + T_\infty^2) (T_2 + T_\infty)}$$

σ = Konstanta Boltsman ; 5.67 x 10⁻⁸ W/m² K

ε = Emisivitas kaca ; 0.9

T₂ = Temperatur kaca (K)

Plat Absorber bergelombang

Debit Air = 10 liter per menit

Sudut kemiringan = 15 derajat kolektor

Konduktivitas thermal pipa = 202 W/m² °C

Nilai Absorbsivitas pipa = 0.15

Kond.Isolator glass wool = 0.038 W/m °C

Konduktivitas Triplek = 0.17 W/m² °C

Absorbsivitas Kaca = 0.06

Kecepatan angin rata-rata = 10 m/s

Tebal Triplek = 10 mm

Tebal Isolator = 60 mm

Tebal kacar = 5 mm

Luas Absorber = 0.059 m x 0.42 m --> 0.25 m²

Luas bagian bawah = 0.65 m x 0.49 m --> 0.32 m²

Luas Samping kanan, kiri = masing - masing ; 0.65 m x 0.16 m --> 0.10 m²

Luas Depan, belakang = masing-masing; 0.49 m x 0.16 m --> 0.08 m²

No.	Waktu (Jam)	T _∞ (° C)	Humadity (%)	T _{in} (° C)	T _k (° C)	T _{out} (° C)
1.	10.00	30	61	28	38	33
2.	11.00	31	60	28	41	38
3.	12.00	33	60	28	44	38
4.	13.00	33	60	28	48	42
5.	14.00	33	61	28	51	42

Secara Empiris perhitungan untuk plat absorbe bergelombang adalah menggunakan persamaan yang sama sehingga diperoleh nilai efisiensi sebagai berikut :

$$\eta = \frac{F' [E_{glob} \cdot A_k \cdot \tau \cdot \alpha - U_L \cdot A_k (T_r - T_{\infty})]}{E_{glob} \cdot A_k}$$

Dari hasil perhitungan maka diperoleh tabel Heat Loss untuk hasil pengujian sebagai berikut :

No.	Time (Jam)	F'	Uf (Watt)	Us (Watt)	Ub (Watt)	Ak m2	Tr °C	T∞ °C	(Uf+Us+Ub) W/m °C	Tr-T∞ °C	Qloss Watt
1	10	0,85	21,77	2,38	0,77	0,25	38	30	24,92	8	42,364
2	11	0,85	21,77	2,38	0,77	0,25	43	31	24,92	12	63,546
3	12	0,85	21,77	2,38	0,77	0,25	47	33	24,92	14	74,137
4	13	0,85	21,77	2,38	0,77	0,25	47	33	24,92	14	74,137
5	14	0,85	21,77	2,38	0,77	0,25	43	33	24,92	10	52,955

Tabel 2: Heat Loss untuk Plat Datar

No.	Time	F	Eglob	Ak	τ	α	UL	Tr	T∞	Eglob*Ak*τ*α	Tr-T∞	Eglob*AkAk(Tr-T∞)	UI*Ak(Tr-T∞)	Eff = F'*(Eglob*Ak*τ*α - (UL*Ak*(Tr-T∞)))*100%
			W/m2	m2			W/m °C	°C	°C		°C			
1	10	0,85	913,1	0,25	0,9	0,15	42,364	38	30	30,817125	8	228,275	2	84,728
2	11	0,85	913,1	0,25	0,9	0,15	63,546	43	31	30,817125	12	228,275	3	190,638
3	12	0,85	913,1	0,25	0,9	0,15	74,137	47	33	30,817125	14	228,275	3,5	259,4795
4	13	0,85	913,1	0,25	0,9	0,15	74,137	47	33	30,817125	14	228,275	3,5	259,4795
5	14	0,85	913,1	0,25	0,9	0,15	52,955	44	33	30,817125	11	228,275	2,75	145,62625

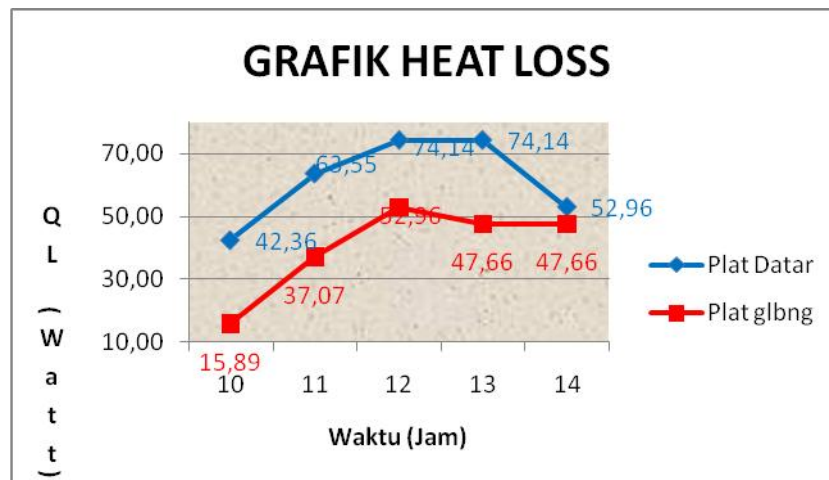
Tabel 3 : Effisiensi untuk Plat Datar

No.	Time (Jam)	F'	Uf (Watt)	Us (Watt)	Ub (Watt)	Ak m2	Tr °C	T∞ °C	(Uf+Us+Ub) W/m °C	Tr-T∞ °C	Qloss Watt
1	10	0,85	21,77	2,38	0,77	0,25	33	30	24,92	3	15,8865
2	11	0,85	21,77	2,38	0,77	0,25	38	31	24,92	7	37,0685
3	12	0,85	21,77	2,38	0,77	0,25	43	33	24,92	10	52,955
4	13	0,85	21,77	2,38	0,77	0,25	42	33	24,92	9	47,6595
5	14	0,85	21,77	2,38	0,77	0,25	42	33	24,92	9	47,6595

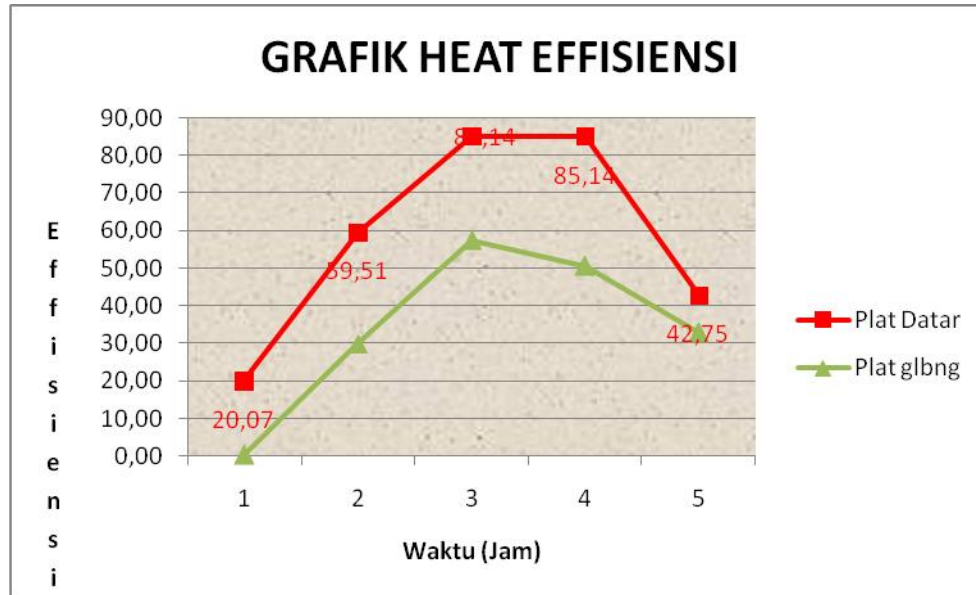
Tabel 4 : Heat Loss untuk Plat Gelombang

No.	F'	Eglob	Ak	τ	α	UL	Tr	T ∞	Eglob*Ak* τ * α	Tr-T ∞	Eglob*Ak	Ak(Tr-T ∞)	Ul*Ak(Tr-T ∞)	Eff=F'*(Eglob*Ak* τ * α)-(Ul*Ak*(Tr-T ∞))*100%
		W/m2	m2			W/m °C	°C	°C						
1	0,85	913,1	0,25	0,9	0,15	42,364	33	30	30,817125	3	228,275	0,75	31,773	0,36
2	0,85	913,1	0,25	0,9	0,15	63,546	38	31	30,817125	7	228,275	1,75	111,2055	29,93
3	0,85	913,1	0,25	0,9	0,15	74,137	43	33	30,817125	10	228,275	2,5	185,3425	57,54
4	0,85	913,1	0,25	0,9	0,15	74,137	42	33	30,817125	9	228,275	2,25	166,80825	50,64
5	0,85	913,1	0,25	0,9	0,15	52,955	42	33	30,817125	9	228,275	2,25	119,14875	32,89

Tabel 5 : Effisiensi untuk Plat Gelombang



Gambar 9 :Grafik Heat Loss



Gambar 10 : Grafik Effiseinsi

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Dari analisa dan pembahasan hasil pengujian, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Desain prototipe Solar Water Heater akan digunakan untuk melakukan pengujian unjuk kerja (Effisiensi) 2 (dua) buah plat abasorber yaitu :
 - a. Plat seng datar.
 - b. Plat seng bergelomng
2. Plat absorber tipe seng datar memiliki daya serap panas yang tinggi dengan mampu menyimpan panas pada temperatur 56 °C pada jam 12.00 WIB, sementara plat seng bergelombang

mampu menyimpan panas pada temperatur 48 °C pada jam 13.00 WIB.

3. Nilai Effisiensi maksimal yang diperoleh adalah sebagai berikut :
 - a. Plat absorber tipe datar sebesar 85.14
 - b. Plat absorber tipe bergelombang sebesar 57.54

Dari analisa dan kesimpulan diatas, maka dapat dinyatakan bahwa dalam penelitian dengan menggunakan prototipe Solar Water Heataer bahwa jenis plat absorber seng datar lebih sesuai untuk digunakan sebagai plat absorber.

SARAN :

Terdapat saran yang dapat diberikan sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan percobaan panel kolektor dengan menempatkan material tambahan diantara isolator dan triplek rangka pada bagian bawah dan samping untuk menjagi rugi-rugi panas yang besar.
2. Perlu dilakukan kajian dan percobaan dengan memvariasikan sudut permukaan kolektor untuk mendapatkan sudut efisiensi yang maksimal

DAFTAR PUSTAKA

1. Arismunandar ,W., 1995, *Teknologi Rekayasa Surya*, PT.Pradnya Paramitha Jakarta
2. J. A. Duffie, W. A. Beckman, *Solar Engineering Of Thermal Processes*, Third edition, copyright@2006 by John Wiley & Sons , Inc
3. Caturwati NK, Yuswardi Y, Nino S. 2012 *Peningkatan Absorpsi Radiasi Matahari pada Solar Water Heater dengan Pelapisan Warna Hitam*, Cilegon
4. J.P.Holman & E. Jasifi, 1997, *Perpindahan Kalor*, Penerbit Erlangga, Jakarta
5. Nugroho Gama Yoga, dkk. 2010. *Kaji Ekperimental Penggunaan Pipa Kalor Dalam Kolektor Surya Sebagai Penyerap Energi Termal Surya Untuk Penyuplai Pompa Kkalor Temperatur Tinggi*. Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-9 Palembang, 13-15 Oktober 2010.
6. Satwiko, dkk, 2011, *Studi Rancang Bangun Solar Water Heater Menggunakan Berbagai Jenis Kaca Kolektor*, UNJ Jkt.
7. Sutrisno. 2002, *pengujian kolektor surya pemanas air dengan menggunakan pelat absorber gelombang dengan dan tanpa honeycomb*, ITS Sby.
8. Yanuar Rizal, 2009, *Rancang Bangun Pemanas Air Tenaga Surya Absorber Gelombang tipe Sinusoidal dengan Penambahan Honeycomb*, ITS Sby.