

Analisis Efisiensi Kolektor Surya Pelat Gelombang Tipe U Terhadap Variasi Tinggi Gelombang Dan Tegangan Adaptor

¹⁾Zakharias S. Nady, ²⁾Muhamad Jafri, ³⁾Gusnawati
^{1,2,3)}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana
Jl. Adisucipto, Penfui-Kupang NTT
Email: Zakhariasnady@gmail.com

Diterima _____; diterima terkoreksi _____; disetujui _____

ABSTRAK

Kolektor surya merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengumpulkan energi matahari yang masuk dan diubah menjadi energi termal. Ada berbagai macam kolektor surya yang telah kita kenal salah satunya adalah kolektor surya plat datar. Untuk meningkatkan performa kolektor surya, dilakukan modifikasi pada plat penyerapnya. Modifikasi yang dilakukan adalah dengan menggunakan plat penyerap berbentuk gelombang tipe U dengan memvariasikan tinggi gelombang. Tujuannya untuk mengetahui performa kolektor surya terhadap variasi tinggi gelombang dan tegangan adaptor. Untuk mengetahui pengaruh variasi tinggi gelombang dan tegangan adaptor dilakukan pengujian perbandingan dengan menggunakan 15 buah kolektor yang memiliki luasan kolektor sama. Pengujian ini menggunakan 5 variasi tinggi gelombang yaitu 20 mm, 25 mm, 30 mm, 35 mm dan 3 variasi tegangan adaptor yaitu 9 Volt, 12 Volt dan 15 Volt. Dari hasil penelitian performa kolektor surya tipe U dengan variasi tinggi gelombang (20mm, 25mm, 30mm, 35mm) dan tegangan adaptor (9 Volt, 12 Volt, dan 15 Volt) diperoleh 59,15%, dengan kerugian kalor totalnya 1,253W/m².K, besar energi yang diserap 198,335W/m².K, pada tinggi gelombang 25 mm dan tegangan adaptor 12 Volt.

Kata kunci: kolektor surya, absorber gelombang tipe U.

ABSTRACT

Solar collector is a device that serves to collect the incoming solar energy and converted into thermal energy. There are various kinds of solar collectors that we know one of them is a flat plate solar collector. To improve the performance of solar collectors, a modification to the plate. Modifications made is by using a plate-type wave absorber U-shaped with varying wave height. The goal is to determine the performance of solar collectors on the wave height variation and voltage adapter. To determine the effect of variations in wave height and voltage adapter comparison testing using 15 pieces of collectors who have the same collector area. This test uses 5 variations of wave height of 20, 25, 30, and 35 mm and 3 variations of the adapter voltage is 9, 12, and 15 Volt. From the research performance of a solar collector with U-type variation of wave height (20, 25, 30, and 35 mm) and a voltage adapter (9, 12, and 15 Volt) gained 59.15%, with a total heat loss of 1.253 W/m². K, the energy is absorbed 198.335 W/m².K, the wave height of 25 mm and a voltage of 12 Volt adapter.

Key words: solar collector, U-type wave absorber

PENDAHULUAN

Agar polusi gas buang berkurang dan bumi menjadi lebih sehat telah dicanangkan tekad dan semangat untuk mengurangi pemakaian bahan bakar minyak. Hal ini mendorong peningkatan penggunaan sumber energi terbarukan atau energi alternatif. Untuk negara Indonesia, penggunaan energi terbarukan sudah banyak dimanfaatkan diantaranya energi angin, air dan energi matahari. Salah satu sumber energi terbarukan

yang melimpah di Indonesia dan banyak dimanfaatkan adalah energi matahari. Ini disebabkan karena Indonesia berada di garis katulistiwa dan beriklim tropis sehingga mempunyai temperatur lingkungan yang tinggi, kelembaban relatif, serta pada beberapa tempat mempunyai curah hujan tinggi pula.

Energi matahari banyak dimanfaatkan untuk proses pengeringan. Seperti di Indonesia bagian timur khususnya daerah Nusa Tenggara Timur energi matahari dimanfaatkan untuk mengeringkan hasil-hasil pertanian misalnya

kopi, kacang-kacangan, jagung, padi, ikan dan lain-lain. Komoditi tersebut kebanyakan harus segera dikeringkan dengan cara dijemur karena bila terlambat maka akan terjadi proses pembusukan yang sangat merugikan.

Untuk mengatasi hal tersebut perlu suatu rekayasa teknologi yang mampu mengurangi kerugian. Penjemuran di bawah terik sinar matahari yang temperatur lingkungannya berkisar 33 °C sedangkan temperatur pengeringan berkisar 60-70 °C (Burhanudin, 2005). Jika kita menggunakan udara pemanas bertemperatur lingkungan maka akan membutuhkan waktu yang lebih panjang. Oleh karena itu untuk meningkatkan temperatur lingkungan adalah dengan cara mengumpulkan udara dalam suatu kolektor surya.

Sifat dari kolektor surya adalah mengumpulkan energi matahari dan diteruskan ke fluida yang ada dalam kolektor. Makin banyak energi matahari yang dikumpulkan maka efisiensi kolektor surya semakin baik. Dalam penelitian-penelitian sebelumnya didapatkan masalah yang sering dihadapi kolektor surya adalah rendahnya koefisien perpindahan panas konveksi antara pelat *absorber* dengan udara yang mengalir di dalamnya sehingga mengurangi efisiensi dari kolektor tersebut. Ini disebabkan karena udara memiliki kapasitas termal yang rendah sehingga membutuhkan perancangan kolektor yang tepat dalam hal ini pemilihan bentuk pelat penyerap (*absorber*) untuk mengoptimalkan perpindahan panas dari *absorber* ke udara.

Adapun kolektor surya yang selama ini digunakan adalah kolektor surya tipe pelat datar, pelat datar dengan penambahan sirip dan kolektor surya tipe pelat V. Dari ketiga kolektor di atas didapatkan bahwa kolektor surya tipe pelat V sangat efisien dalam pengumpulan panas matahari dan kolektor surya pelat datar kurang efisien dalam pengumpulan panas matahari. Seperti penelitian Fudholi (2008), melakukan penelitian tentang perbandingan kolektor pelat datar dan absorber gelombang V. Hasil penelitian menunjukkan bahwa absorber dengan gelombang V terjadi peningkatan panas mencapai 7,4% dibandingkan pelat datar. Hal ini disebabkan oleh konduktifitas bahan dan terjadi tumbukan partikel-partikel aliran udara

yang melewati absorber sehingga terjadi penurunan tekanan pada kolektor. Berbagai macam bentuk pelat absorber yang telah banyak diuji untuk meningkatkan efisiensi kolektor surya, namun perlu ada rekayasa baru bentuk pelat absorber yaitu pelat absorber gelombang tipe U sebagai acuannya. Berdasarkan uraian di atas maka penulis termotivasi untuk melakukan penelitian tentang Analisis Efisiensi Kolektor Surya Pelat Gelombang Tipe U Terhadap Variasi Tinggi Gelombang dan Tegangan Adaptor.

TEORI DASAR

Kolektor surya

Kolektor surya merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengumpulkan energi matahari yang masuk dan diubah menjadi energi termal dan meneruskan energi tersebut ke fluida. Ada beberapa macam jenis kolektor surya yang tentunya untuk berbagai keperluan sesuai dengan kebutuhan. Salah satu tipe kolektor surya yang paling sering digunakan adalah tipe kolektor surya pelat datar. Untuk mendapatkan hasil pemanasan yang lebih maksimal pelat kolektor tersebut dicat warna hitam kelabu yang berfungsi untuk menyerap radiasi surya yang dipancarkan oleh matahari. Untuk menjaga agar tidak terjadi kerugian panas secara radiasi dan konveksi ke atmosfer, maka digunakan kaca bening tembus cahaya sebagai penutup kolektor.

Efisiensi Termal Kolektor Surya

Ukuran tingkat *performace* kolektor disebut juga efisiensi kolektor. Efisiensi kolektor didefinisikan sebagai perbandingan antara energi panas yang digunakan untuk menaikkan temperatur udara terhadap energi radiasi yang diterima oleh kolektor dalam waktu tertentu.

Perhitungan Koefisien Konveksi

Menentukan Koefisien Konveksi Antara Kaca Penutup dan Udara Luar

Perpindahan koefisien konveksi antara kaca penutup dan udara luar dapat di hitung

dengan persamaan sebagai berikut, (Duffie dan Beckman, 1991):

$$h_w = 2,8 + 3 V_w \quad (1)$$

dimana:

h_w = koefisien konveksi (W/m².K)

V_w = kecepatan angin (m/s)

Menentukan Koefisien Konveksi Antara Pelat Absorber dan Kaca Penutup

Persamaan koefisien konveksi antara pelat dan kaca penutup ditunjukkan sebagai berikut, (Duffie dan Beckman, 1991):

$$h_{c,abs-a} = \frac{Nu \cdot k}{L} \quad (2)$$

Dimana :

Nu = bilangan Nusselt

k = konduktivitas thermal fluida

L = jarak antara puncak pelat absorber dengan kaca penutup (m²)

Pada penelitian ini kemiringan kolektor $\beta = 0$ maka untuk menentukan nilai Nusselt dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut. (Duffie dan Beckman, 1991) :

$$Nu_u = 1 + 1,15 \left[1 - \frac{Ra_1}{Ra \cos \beta} \right] + 1,25 \left[1 - \frac{Ra_2}{Ra \cos \beta} \right] \quad (3)$$

Bilangan Nusselt sangat tergantung pada bilangan Rayleigh, maka untuk menentukan bilangan Rayleigh dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut, (Duffie dan Beckman, 1991) :

$$Ra_{al} = \frac{g \cdot \beta \cdot \Delta T \cdot L^3}{\nu \alpha} \quad (4)$$

Dimana :

G = gaya grafitasi (m/s²)

B = koefisien ekspansi volume metric (untuk gas ideal $\beta = 1/T$)

ΔT = perbedaan temperatur antara pelat absorber dan kaca penutup (K)

L = panjang karakteristik kaca penutup (m)

ν = viskositas kinematic (m²/s)

α = difusi thermal (m²/s)

Perhitungan Koefisien Radiasi

Perhitungan Koefisien Radiasi Antara Kaca Penutup dan Udara luar

$$h_{r,c-a} = \sigma \varepsilon_{cg} \frac{T_{cg}^4 - T_{sky}^4}{T_{cg} - T_{sky}} \quad (5)$$

Dimana :

σ = konstanta Stefan Boltzman (5,67 x 10⁻⁸ W/m².K)

ε_{cg} = emisivitas kaca penutup

T_{cg} = temperatur kaca penutup (K)

T_{sky} = temperatur langit (0,0552 (T_{ambien})^{1,5})

Perhitungan Koefisien Radiasi Antara Pelat Absorber dan Kaca Penutup

$$h_{r,abs-cg} = \frac{\sigma (T_{abs}^2 + T_{cg}^2) (T_{abs} + T_{cg})}{\frac{1 - \varepsilon_{cg}}{\varepsilon_{cg}} + \frac{1}{F_{12}} + \frac{(1 - \varepsilon_{abs}) A_{cg}}{\varepsilon_{abs} \cdot A_{abs}}} \quad (6)$$

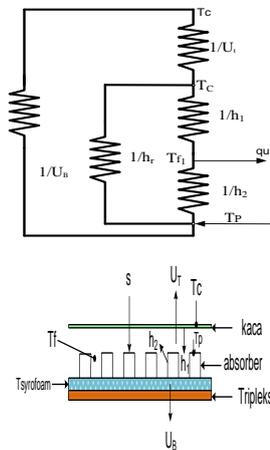
Dimana :

A_{abs} = luasan pelat absorber (m²)

A_{cg} = luasan kaca penutup (m²)

F_{12} = view factor

Perhitungan Tahanan Thermal Kolektor



Gambar 1. Tahanan thermal untuk kolektor surya tipe gelombang tipe U, Sumber: (Duffie dan Beckman, 1991)

Perhitungan Tahanan Thermal Antara Kaca Penutup dan Udara Luar

$$R_1 = \frac{1}{h_{c,c-a} + h_{r,c-a}} \quad (7)$$

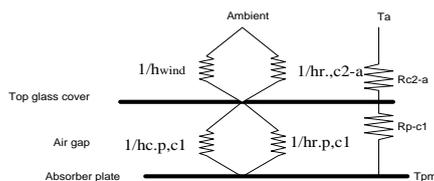
Perhitungan Tahanan Thermal Antara Pelat Absorber dan Kaca Penutup

$$R_2 = \frac{1}{h_{c,cg-abs} + h_{r,cg-abs}} \quad (8)$$

Analisis Kerugian Kalor Pada Kolektor Surya

Kerugian Kalor Pada Bagian Atas Kolektor

Rugi-rugi kalor pada bagian atas terjadi secara konveksi dan radiasi, sedangkan rugi-rugi kalor secara konduksi diabaikan sebab tebal cover kecil sehingga perbedaan temperatur tidak begitu signifikan (William, 1986).



Gambar 2. Tahanan thermal untuk kerugian atas (sumber: Koestoer, 2002)

Maka nilai koefisien rugi-rugi kalor bagian atas secara teori dapat didekati dengan persamaan berikut

$$U_T = R_1 + R_2$$

Koefisien Perpindahan Panas Bagian Bawah

Maka nilai koefisien rugi-rugi kalor bagian atas secara teori dapat didekati dengan persamaan berikut:

$$U_B = \frac{1}{\frac{L_1}{k_1} + \frac{L_2}{k_2} + \frac{1}{h_2}} \quad (9)$$

Kerugian Kalor Total

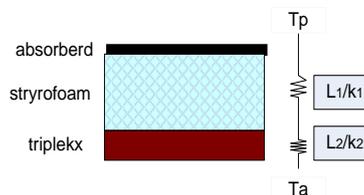
$$U_L = U_T + U_B \quad (10)$$

Dimana,

U_T = Koefisien kerugian kalor bagian atas ($W/m^2.K$)

U_B = Koefisien kerugian panas bagian bawah ($W/m^2.K$)

U_L = Koefisien kerugian panas total ($W/m^2.K$)



Gambar 3. Perpindahan panas bagian bawah kolektor

Sumber: Ardiansyah, 2010

Faktor efisiensi Kolektor

$$F' = \frac{1}{1 + \frac{U_L}{h + \frac{1}{\frac{1}{h} + \frac{1}{h_r}}}} \quad (11)$$

Faktor Aliran Kolektor

$$\psi = \frac{\dot{m} \cdot C_p}{A_C \cdot U_L \cdot F'} \quad (12)$$

$$F'' = \psi \left[1 - e^{-\psi} \right] \quad (13)$$

Faktor Pelepasan Kalor Kolektor

$$F_R = F'' \cdot F' \quad (14)$$

Faktor Energi Kalor Yang Dihasilkan

$$Q_u = A_C F_R [S - U_L (T_{f,in} - T_{amb})] \quad (15)$$

Efisiensi Kolektor

$$\eta = \frac{Q_u}{A_C I T} \quad (16)$$

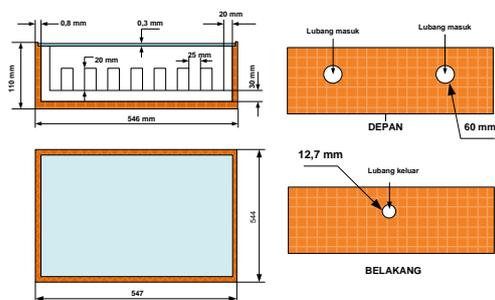
METODE

Prosedur Penelitian

Desain kolektor

Kolektor di buat dalam bentuk kotak dengan ukuran 50 cm x 50 cm x 10 cm, dengan badan kolektor terbuat dari tripleks ukuran 8

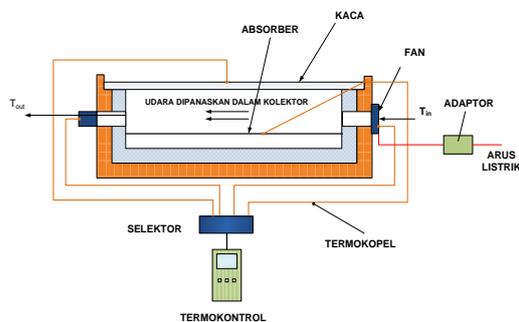
mm dan pelat *absorber* terbuat dari seng serta isolator terbuat dari styrofoam. Pelat *absorber* dibuat berbentuk gelombang dengan tipe U dengan ukuran tinggi gelombang 20 mm, 25 mm, 30 mm dan 35 mm. Pada bagian samping-samping kolektor dan bagian bawah kolektor dipasang styrofoam untuk mengurangi panas yang keluar dari dalam kolektor. Pada bagian penutup kolektor yang penutupnya terbuat dari kaca bening tembus cahaya yang berfungsi mengurung suhu panas yang ada dalam kolektor. Pada bagian depan kolektor dan bagian belakang kolektor dibuat lubang yang berfungsi untuk masuk keluarnya udara. Lubang bagian depan kolektor dibuat agak besar sehingga udara dari putaran *blower* tidak terpantul kembali keluar.



Gambar 4. Bagian-Bagian Kolektor

Penempatan Alat Ukur

Pada kolektor surya penempatan alat ukur terdapat beberapa titik yaitu temperatur di luar kolektor, temperatur pada kaca kolektor, temperatur di dalam kolektor, temperatur pada pelat *absorber*, temperatur udara masuk kolektor dan temperatur udara keluar dari kolektor.



Gambar 5. Penempatan Alat Ukur

Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang akan diteliti dalam penelitian ini dibedakan menjadi variabel bebas (*independent variable*) dan variabel terikat (*dependent variable*). Variabel bebas dari penelitian ini adalah tinggi gelombang 20 mm, 25 mm, 30 mm, 35 mm dan tegangan adaptor 9 Volt, 12 Volt, dan 15 Volt. Sedangkan variabel terikat dari penelitian ini adalah efisiensi kolektor surya.

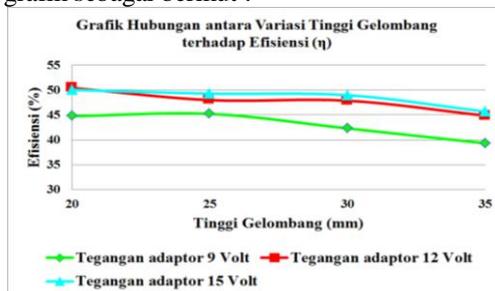
Teknik Analisa Data

Analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif yakni semua data yang diperoleh pada saat penelitian dianalisis berdasarkan rumus-rumus perhitungan yang ada. Rumus-rumus yang digunakan dalam analisa data diambil dari buku referensi dan buku-buku yang relevan yang berkaitan dengan penelitian. Hasil analisis dibuat dalam bentuk tabel dan grafik. Bentuk grafik hasil analisis dibuat pembahasan untuk diambil sebuah kesimpulan.

PEMBAHASAN

Data Hasil Penelitian

Data hasil pengujian pengaruh variasi tinggi gelombang dan tegangan adaptor terhadap performance kolektor surya tipe U disajikan dalam bentuk tabel hasil penelitian yang ditunjukkan di sini adalah untuk tinggi gelombang 20 mm pada tegangan adaptor 9 Volt. Dari hasil perhitungan efisiensi kolektor surya dengan variasi tinggi gelombang dan tegangan adaptor dapat disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut :



Gambar 6. Hubungan antara tinggi gelombang terhadap efisiensi (η)

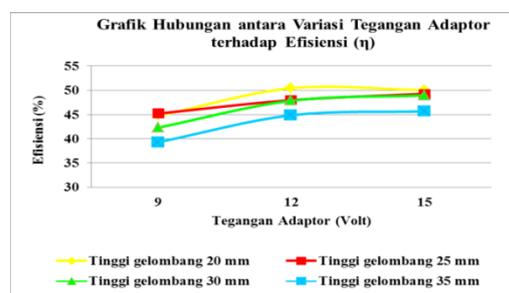
Berdasarkan grafik hubungan antara tinggi gelombang terhadap efisiensi, terlihat bahwa perubahan tinggi gelombang tidak terlalu mempengaruhi efisiensi. Dimana terlihat bahwa pada tinggi gelombang 25mm dan 30mm pada tegangan adaptor 12 Volt dan 15 Volt perbedaannya tidak terlalu jauh yaitu berkisar 0,2% dan 0,3%. Walaupun perubahan tinggi gelombang tidak terlalu mempengaruhi efisiensi kolektor, akan tetapi dari grafik di atas terlihat bahwa semakin tinggi gelombang maka efisiensi suatu kolektor semakin menurun. Hal ini disebabkan karena perubahan tinggi gelombang mempengaruhi luasan absorber dan jarak antara puncak absorber dengan kaca penutup. Jika tinggi gelombang semakin tinggi maka luasan absorber semakin besar dan volume kolektor semakin sempit.

Tabel 1. Data pengujian untuk tinggi gelombang 20 mm dan tegangan adaptor 9 Volt

| Waktu | V _r kee. Fluida (m/s) | I _r Int. Rad (W/m ²) | v _w Kec. Angin (m/s ²) | T _{amb} | | T _{amb} °C | Temperatur Kolektor | | | |
|-------|----------------------------------|---|---|------------------|----------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| | | | | T.B.B °C | T.B.K °C | | T _p °C | T _{abs} °C | T _{fin} °C | T _{fout} °C |
| 9:00 | 1.31 | 600 | 1.97 | 27.1 | 28.7 | 27.9 | 48.9 | 75.1 | 34.5 | 57.5 |
| 9:15 | 1.36 | 620 | 2.12 | 27.1 | 31.1 | 29.1 | 49.2 | 77.2 | 35.2 | 56.2 |
| 9:30 | 1.38 | 635 | 1.92 | 27.3 | 31.1 | 29.2 | 50.9 | 80.7 | 39.6 | 62.5 |
| 9:45 | 1.33 | 680 | 2.63 | 27.4 | 31.8 | 29.6 | 51.3 | 83.9 | 39.2 | 65.4 |
| 10:00 | 1.42 | 700 | 1.46 | 27.7 | 30.5 | 29.1 | 51.1 | 86.4 | 41.5 | 70.3 |
| 10:15 | 1.44 | 710 | 1.97 | 27.7 | 30.5 | 29.1 | 62.6 | 93.4 | 37.5 | 75.8 |
| 10:30 | 1.33 | 725 | 2.32 | 27.9 | 31.8 | 29.85 | 61.6 | 95.3 | 38.2 | 75.9 |
| 10:45 | 1.33 | 736 | 2.08 | 27.9 | 31.7 | 29.8 | 61.3 | 96.2 | 38.3 | 77.7 |
| 11:00 | 1.3 | 740 | 1.43 | 28.1 | 30.9 | 29.5 | 62.7 | 100.2 | 42.9 | 82.5 |
| 11:15 | 1.62 | 743 | 1.53 | 28.2 | 31.3 | 29.75 | 69.6 | 104.1 | 40.1 | 85.8 |
| 11:30 | 1.6 | 746 | 2.5 | 28.4 | 32 | 30.2 | 67.4 | 103.9 | 42.6 | 87.5 |
| 11:45 | 1.42 | 748 | 1.67 | 28.5 | 33.2 | 30.85 | 67.5 | 104.1 | 42.1 | 85.5 |
| 12:00 | 1.46 | 750 | 3.1 | 28.2 | 33.7 | 30.95 | 64.1 | 103.1 | 43.5 | 86.1 |
| 12:15 | 1.33 | 751 | 1.72 | 28.9 | 34 | 31.45 | 65.4 | 103.3 | 43.2 | 88.4 |
| 12:30 | 1.48 | 753 | 2.62 | 29 | 34.2 | 31.6 | 67.3 | 102.5 | 41.8 | 87.4 |
| 12:45 | 1.33 | 756 | 2.63 | 29.1 | 34.2 | 31.65 | 65.1 | 100.7 | 45.2 | 83.7 |
| 13:00 | 1.34 | 760 | 4.21 | 29.3 | 34.4 | 31.85 | 68.1 | 103.9 | 47.8 | 87.9 |
| 13:15 | 1.38 | 751 | 2.22 | 29.4 | 34.8 | 32.1 | 61.2 | 97.6 | 43.5 | 84.2 |
| 13:30 | 1.43 | 740 | 3.41 | 29.4 | 34.7 | 32.05 | 53.3 | 91.4 | 45.3 | 80.2 |
| 13:45 | 1.42 | 710 | 1.79 | 29.4 | 35.6 | 32.5 | 52.1 | 85.8 | 45.3 | 77.5 |
| 14:00 | 1.34 | 680 | 2.24 | 29.3 | 36.7 | 33 | 50.8 | 79.4 | 44.5 | 68.3 |

Bertambah besarnya luasan absorber dan mengecilnya volume kolektor menyebabkan proses penyerapan energi matahari yang tinggi. Hal ini menyebabkan nilai koefisien konveksi antara fluida kerja dan pelat absorber mengalami peningkatan yang akhirnya temperatur fluida kerja dalam kolektor meningkat. Meningkatnya temperatur fluida kerja dengan jarak antara puncak absorber dan kaca penutup yang pendek menyebabkan koefisien konveksi antara fluida kerja dan kaca penutup terjadi peningkatan sehingga menyebabkan kerugian kalor yang dilepaskan ke lingkungan besar. Kerugian kalor (U_L) yang besar ini menyebabkan efisiensi menurun.

Dari grafik di atas terlihat bahwa efisiensi tertinggi didapatkan pada tinggi gelombang 20 mm dengan nilai efisiensi rata-rata 50,424 %. hal ini disebabkan karena tinggi gelombang sangat berpengaruh pada efisiensi dimana semakin tinggi gelombang semakin besar luasan absorber yang mengakibatkan kenaikan pada temperatur fluida kerja yang menyebabkan kerugian kalor yang dilepaskan ke lingkungan semakin sehingga efisiensinya menurun. Untuk efisiensi terendah terjadi pada tinggi gelombang 35 mm dengan nilai efisiensi rata-rata 39,283%



Gambar 7. Hubungan antara tegangan adaptor terhadap efisiensi (η)

Grafik hubungan antara tegangan adaptor terhadap efisiensi terlihat bahwa perubahan tegangan adaptor sangat mempengaruhi efisiensi kolektor surya. Hal ini disebabkan karena tegangan adaptor sangat mempengaruhi putaran van terhadap kecepatan aliran udara dalam kolektor dan volume udara yang dimasukkan ke dalam kolektor. Jadi, kecepatan aliran udara yang ada dalam kolektor sangat bergantung pada putaran van yang diakibatkan oleh perubahan tegangan adaptor. Makin besar tegangan adaptor yang diberikan semakin cepat putaran van yang dihasilkan sehingga kecepatan aliran udara dalam kolektor semakin besar. Hal ini mengakibatkan terjadinya aliran turbulen yang besar di dalam kolektor sehingga koefisien antara fluida kerja dan kaca penutup lebih kecil dari panas yang berguna. Hal ini disebabkan karena kecepatan aliran udara yang besar di dalam kolektor yang akan menyebabkan udara yang telah dipanaskan dalam kolektor terdorong keluar melalui lubang keluar. Udara yang keluar melalui lubang keluar itulah yang disebut dengan panas berguna. Hal ini yang

menyebabkan efisiensi naik karena kerugian kalor yang dilepaskan ke lingkungan menurun.

Dari grafik dapat dilihat bahwa efisiensi tertinggi pada variasi tegangan adaptor didapatkan pada tegangan 15 Volt dengan nilai efisiensi rata-rata 50,424%. Hal ini disebabkan karena kecepatan aliran fluida kerja yang besar sehingga mengurangi kerugian kalor ke lingkungan yang diakibatkan oleh menurun koefisien konveksi dari fluida kerja ke kaca. Untuk efisiensi terendah didapatkan pada tegangan adaptor 9 Volt dengan nilai efisiensi rata-rata 39,283%.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan perhitungan yang telah dilaksanakan, dapat diambil kesimpulan bahwa:

- Variasi tinggi gelombang dan tegangan adaptor mempengaruhi efisiensi kolektor surya. Terlihat bahwa tinggi gelombang dan tegangan adaptor berbanding terbalik. Jika tinggi gelombang semakin tinggi maka efisiensi kolektor surya semakin menurun sedangkan untuk tegangan adaptor semakin besar tegangan adaptor yang diberikan maka efisiensi kolektor surya semakin naik.
- Dari kedua variasi didapatkan bahwa perubahan tegangan adaptor lebih mempengaruhi efisiensi kolektor surya dibandingkan dengan perubahan tinggi gelombang.
- Variasi tinggi gelombang dan tegangan adaptor didapatkan efisiensi tertinggi pada tinggi gelombang 20mm dan tegangan adaptor 15 Volt dengan nilai rata-rata 50,424%, sedangkan untuk efisiensi terendah terdapat pada tinggi gelombang 35mm dan tegangan adaptor 9 Volt dengan nilai rata-rata 39,283%.

Saran

Dari hasil penelitian masih banyak kekurangan yang didapatkan dalam pelaksanaan pengambilan data, maka untuk para peneliti yang berniat mengambil judul tentang kolektor disarankan:

- Menggunakan kaca penutup dengan ketebalan berbeda atau kaca bentuk lain
- Menggunakan adaptor yang memiliki tegangan lebih besar dari penelitian ini
- Menggunakan pelat absorber dari material lain seperti pelat tembaga dan kuningan.
- Menggunakan sensor temperatur yang mencukupi pada setiap titik sehingga dapat dihitung secara bersamaan.
- Mengganti isolator dengan menggunakan isolator yang lebih bagus

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alit, Ida Bagus dan Rudy Sutanto. 2002. Rancang Bangun Kolektor Tubular yang Memanfaatkan Lampu Neon Bekas Sebagai Kaca Penutup Kolektor. *Jurnal Teknik Mesin* Fakultas Teknik Universitas Mataram. Mataram. NTB
- [2] Arismunandar Wiranto. 1995. *Teknologi Rekayasa Surya*, Jakarta, PT. Pradnya Paramita.
- [3] Burhanuddin. A. 2005. *Karakteristik Kolektor Surya Pelat Datar Dengan Variasi Jarak Penutup dan Sudut Kemiringan Kolektor*. Jurusan Fisika FMIPA. UNS
- [4] Çengel, A. Y & Robert H. 2005. *Turner. Fundamentals of Thermal-Fluid Sciences*. Mc Graw Hill: New York
- [5] Duffie, J.A. dan Beckman W.A. 1991. *Solar Engineering of Thermal Processes*. Jhon Willey and Sons Inc, Wisconsin
- [6] Handoyo, E. A. 2010. Pengaruh Jarak Kaca Ke Pelat Terhadap Panas Yang Diterima Suatu Kolektor Surya Pelat Datar, *Jurnal Teknik Mesin*, Universitas PETRA, Surabaya.
- [7] Moran, J. M. 2006. *Fundamentals of Engineering Thermodynamics* Tehrmodinamics I. Shapiro, Howard N. II
- [8] Priyadi, I. 2008. *Pengembangan Teknologi Tepat Guna: Studi Parameter Teknologi Hybrid Kolektor Sel Surya Sebagai Teknologi Peningkat Hasil Panen*. Staf Pengajar Teknik Elektro Universitas Bengkulu: Lampung
- [9] Semansky, M. W dan R. H. Dittman. 1986. *Kalor dan Termodinamika Terbitan ke 6*, (terjemahan Suroso), ITB : Bandung.

- [10] Sumarsono, M dan Rivai Mustafa. 2008. Analisis Unjuk Kerja Kolektor Udara Pengering Kayu Bersumber Energi Surya – Biomasa. *Jurnal B2TE, BPPT, Puspiptek-Serpong : Tangerang*