

ANALISIS EFISIENSI KOLEKTOR SURYA PLAT ABSORBER TIPE V-CORUGGATED DENGAN VARIASI DIAMETER DIMPLE

Stefanus Neno

Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Albert Foenay, Kupang, Indonesia

Email: even.neno@gmail.com

Abstract.

As a country that is below the equator, Indonesia has the potential for solar energy resources that can be utilized, and applied for various needs, one of which is as a source of solar energy for the drying process. The availability of solar energy is very abundant and easy to get because it is very important to develop. Therefore, a study was conducted on solar collectors. In this study, a dimple-type V-corrugated absorber plate with a staggered arrangement was discussed. The diameter of the dimple on the absorber plate measures 6 mm, 8 mm, and 10 mm. In the calculation results on the solar collector v-corrugated absorber plate type dimple staggered useful energy which in solar collectors with absorber plate dimple diameter 6 mm is 51.01 watts with an air mass flow rate of 0.006 kg/s and an intensity of 431.372 W/m².

Keywords: *Solar Collector, Plate Type, And Staggered.*

Abstrak.

Sebagai negara yang berada dibawah garis khatulistiwa, indonesia mempunyai potensi sumber daya energi surya yang dapat dimanfaatkan, dan diaplikasikan untuk berbagai kebutuhan, salah satunya sebagai sumber energi matahari untuk proses pengeringan. ketersediaan energi matahari sangatlah melimpah dan mudah di dapat karena itu sangat penting untuk dikembangkan. oleh sebab itu dilakukan sebuah penelitian tentang kolektor surya. pada penelitian ini dibahas plat *absorber v-corrugated tipe dimple* dengan susunan *staggered*. diameter *dimple* pada plat absorber berukuran 6 mm, 8 mm dan 10 mm. Pada Hasil Perhitungan pada kolektor surya *v-corrugated absorber plate tipe dimple staggered* energi berguna yang pada kolektor surya dengan plat obsorber diameter dimple 6 mm adalah 51,01 watt dengan laju massa udara 0.006 kg/s dan intensitas 431, 372 W/m².

Kata kunci: Kolektor surya, Tipe Plat Dan Staggered.

LATAR BELAKANG

Kolektor surya merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengumpulkan energi matahari yang masuk dan diubah menjadi energi termal dan meneruskan energi tersebut ke fluida. Prinsip kerja dari kolektor surya ini adalah radiasi matahari yang jatuh permukaan kolektor, kemudian ditransmisikan melalui kaca penutup transparan dan diubah menjadi energi panas oleh pelat penyerap. Selanjutnya akan terjadi perpindahan

Received Juli 07, 2022; Revised Agustus 2, 2022; September 22, 2022

* Stefanus Neno, e-mail even.neno@gmail.com

panas dari plat penyerap menuju fluida yang mengalir melewati dalam kolektor. Ada banyak jenis kolektor surya yang berbeda-beda seperti pelat datar, pelat gelombang, tipe rak, dan masih banyak kolektor lainnya dan semuanya tergantung dari desain dan bentuk absorbernya,

Pada penelitian-penelitian terdahulu yang telah dilakukan Marsiaunus, dkk, (2019). Studi Eksperimen Performasi Kolektor Surya Pemanas Udara Tipe Dimple Inline Plat V-Corrugated Absorber, penelitian ini dilakukan secara eksperimen, Hasil yang diperoleh adalah Q_{use} paling tinggi sebesar 51.59 Watt pada laju massa 0.006 kg/s dengan intensitas radiasi 718 Watt/m² dan efisiensi paling tinggi sebesar 48.72 % dicapai pada laju massa 0.006 kg/s dengan intensitas 432 Watt/m²,

Brij Brushan, dkk, (2011), melakukan penelitian tentang nusselt number dan friction faktor untuk pipa pemanas udara yang dimiliki oleh plat penyerap, dari hasil penelitiannya secara eksperimen pada plat absorber bentuk dimple menghasilkan koefisien perpindahan panas lebih tinggi dibandingkan dengan plat datar. Untuk maksimum jumlah nusselt number dan faktor gesekan mendapatkan nilai masing-masing 3,8 dan 2,2 kali dibandingkan dengan plat halus untuk koefisien perpindahan panas nilai (S/e) 31,25, (L/e) 31,25 dan (d/D) 0,294.

Untuk memperbesar koefisien perpindahan panas yang dihasilkan oleh kolektor surya, perlu adanya penambahan gangguan di dalam saluran kolektor surya. Gangguan yang diberikan dapat berupa permukaan plat yang ditekuk dimple. Dengan adanya dimple akan terjadi olakan pada fluida sehingga dapat meningkatkan temperature keluaran dari kolektor surya.

Dimple adalah bentuk cekungan setengah lingkaran pada plat datar (absorber), yang disusun secara staggered dan inline pada permukaan plat absorber, dimple pada kolektor surya ini berfungsi untuk membuat udara didalam plat absorber terjadi pergolakan aliran udara yang mengakibatkan peningkatan temperatur. Dimple yang dirancang pada kolektor ini terdiri dari 3 plat absorber dengan diameter dimple 6 mm, 8 mm dan 10 mm.



Gambar 1. Plat absorber tipe V Corrugated dengan susunan dimple secara staggered

Pembuatan dimple pada plat ini menggunakan batang pipa yang ujungnya dibuat bentuk bola dan diberikan tekanan pada permukaan plat datar sehingga menghasilkan cekungan pada plat. Cekungan ini hanya setengah dari diameter bola pada ujung pipa.

Dari uraian-uraian penelitian di atas maka diambil kesimpulan bahwa penelitian tentang kolektor surya telah banyak dilakukan, tetapi masih ada kemungkinan untuk memperbaiki penelitian tersebut. Pada penelitian ini penulis memfokuskan penelitian analisis efisiensi kolektor surya plat absorber tipe v-corrugated dengan variasi diameter dimple.

KAJIAN TEORITIS

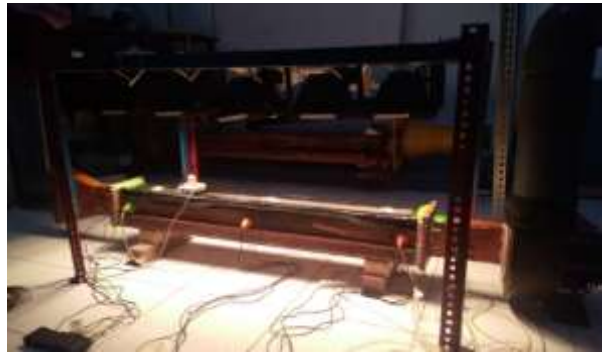
Perpindahan panas merupakan perpindahan energi yang diakibatkan oleh adanya perbedaan temperature. Panas berpindah dari medium yang memiliki temperature tinggi menuju temperature rendah. Terdapat tiga macam cara perpindahan panas, yaitu perpindahan panas secara konduksi, konveksi dan radiasi.

Adapun perhitungan-perhitungan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Tahanan thermal antara kaca penutup dan udara luar : $R_1 = \frac{1}{h_w + h_{r,amb-cg}}$
- Tahanan thermal antara kaca penutup dan pelat absorber : $R_2 = \frac{1}{h_{c,cg} + h_{r,cg-abs}}$
- Nilai koefisien rugi-rugi kalor bagian atas secara teori : $U_T = \frac{1}{R_1 + R_2 + \frac{1}{h_{ri}}}$
- Koefisien perpindahan panas bagian bawah : $U_B = \frac{1}{\frac{L_1}{k_1} + \frac{L_2}{k_2} + \frac{1}{h_{r2}}}$
- Untuk koefisien kerugian panas total : $U_L = U_T + U_B$
- Analisa perhitungan energi yang di serap : $\dot{Q}_{utco} = A_C F_R [S - U_L (T_{f,fin} - T_{amb})]$
- Efisiensi kolektor surya : $\eta = \frac{Q_u}{A_C I_T}$

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan kolektor surya Tipe Dimple Plat V *corrugated* dengan penambahan Dimple yang disusun secara Staggered. Dimana diameter *dimple* dengan ukuran 6 mm, 8 mm dan 10 mm.



Gambar 2. Peralatan Kolektor Surya

Prinsip kerja kolektor surya ini adalah radiasi matahari akan langsung dipancarkan pada kolektor dan mengenai kaca penutup kolektor surya. Panas radiasi tersebut diserap oleh plat absorber untuk memanaskan fluida kerja. Fluida yang dihisap oleh blower dengan kecepatan tertentu menuju duct selanjutnya mengenai plat absorber yang dibentuk *dimple* dengan susunan *dimple staggered*. Peningkatan temperature diharapkan terjadi saat fluida keluar dari duct.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini pengambilan data pada plat absorber dengan penambahan *dimple* dengan susunan *staggered*. Dalam menentukan geometri kolektor surya yang akan digunakan sebagai studi eksperimen, hasil eksperimen yang dilakukan pada kolektor surya dengan Plat absorber diameter dimple 6 mm, 8 mm dan 10 mm.

1. Menghitung intensitas cahaya yang mengenai plat absorber.

Intensitas radiasi matahari terbaca oleh pyranometer sebesar 3.3 mVolt. Ketelitian pyranometer adalah 7.65 mVolt/Kw.m², sehingga intensitas yang mengenai plat absorber adalah :

$$\begin{aligned} I_T &= \frac{3,3 \text{ mVolt}}{0.00765 \text{ mVolt/W.m}^2} \\ &= 431,372 \text{ W/m}^2 \end{aligned}$$

2. Menghitung koefisien perpindahan panas konveksi antara kaca penutup dengan plat absorber. ($h_{conv,cg-abs}$).

Data berikut adalah temperatur rata-rata pada kaca penutup dan temperatur plat absorber kolektor surya *v-corugated* bentuk *dimple* dengan susunan *staggered*.

$$T_{f\,cg-abs} = \frac{T_{cg} + T_{abs}}{2}$$

$$T_{f\,cg-abs} = \frac{335.7\text{ K} + 316.2\text{ K}}{2} = 325.6\text{ K}$$

3. Menghitung Koefisien perpindahan panas radiasi antara kaca penutup dengan udara Luar ($h_{r,cg-amb}$)

Untuk mendapatkan koefisien perpindahan panas radiasi antara kaca penutup dan udara luar diperoleh dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$h_{r,cg-amb} = \epsilon_{cg} \sigma \frac{(T_{cg} + T_{abm})(T_{cg}^2 + T_{abm}^2)(T_{cg} - T_{abm})}{(T_{cg} + T_{amb})}$$

$$h_{r,cg-amb} = 0.8 \times \left(5.67 \times 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4} \right)$$

$$\frac{(335.1\text{ K} + 303\text{ K})(335.1\text{ K}^2 + 303\text{ K}^2)(335.1\text{ K} - 303\text{ K})}{(335.1\text{ K} + 303\text{ K})}$$

$$= 5.9065 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

4. Menghitung Energi Berguna ($Q_{usefull}$)

Pada penelitian ini memperhitungkan energi berguna secara termodinamika dan energi berguna secara perpindahan panas.

a) $Q_{aktual} = \dot{m} C_p [T_{f,out} - T_{f,in}]$

$$Q_{aktual} = 0.006 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \times 1007,4 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \times [313.5\text{ K} - 304.6\text{ K}]$$

$$Q_{aktual} = 51.01\text{ Watt}$$

b) $Q_{desain} = A_c \cdot F_R [S - U_L (T_{f,in} - T_{f,amb})]$

$$Q_{aktual} = 0.165658\text{ m}^2 \cdot 0.709859 \left[325.893 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} - 18.44712 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} (304.6\text{ K} - 303\text{ K}) \right]$$

$$Q_{aktual} = 38.85\text{ Watt}$$

5. Menghitung Efisiensi (η)

Pada penelitian ini memperhitungkan efisiensi secara desain dan efisiensi secara aktual.

$$a. \eta_{\text{aktual}} = \frac{Q_{u_{\text{aktual}}}}{A_c I}$$

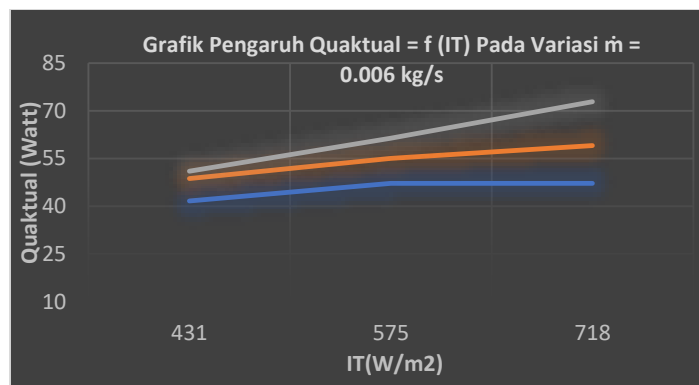
$$\eta_{\text{aktual}} = \frac{51.01 \text{ Watt}}{0.165658 \text{ m}^2 \times 431.373 \text{ Watt/m}^2} \times 100\% = 71,38\%$$

$$b. \eta_{\text{desain}} = \frac{Q_{u_{\text{desain}}}}{A_c I}$$

$$\eta_{\text{desain}} = \frac{38.85 \text{ Watt}}{0.165658 \text{ m}^2 \times 431.373 \text{ Watt/m}^2} \times 100\% = 48.77\%$$

6. Pembahasan Grafik

Pada Tampilan tabel dan grafik dibawah ini memaparkan Grafik ($Q_{use_{\text{aktual}}}$) fungsi intensitas radiasi, dengan laju massa udara 0.006 kg/s pada kolektor surya plat absorber v-corrugated tipe dimple staggered, dengan ukuran dimple berdiameter 6 mm, 8 mm dan 10 mm. Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan, maka nilai ($Q_{use_{\text{aktual}}}$) yang dihasilkan akan ditinjau secara termodinamika (aktual) dan perpindahan panas (desain).



Gambar 3. Grafik Pengaruh $Q_{u_{\text{aktual}}} = f(I_T)$ Pada Variasi $\dot{m} = 0.006 \text{ kg/s}$, pada kolektor surya v-corrugated tipe dimple staggered

Terlihat trend grafik ($Q_{use\,aktual}$) terjadi peningkatan seiring naiknya intensitas radiasi yang diberikan pada laju massa udara sebesar 0.006 kg/s, untuk diameter dimple 6 mm, Intensitas Radiasi 431, 372 W/m² W/m² hasil ($Q_{use\,aktual}$) sebesar 51,01 Watt, Hal ini dikarenakan perhitungan ($Q_{use\,aktual}$) dipengaruhi oleh besarnya laju massa udara (\dot{m}) dan beda pada temperatur yang dihasilkan pada saat proses pengujian, berdasarkan hasil perhitungan ($Q_{use\,aktual}$), semakin besar diameter *dimple* pada plat absorber v-corrugated tipe *dimple staggered*, maka temperatur yang dihasilkan semakin besar. ($Q_{use\,aktual}$) dapat dihitung secara termodinamika, dengan persamaan, $q_{use\,aktual} = \dot{m} \times C_p (T_{fluida-out} - T_{fluida-in})$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil eksperimen dan perhitungan pada kolektor surya *v-corrugated absorber plate* tipe *dimple staggered* didapat energi berguna yang baik pada kolektor surya dengan plat absorber diameter *dimple* 6 mm 51,01 Watt dengan laju massa udara 0.006 kg/s dan intensitas 431, 372 W/m²

SARAN

Adapun Beberapa saran dalam penelitian ini agar menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya yakni Perlu dilakukan pengujian lanjutan menggunakan sinar matahari, Studi lebih lanjut pada kolektor surya dengan penambahan fins, obstacle dan reflector, dan perlu melakukan pengujian secara simulasi menggunakan Ansys.

DAFTAR PUSTAKA

- Brij Bhushan & Ranjit Singh, (2011). "Nusselt Number And Friction Factor Correlations For Solar Air Heater Duct Having Artificially Roughened Absorber Plate" Departement Of Mechanical Engineering, Beant College Of Enggineering And Technology, Gurdaspur India.
- Cengel, Y. A & Cimbala, J (2006). Fluid Mechanics. New York : Mx Graw Hill
- Cengel, Y. A (2003). Heat Transfer ; A Practial Approach. 2nd Edition Mx Graw Hill
- Marsiaunus, dkk, (2019). Studi Eksperimen Performasi Kolektor Surya Pemanas Udara Tipe Dimple Inline Plat V-Corrugaterd Absorber.

Analisis efisiensi kolektor surya plat absorber tipe V-Corrugated Dengan Variasi Diameter Dimple

Duffie, J. A (1991). *Solar Engineering Of Thermal Processes*, 2nd edition. John Wiley & Sons, Inc

OEI. (2017). *Outlook Energi Indonesia 2017*