

Analisis Efisiensi Kolektor Surya Pelat Gelombang V Terhadap Variasi Tinggi Gelombang dan Tipe Aliran Udara

¹⁾Konstantianus Mone, ²⁾Muhamad Jafri, ³⁾Ben V. Tarigan
^{1,2,3)}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana
Jl. Adisucipto, Penfui-Kupang NTT, email: onchemone_07@yahoo.com

Diterima _____; diterima terkoreksi _____; disetujui _____

Abstrak

Untuk menjawab solusi ketergantungan pada energi konvensional diperlukan pemikiran pengembangan energi alternatif, salah satunya adalah pemanfaatan energi surya. Kolektor termal surya merupakan suatu peralatan yang digunakan untuk menyerap energi surya menjadi energi termal dan mentransfer energi tersebut ke fluida. Oleh sebab itu dilakukan sebuah penelitian dengan metode experimental yang menggunakan kolektor surya absorber tipe gelombang V. Besarnya koefisien kehilangan panas total, besarnya energi yang diserap oleh kolektor surya, serta mengetahui efisiensi kolektor surya absorber tipe gelombang V. dengan variabel bebas variasi tinggi gelombang yakni 70mm, 100mm dan 120mm serta variasi tipe aliran udara melewati atas absorber, bawah absorber, atas dan bawah absorber. Waktu pengambilan data bersamaan maka kolektor dibuat sebanyak 9 buah, dengan luasan kaca penutup 0,25m², pengambilan data dilakukan di ruangan terbuka dari pukul 08.00-14.00 dengan interval waktu setiap 15 menit. Hasil penelitian dan perhitungan yang dilakukan, menunjukkan tingkat energi yang diserap oleh kolektor rata-rata mencapai 144,52Watt dengan Efisiensi tertinggi 36,63% pada tinggi gelombang 100mm dan tipe aliran udara yang melewati atas dan bawah absorber dimana perubahan tipe aliran udara fluida kerja menerima koefisien perpindahan panas dengan baik.

Kata kunci: kolektor surya, absorber gelombang tipe-V, tipe aliran dalam kolektor.

Abstract

To reduce the dependence of conventional energy resource, it's might be need an effort to develop alternative energy application, one of them is the solar energy. Solar thermal collector is a device to absorb the solar energy in form of thermal energy and transfer it into fluid. That's why an experimental method research using solar collector V-groove type already done. This research have purpose to know how great total coefficient losses of heat, the energy that absorbed by the solar collector, the efficiency of solar collector V-groove type uses variable free variation of high groove at 70mm, 100mm, and 120mm, and also variation of air flow type, through the top of absorber, bottom of absorber, and top and bottom of absorber. From the research time data obtained too make collector was nine. Wide cover glass 0,25 m², it so space open the time 08.00am to 02.00pm with interval 15 minute. The research detailed examination show that performance absorbing energy average to 144,52Watt with the highest efficiency in 36,63% at high of groove in 100mm and flow rate type throughout the top and bottom of absorber so the difference flow rate working fluid receive coefficient of heat transient.

Key word: Solar collector, Absorber V-groove, Flow rate type.

PENDAHULUAN

Kelangkaan sumber energi menjadi sebuah masalah utama di berbagai negara termasuk Indonesia. Pemakaian energi yang banyak dalam kehidupan sehari-hari berupa bahan bakar minyak, gas bumi dan batu bara. Bahan bakar dari fosil dimana sumber daya alam ini bersifatnya tidak dapat diperbarui kembali sehingga jika pemakaiannya secara

terus-menerus maka suatu waktu akan habis.

Salah satu energi alternatif yang bisa mengatasi masalah itu adalah energi surya. Hal ini dikarenakan energi surya bersifat energi yang dapat diperbarui dan jumlah energi yang dihasilkan tidak terbatas. Sebagai negara tropis, Indonesia berpotensi cukup besar untuk memanfaatkan energi surya. Selain bersifat energi tak terbatas keuntungan dari pemanfaatan energi surya yaitu penggunaannya

aman dan tidak menghasilkan polusi udara.

Melihat permasalahan tersebut maka digunakan salah satu energi alternatif yaitu kolektor surya selain ramah lingkungan juga tidak menghasilkan CO₂ dan polutan. Di sisi lain energi ini melimpah, murah, dan mudah sekali didapat. 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 panas dari pelat 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. Mengetahui besarnya koefisien kehilangan panas total, besarnya energi yang diserap, efisiensi kolektor surya absorber tipe gelombang V akibat variasi tinggi gelombang dan tipe aliran udara yang melewati absorber.

TEORI DASAR

Kolektor surya dapat didefinisikan sebagai sistem perpindahan panas yang menghasilkan energi panas dengan memanfaatkan radiasi sinar matahari sebagai sumber energi utama. Ketika cahaya matahari menimpa absorber pada kolektor surya, sebagian cahaya akan dipantulkan kembali ke lingkungan, sedangkan sebagian besarnya akan diserap dan dikonversi menjadi energi panas, lalu panas tersebut dipindahkan kepada udara yang bersirkulasi di dalam kolektor surya untuk kemudian dimanfaatkan guna berbagai aplikasi.

Perhitungan performansi kolektor surya

Tahanan thermal antara kaca penutup dan udara luar

$$R_1 = \frac{1}{h_w + h_{r,amb-cg}} \quad (1)$$

Tahanan thermal antara kaca penutup dan pelat absorber

$$R_2 = \frac{1}{h_{c,cg} + h_{r,cg-abs}} \quad (2)$$

Nilai koefisien rugi-rugi kalor bagian atas secara teori dapat didekati dengan persamaan berikut;

$$U_T = \frac{1}{R_1 + R_2 + \frac{1}{h_{f1}}} \quad (3)$$

Koefisien perpindahan panas bagian bawah

$$U_B = \frac{1}{\frac{L_1}{k_1} + \frac{L_2}{k_2} + \frac{1}{h_{f2}}} \quad (4)$$

Untuk koefisien kerugian panas total dapat ditulis sebagai berikut :

$$U_L = U_T + U_B \quad (5)$$

Analisa perhitungan energi yang di serap

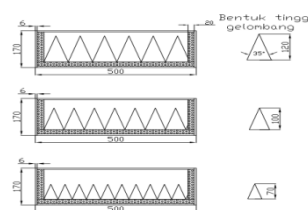
$$\dot{Q}_{u,teor} = A_c F_R [S - U_L (T_{f,in} - T_{amb})] \quad (6)$$

Efisiensi kolektor surya

$$\eta = \frac{Q_u}{A_c I_T} \quad (7)$$

METODE PENELITIAN

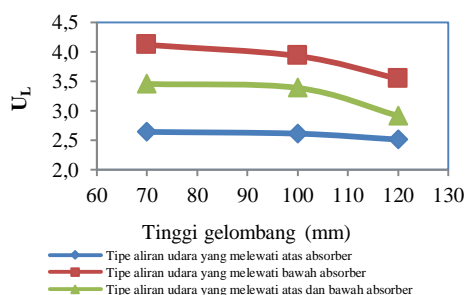
Metode yang digunakan dalam penelitian ini: variasi tinggi gelombang dan tipe aliran udara yang melewati atas absorber, bawah absorber serta atas dan bawah absorber. dan tinggi gelombang 70 mm, 100 mm, dan 120 mm. berikut gambar dibawah ini adalah hasil desain kolektor surya:



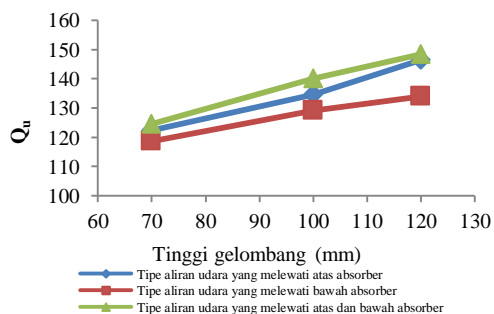
Gambar 1 desain kolektor surya.

PEMBAHASAAN

Berdasarkan grafik variasi tinggi gelombang dan tipe aliran udara terhadap koefisien kerugian panas total (U_L). Kerugian kalor yang besar terjadi pada tipe aliran udara yang melewati bawah absorber dikarenakan adanya semakin tinggi temperatur kaca dimana tidak ada udara yang melewati atas absorber sehingga antara pelat absorber dan kaca penutup mengalami konveksi alami, Mengakibatkan temperatur pelat absorber yang sangat tinggi sehingga semakin besar koefisien perpindahan panas dari absorber ke kaca penutup. Untuk tipe aliran udara yang melewati atas absorber serta tipe aliran yang melewati atas dan bawah absorber dimana koefisien perpindahan panas relatif lebih rendah hal ini diakibatkan oleh tipe aliran fluida kerja yang dihasilkan oleh kipas angin/fan yang melewati atas absorber sehingga terjadi konveksi paksa sehingga meminimalisir perpindahan panas dari absorber ke kaca penutup maka semakin kecil kerugian kalor yang dilepaskan ke lingkungan.



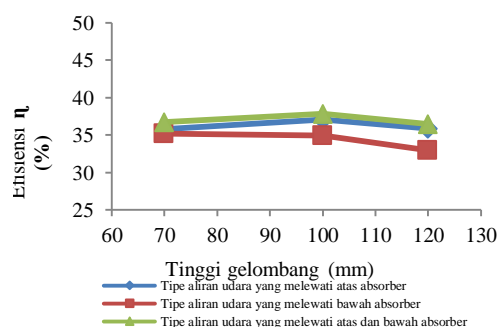
Gambar 2. Variasi tinggi gelombang dan tipe aliran udara terhadap koefisien kerugian kalor (U_L)



Gambar 3. Variasi tinggi gelombang dan tipe aliran udara terhadap Energi yang diserap (Q_u)

Perubahan dari setiap tinggi gelombang terlihat bahwa semakin tinggi gelombang maka energi yang diserap cenderung semakin tinggi. hal ini dikarenakan bahwa luasan absorber sangat berpengaruh terhadap energi yang diserap, dimana semakin luas absorber mengakibatkan peningkatan temperatur pada fluida kerja, fenomena ini terjadi untuk setiap variasi tinggi gelombang.

Berdasarkan grafik hubungan antara variasi tinggi gelombang dan tipe aliran udara terhadap energi yang diserap $Q_{u,act}$. hal ini dikarenakan besarnya temperatur udara keluaran kolektor dipengaruhi oleh besarnya radiasi matahari yang jatuh ke permukaan plat absorber dari hasil penelitian dan pengamatan bahwa adanya perbedaan aliran yang melewati absorber, mengakibatkan terjadinya perbedaan radiasi matahari yang jatuh pada pelat absorber. Pada kolektor dengan tipe aliran yang melewati atas dan bawah pelat absorber, selain menerima radiasi matahari langsung, absorber juga memperluas bidang bidang perpindahan panas ke udara. Sedangkan untuk aliran di bawah pelat absorber, hanya menerima panas dari absorber sehingga semakin kecil energi yang diserap oleh kolektor surya.



Gambar 4. Variasi tinggi gelombang dan tipe aliran udara terhadap efisiensi kolektor (η)

Perubahan dari setiap tinggi gelombang terlihat bahwa semakin tinggi gelombang maka energi yang diserap cenderung semakin tinggi. hal ini dikarenakan bahwa luasan absorber sangat berpengaruh terhadap energi yang diserap, dimana semakin luas absorber mengakibatkan peningkatan temperatur pada fluida kerja, fenomena ini terjadi untuk setiap variasi tinggi gelombang.

Perubahan setiap tinggi gelombang terlihat pada tinggi gelombang dimana pada pembahasan sebelumnya semakin tinggi gelombang nilai $Q_{u,act}$ tertinggi pada tinggi gelombang 120 mm, namun pada nilai efisiensi yang tertinggi pada tinggi gelombang 100 mm yaitu rata-rata 36,63%, dikarenakan tinggi gelombang sangat berpengaruh pada efisiensi dimana semakin tinggi gelombang semakin besar pula luasan bidang tangkapan radiasi matahari, mengakibatkan kenaikan pada temperatur fluida kerja menyebabkan kerugian kalor yang dilepaskan semakin tinggi sehingga efisiensinya menurun. Pada penelitian ini terlihat juga nilai rata-rata efisiensi terendah yaitu 33,05 % pada tinggi gelombang 120 mm tipe aliran udara yang melewati bawah absorber

KESIMPULAN

- Koefisien kerugian kalor besar terjadi pada tipe aliran yang melewati bawah absorber sehingga koefisien konveksi dari kaca penutup ke lingkungan yang tinggi hingga mencapai $4,40 \text{ W/m}^2$.
- Koefisien kerugian kalor terendah pada tipe aliran yang melewati atas absorber pada tinggi gelombang 120 mm $2,948 \text{ W/m}^2$.K, dikarenakan konveksi paksa sehingga meminimalisir kerugian kalor.
- Pada tinggi gelombang 120 mm. dimana semakin luas bidang penyerapan semakin besar pula energi yang diserap dan perubahan tipe aliran udara berpengaruh pada penyerapan radiasi dan koefisien perpindahan panas ke fluida kerja.
- Efisiensi kolektor tertinggi dicapai pada tinggi gelombang 100 mm dengan tipe hembusan aliran udara yang melewati atas dan bawah absorber dengan rata-rata nilai efisiensi yakni sebesar 36,63%

DAFTAR PUSTAKA

[1] Duffie, J.A. and Beckman, W.A. "Solar Engineering of Thermal Processes", Toronto, John Wiley & Sons, 1991.

[2] Holman, J. P., "Perpindahan Kalor", Alih bahasa E. Jasjfi, Edisi kelima, Cetakan kelima, Erlangga, Jakarta, 1995.

[3] Incropera, F. P. & Dewitt, D. P., 1996, "Fundamentals of Heat and Mass Transfer", Fifth Edition, John Wiley and Sons inc, New York.

[4] Kreith, Frank., "Prinsip-prinsip Perpindahan Panas". Alih bahasa Arko Prijono, Edisi ketiga, Cetakan keempat, Erlangga, Jakarta, 1997.

[5] Mark W. Zemasky & R. H. Dittman, Terbitan ke 6 "Kalor Dan Termodinamika", Diterjemahkan Oleh Suroso, Penerbit ITB, Bandung, 1986.

[6] Michael J. Moran, I. Howard N Shapiro, "Fundamentals of Engineering Thermodynamics". John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, England, 2006.

[7] Niko Aris Sudiyanto, "Studi Experimental Unjuk Kerja Kolektor Surya V-Groove Terhadap Perubahan Aspek Ratio Pada Honeycom", Jurnal Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER. Surabaya, 2011.

[8] Nor M. Adam and Bashria, "Performance Analysis For V-Groove Absorber" Department of Mechanical and Manufacturing Engineering, Faculty of Engineering, UNIVERSITY PUTRA MALAYSIA, 2006.

[9] Raldi Artono Koestoer. "Perpindahan Kalor" Edisi I, Salemba Teknika, Jakarta, 2002.

[10] Sopian, Supranto, K., Daud, W.R.W., Othman, M. Y. Yatim B., "Thermal Performance of Double Pass Solar Collector With And Without Porous Media", Malaysia, 1999.

[11] Wiranto Arismunandar. "Teknologi Rekayasa Surya", PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1995.

[12] Y. A. Çengel and M. A. Boles, "Thermodynamics: An Engineering Approach", 5th ed, McGraw-Hill, 2006. (Last update: Dec. 29, 2005)