

## PENGUJIAN EXPERIMENTAL PENGARUH SUSUNAN PELAT PENYERAP TERHADAP KARAKTERISTIK THERMALALIRAN UDARA ALAMIAH PADA SISTEM PENGERING KOLEKTOR SURYA

Lukas Kano Mangalla, Ridway Balaka, Salimin, Kadir, Agustinus Lolok

Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo

E-mail: lk.mangalla@gmail.com

### ABSTRAK

Pengeringan merupakan suatu proses penting dalam penyediaan produk makanan maupun produk lainnya. Penelitian ini mempelajari sistem penyerapan panas dari susunan berbagai jenis material dalam sistem pengeringan surya konveksi alami. Sistem ini memiliki susunan lapisan material berikut: kaca penutup, penyerap panas dan bahan dinding isolator. Pengujian ini menggunakan empat model susunan material penyerap panas yakni Model 1 tanpa bahan penyerap, Model 2 menggunakan atap seng satu lapis, Model 3 menggunakan pelat aluminum satu lapis dan model 4 menggunakan atap seng dua lapis. Temperatur udara yang dihasilkan oleh kolektor ini sangat penting dalam sistem perpindahan panas dan massa pada pengeringan produk. Temperatur udara luar dan udara panas yang keluar dari sistem diukur secara digital menggunakan thermokople type-K. Intensitas panas juga diukur menggunakan solar power meter sedangkan kelembaban udara diukur menggunakan hygrometer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur output dari udara meningkat seiring dengan karakteristik *thermal* dari bahan kolektor yang digunakan.

**Kata kunci:** *Pengering surya, penyerap panas, temperatur, efisiensi*

### ABSTRACT

Drying is an important process for preserving food product and others. This work has been designed for investigating the optimal heat collector of several material using in the solar natural convection (SNC) system. The system has three main layers-glass cover, material heat collector and insulation wall. This study consist of four difference model evaluated. Model 1 stand for nothing collector material, Model 2 stand for one layer nickel roof, Model 3 stand for one layer of aluminum plate, and Model 4 stand for two layers of nickel roof. The temperature of the output air from the collector system is an important parameter for analyzing heat and mass transfer in a drying system. Input and output temperature of the solar collector was measured by K-type thermocouple, while solar intensity and relative humidity of air were measured by solar power meter and hygrometer respectively. Result of the study shows that output temperature of the system was proportionally increased with the thermal characteristics of collector material used.

**Keywords:** *Solar drier, heat collector, temperatur, efficiency*

### 1. PENDAHULUAN

Isu keterbatasan minyak bumi dan pemanasan global menjadi alasan utama pengembangan penggunaan energi alternatif bagi kehidupan manusia sekarang ini. Energi matahari merupakan salah satu energi alternative yang penting dikembangkan karena sifatnya ramah lingkungan, murah dan berkelanjutan (Suyono dkk, 2015). Pengering tenaga surya mempunyai banyak peran

diberbagai aplikasi engineering sekarang ini terutama pada pemanas ruangan, destilasi air laut, pengeringan produk pertanian dan perkebunan, dan berbagai aplikasi lainnya (Crisostomo dkk, 2014).

Kolektor panas yang dirancang untuk menyerap enenrgi matahari secara maksimal untuk

dikonversi menjadi panas, merupakan bagian terpenting dari sistem energi surya. Performa sistem penyerapan energi matahari sekarang ini masih sangat rendah sehingga aplikasi dan pengembangannya masih mengalami kendala yang cukup berarti. Karena itu perbaikan efisiensi dan pengurangan biaya operasi sangatlah penting dalam pengembangan teknologi energi surya (Hua dkk, 2015). Perbaikan efisiensi sistem pengering ini penting dilakukan untuk dapat diaplikasikan pada bidang-bidang penggunaan seperti dalam bidang pengeringan produk pasca panen pertanian seperti yang telah disebutkan di atas (Fudholi dkk, 2011). Khususnya untuk produk pertanian pengeringan produk pasca panen sangatlah mendesak dilakukan untuk mengurangi kadar air dalam produk agar terhindar dari penurunan kualitas dan dapat disimpan dalam waktu yang lama. Proses ini bertujuan untuk mengurangi kadar air dan menurunkan aktifitas air dalam bahan pangan tersebut serta menghambat aktifitas mikroba yang ada di dalamnya (Achanta dan Okos, 2000). Pengeringan ini dimaksudkan pula untuk dapat meningkatkan keawetan dan cita rasa produk serta mengurangi bobot dari bahan. Uap air dalam material yang dikeringkan harus dikeluarkan dari bahan tersebut dengan cara menaikkan temperatur di atas temperatur penguapannya. Laju pengeringan ini ditentukan bukan hanya temperatur tetapi juga oleh kelembaban dan laju pengaliran udara melewati bahan tersebut. Oleh karena itu udara panas yang dihasilkan harus diatur supaya dapat melewati semua permukaan bahan dan mengeluarkan uap air dari bahan yang dikeringkan secara singkat

Salah satu komponen utama sistem pengering surya adalah kolektor panas. Sistem kolektor ini dapat berupa tipe plat datar ataupun tipe silindris. Sistem pengering tipe plat datar banyak digunakan dalam aplikasi pengeringan produk pertanian di Indonesia. Negara kita yang terletak di bawah garis katulistiwa memiliki intensitas panas yang cukup besar yakni rata-rata 4,5-4,8 KWh/m<sup>2</sup> /hari (Asyari dkk, 2012). Energi yang dilepaskan ini

dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan energi bagi masyarakat luas.

Energi aktual yang dapat diterima dari kolektor surya dapat dituliskan sebagai berikut (Daffle and Backman, 2009):

$$Q_u = AF_r(S - U_L(t_0 - t_i)) \quad (1)$$

Dimana  $Q_u$  adalah energi berguna yang diterima kolektor (MJ),  $A$  adalah luasan kolektor (m<sup>2</sup>),  $F_r$  adalah rasio perpindahan panas aktual terhadap kemungkinan maksimum perpindahan panas yang terjadi (-),  $S$  adalah radiasi matahari yang diserap kolektor tiap satuan luasan kolektor (MJ/m<sup>2</sup>),  $U_L$  adalah kehilangan energi panas (W/m<sup>2</sup>K),  $t_0$  adalah temperatur yang keluar dari kolektor dan  $t_i$  adalah temperatur udara yang masuk ke kolektor.

Efisiensi kolektor dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini (Zhang dkk, 2014; Daffle and Backman, 2009).

$$\mu = \frac{Q_u}{GA} = F_r(\tau\alpha) - F_r U_L \left( \frac{t_0 - t_i}{G} \right) \quad (2)$$

Dimana  $(\tau\alpha)$  adalah *transmitten absorption product* yang ditentukan berdasarkan perbandingan beban difusi dan radiasi dari kolektor (tanpa dimensi). Nilai  $G$  adalah besarnya radiasi matahari pada saat itu (W/m<sup>2</sup>). Persamaan (2) di atas menunjukkan bahwa performa pemanasan dari suatu kolektor surya dapat diperbaiki dengan menaikkan perolehan kapasitas panas dari matahari dan mengurangi kehilangan panas.. Semakin tinggi transmitansi dan absorbsi panas yang diperoleh maka semakin banyak panas yang dapat diperoleh. Menurut standar di Negara China (China standard GB/T 4271-200) transmitansi dan absorptansi dari gelas kaca pelat datar minimal sebesar 0.92 (Zhang dkk, 2014).

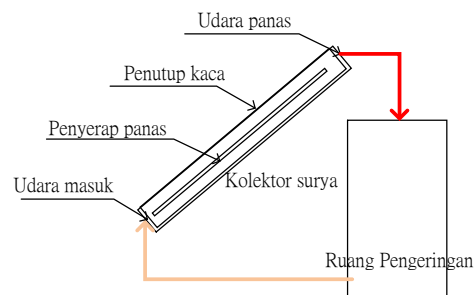
Performa sistem pengering surya dapat pula dipengaruhi oleh bentuk dan luasan serta warna permukaan kolektor karena hal tersebut berpengaruh terhadap sistem penyerapan panasnya dalam sistem penyerapan panas ini

(Benrejeb dkk, 2015; Incropera dkk, 1996). Oleh karena itu penelitian ini mempelajari pengaruh susunan dan bahan penyerap yang digunakan dalam sistem kolektor panas. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh susunan material kolektor panas terhadap karakteristik pemanasan yang dihasilkan dalam sistem pengeringan tenaga matahari

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental untuk mengetahui pengaruh susunan penyerap panas terhadap performa panas yang dihasilkan. *Layout* pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini. Alat yang digunakan merupakan solar collector untuk pengering tipe *downdraft* dengan ukuran rangka yakni panjang 185 cm, tinggi 12 cm dan lebar 85cm.

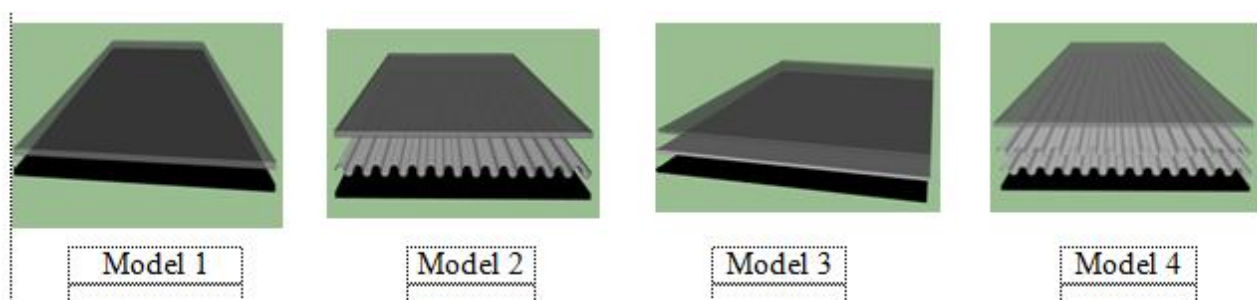
Pelat penyerap panas diletakkan diantara kaca penutup dan dinding isolasi. Susunannya atau lapisan penyerap ini diatur dalam 4 variasi susunan model. Model 1 tanpa bahan penyerap, Model 2 menggunakan atap seng satu lapis, Model 3 menggunakan plat aluminum satu lapis dan model 4 menggunakan atap seng dua lapis, seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Skematik pengujian yang digunakan dalam penelitian ini.

Temperatur udara luar yang masuk ke dalam sistem dan temperatur udara panas yang keluar dari sistem diukur menggunakan Thermokople type-K. Intensitas panas saat pengujian juga diukur menggunakan Solar Power Meter sedangkan kelembaban udara diukur menggunakan *Hygrometer*.

Dalam pengoperasiannya permukaan kolektor diarahkan tegak lurus kepada sinar matahari selama proses pengujian. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan penyerapan panas yang optimal. Pengukuran temperatur dan intensitas cahaya dilakukan dalam kondisi udara cerah dan dilakukan setiap 30 menit dimulai dari jam 9.30 sampai jam 16 sore.



Gambar 2. Susunan penyerap panas yang diuji (4 variasi model)

Pengukuran instensitas cahaya dilakukan sekitar 30cm di atas permukaan kaca penutup dari kolektor panas yang diujikan.

Dalam penelitian ini digunakan dua jenis material penyerap panas yaitu aluminum dan atas seng. Konduktifitas *thermal* bahan dapat pula mempengaruhi performa penyerapan panas dari sistem penyerap. Nilai konduktifitas masing-masing bahan yang digunakan dapat dilihat pada table 1.

Tabel 1. Konduktifitas *thermal* bahan

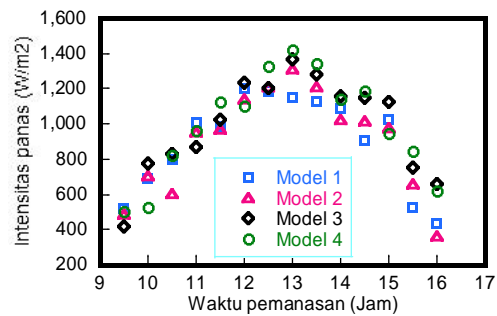
No	Nama bahan	Konduktifitas <i>thermal</i> (W/mK)
1	Seng	116
2	Aluminum	202
3	Kayu	0.08

Sumber: Incropera dkk, 1996

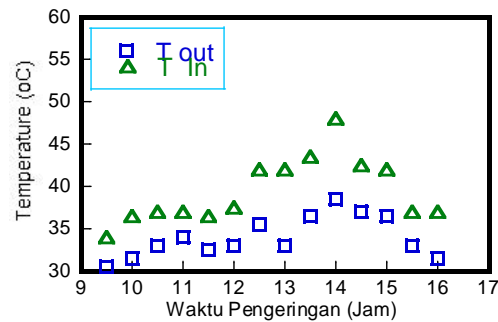
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh susunan kolektor panas terhadap performansi pemanasan pada sistem pengering surya aliran udara alamiah dibahas dalam bagian berikut ini. Secara umum analysis parameter yang dirujuk merupakan salah satu kondisi penting dalam penentuan karakteristik sistem kolektor.

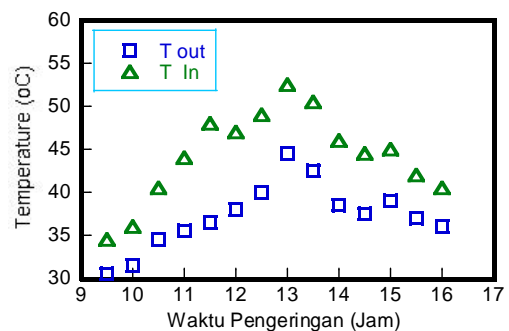
Gambar 3 memperlihatkan kondisi penyinaran matahari yang diukur dalam bentuk intensitas panas yang dilepaskan selama proses pengujian. Karna kondisi udara cukup cerah selama pengambilan data maka trend intensitas cenderung sama untuk pengujian masing-masing model. Nilai intensitas panas tertinggi dicapai sekitar 1421 W/m<sup>2</sup> dan terendah sebesar 1150 W/m<sup>2</sup> pada jam 13 siang dimana penyinaran matahari sangat maksimal.



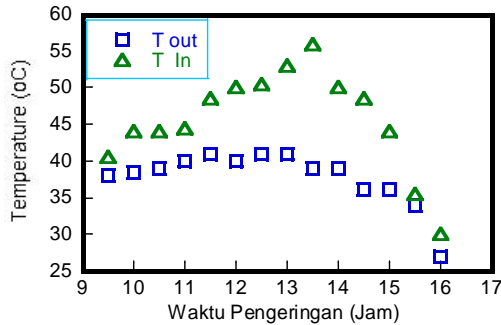
Gambar 3. Intensitas panas selama pengujian berlangsung



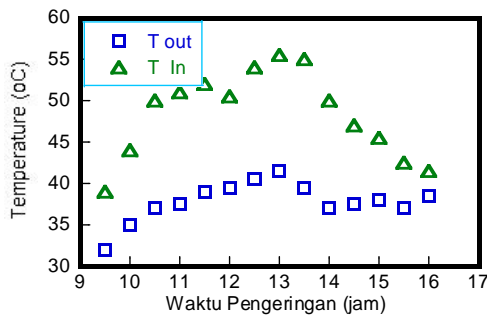
Gambar 4. Karakteristik suhu udara masuk dan keluar untuk Model 1



Gambar 5. Karakteristik suhu udara masuk dan keluar untuk Model 2



Gambar 6. Karakteristik suhu udara masuk dan keluar untuk Model 3

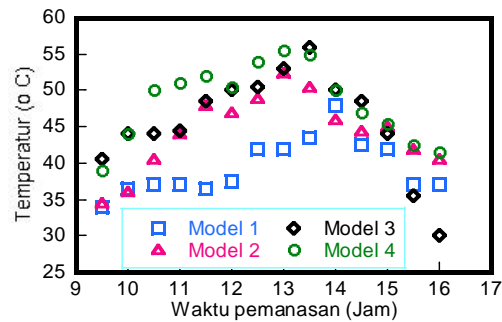


Gambar 7. Karakteristik suhu udara masuk dan keluar untuk Model 4

Gambar 4 sampai dengan Gambar 7 memperlihatkan trend temperatur udara yang masuk dan yang keluar dari sistem kolektor untuk berbagai susunan dan material yang diuji. Terlihat dari keempat model bahwa untuk bahan yang sama seperti pada model 2 dan Model 4 terjadi deviasi temperatur yang cukup besar untuk luasan penyerapan panas yang besar. Hal ini sesuai dengan teori perpindahan panas bahwa fluks kalor yang diserap atau diterima akan sebanding dengan luasan permukaan yang dilalui oleh energi tersebut.

Untuk bahan yang berbeda seperti Model 2 dan Model 3 kelihatannya penyerapan panas lebih banyak dihasilkan oleh aluminium dibandingkan dengan plat seng. Dari Table 1 terlihat bahwa konduktifitas bahan aluminium jauh lebih besar daripada konduktifitas *thermal* zeng dan hal ini diprediksi berpengaruh terhadap besarnya panas matahari yang diserap.

Gambar 8 memperlihatkan distribusi temperatur udara panas yang dihasilkan dari kolektor panas pada berbagai variasi susunan dan bahan penyerap panas. Dapat dilihat dalam Gambar 8 bahwa Model 4 dengan luasan permukaan penyerapan yang cukup besar memiliki temperatur udara paling optimum diantara semua model yang diuji. Tetapi penambahan luasan permukaan penyerap tidak berbanding proporsional terhadap temperatur udara yang dihasilkan.



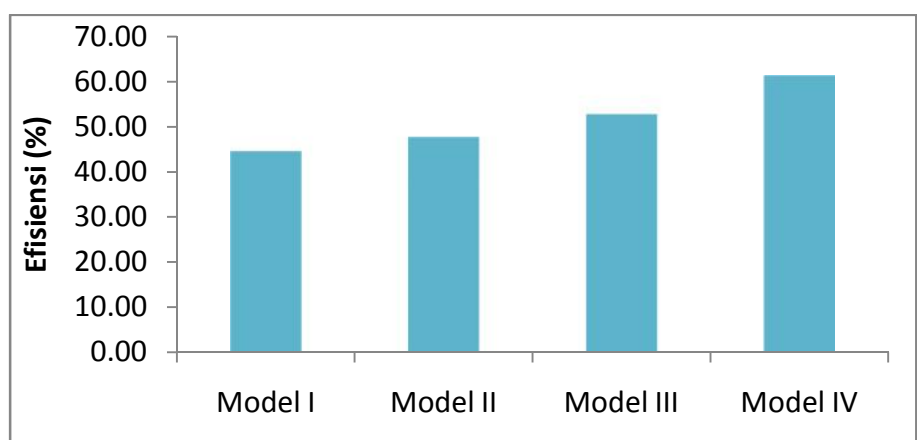
Gambar 8. Karakteristik temperatur udara yang keluar dari sistem yang diuji

Antara Model 2 dan model 4 hanya memiliki perbedaan temperatur sekitar 3°C pada jam 13 dengan kenaikan luasan penyerap dua kalinya. Apabila dibandingkan dengan Model 2 dan Model 3 dengan masing-masing memiliki lapisan yang sama (susunan masing-masing 1 lapis) maka terlihat perbedaan suhu yang cukup besar yakni rata-rata sekitar 2-4 °C. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa konduktifitas thermal bahan juga berpengaruh cukup signifikan terhadap

peningkatan penyerapan panas dalam sistem kolektor surya. Hal ini dapat terjadi karena laju perpindahan panas yang diterima akan dialirkan secara cepat kepada udara yang melewati permukaan dari pelat tersebut.

Efisiensi harian dari masing-masing penyerap dapat dilihat pada gambar 9 berikut ini. Efisiensi harian dihitung berdasarkan rata-rata perhitungan suhu yang dibangkitkan terhadap intensitas panas yang diukur secara langsung pada setiap 30 menit.

Dapat dilihat bahwa Model 4 memiliki efisiensi harian paling besar yakni sekitar 65% disusul oleh Model 3 sebesar %, Model 2 sebesar % dan Model 1 sebesar %. Efisiensi panas yang besar dalam grafik tersebut dibarengi dengan nilai cost yang besar juga karena bahan yang digunakan menjadi besar. Sehingga secara efektif model yang paling menguntungkan adalah model 3 dengan tambahan plat aluminum sebagai penyerap panas.



Gambar 10. Efisiensi kolektor untuk setiap model yang diuji

#### 4. KESIMPULAN

Pengaruh susunan dan bahan kolektor terhadap karakteristik *thermal* sistem kolektor panas surya telah dipelajari melalui study experimental untuk aliran udara alamiah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan susunan lapisan penyerap panas tidak berpengaruh signifikan dalam peningkatan temperatur udara panas yang dihasilkan. Namun untuk luasan penyerap yang sama maka konduktifitas bahan cukup berpengaruh terhadap peningkatan temperatur dari udara dalam sistem yang dipelajari. Hasil pengujian menunjukkan mode 4 memiliki efisiensi tertinggi dimana susunan penyerap zeng berlapis ganda sehingga temperatur udara yang melewati bahan tersebut menjadi lebih tinggi. Untuk susuna lapisanbahan yang sama diperoleh

bahwa penyerap aluminum, memiliki efisiensi penyerapan panas yang lebih besar.

#### Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang telah membantu dalam pengujian eksperimen ini khususnya Ahyad Hadiyatsyah yang telah membantu dalam pengumpulan data di lapangan.

#### DAFTAR PUSTAKA

Achanta, S. and Okos, M.R., 2000. *Drying Technology in Agriculture and Food Science: Quality Changes During Drying of Food*

*Polymers*, Science Publisher Inc., United States of America.

Asyari, S., Jatmiko dan Angga, 2012, Intensitas Cahaya matahari terhadap daya keluaran cell surya, *Symposium Nasional RAPI XI FT UMS – 2012* pp. E52-E57.

Benrejeb, R., Helal, O., and Chaouachi, B., 2015, Optical and thermal performance improvement of ICS solar water heater, *Solar Energi* Vol. 112, pp 108-129.

Crisostomo, F., Taylor, R..A., Zhang, T., Wurphi, W.I., Rosengarten, G., Everett, V., Evatt, R. and Hawkes, E.R., 2014, Experimental Testing of SiN/SiO<sub>2</sub> thin film filter for a concentration solar hybrid VP/T Colector, *Renewable Energi* 72, pp. 73-80.

Daffle, J.A. and Beckman, W.A., 2009, *Solar Engineering of Thermal Progress*, 4<sup>th</sup> Edition, New York, John Wiley & Sons, Inc, pp. 195-304.

Fudholi, A., Sopian, K., Ruslan, M.H., Othman, M.Y. and Yahya, M., 2011, Analytical and experimental studies on the thermal efficiency of the double-pass solar collector with finned absorber, *American Journal of Applied Sciences*, vol. 8, no. 7, pp. 716-723.

Incropera, Frank, P., Dewitt, P., and David. *Fundamental of Mass and Heat Transfer*. United States : John Willey and Sons. 1996.

Suyono, T., Sopian, K., Mat, S., Yahya ,M., Ruslan, M.Y., Sulaiman, M.Y. dan Zaharim, A., 2015, Performance of Desiccant wheel for Low Humidity Drying Sistem, *WSEAS Transaction of Heat And mass transfer* 4, Vol.7 pp. 115-124.

Zhang, X., You, S., Ge, H., Gao, Y., Xu, W., Wang, M., He, T. and Zheng, X., 2014, *Thermal performance of direct flow coaxial evacuated-tube solar collectors with and without a heat shield*, *Energi Conversion and Management* 84, pp.80-87.