

PENGARUH SUSUNAN HEAT STORAGE TERHADAP LAJU ALIRAN PANAS PADA ALAT PENGERING ALAT TENAGA SURYA

Gatot Subiyakto¹⁾

ABSTRAK

Pemanfaatan energi matahari sebagai sumber energi yang bersifat renewable telah lama diinginkan manusia yang salah satunya dilakukan dengan memanfaatkan kolektor surya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui otomasi (unjuk kerja) pengaruh bentuk susunan heat storage terhadap laju aliran panas pada alat pengering tenaga surya. Peralatan tersebut akan digunakan untuk memproduksi panas yang optimum. Penelitian dilakukan dengan 3 variasi susunan lebar celah, yaitu 2 cm, 4 cm dan 6 cm. Pengukuran laju aliran panas yang dihasilkan heat storage dilakukan selama masing-masing 3 hari untuk setiap variasi dan dilakukan mulai pukul 09.00 sampai pukul 16.00. Pengukuran suhu dilakukan pada dua posisi laju aliran yaitu suhu masuk ruang pengering dan suhu setelah heat storage. Data hasil penelitian diuji statistik dengan uji Anova untuk pengambilan data pada jam optimum yaitu pada saat tengah hari (pukul 12.00). Hasil penelitian menunjukkan kesesuaian antara data hasil penelitian dengan fenomena fisika yang terjadi. Kesimpulan akhir penelitian ini adalah terdapat pengaruh susunan lebar celah heat storage terhadap laju aliran panas yang dihasilkan oleh kolektor, tetapi setiap variasi memiliki pengaruh yang berbeda.

Kata kunci : *Energi matahari, Heat storage, Kolektor, laju aliran panas.*

PENDAHULUAN

Pemanfaatan energi matahari sebagai sumber energi yang bersifat renewable telah lama diinginkan manusia. Sebenarnya pemanfaatan energi surya ini sudah berusia setua kehidupan itu sendiri, bahkan dimasa lalu dan masa sekarang banyak yang memanfaatkan panasnya sinar matahari, misalnya : untuk mengeringkan hasil pertanian, menguapkan air laut untuk mendapatkan garam, pengan, pembangkit tenaga listrik dan lain-lain.

Sesuai dengan letak geografis kepulauan Indonesia yang berada didaerah sekitar garis khatulistiwa, dengan ini kondisi lingkungan Indonesia sangat potensial dan ideal untuk pemanfaatan energi surya. Karena intensitas matahari sangatlah berlimpah, sehingga dapat dimanfaatkan untuk proses penyimpanan energi pada alat tenaga surya.

Sumber energi berjumlah besar dan bersifat kontinu terbesar yang tersedia bagi umat manusia adalah energi surya-khususnya, dan merupakan energi *elektromagnetik* yang dipancarkan oleh matahari. Dimana energi surya adalah energi yang sangat atraktif karena tidak bersifat polutif, tidak dapat habis, dapat dipercaya dan gratis. Energi surya dapat dikonversikan secara langsung menjadi bentuk energi lain dengan tiga proses terpisah, yaitu : proses *heliochemical*, proses *helioelectrical* dan proses *heliothermal*. Reaksi *heliochemical* yang utama adalah proses *fotosintesis* (sumber dari semua bahan bakar fosil), proses *helioelectrical* yang utama adalah produksi listrik oleh sel-sel surya, proses *heliothermal* adalah penyerapan (absorpsi) radiasi matahari dan pengkonversian energi ini menjadi energi thermal.

Kelemahan dari energi surya ini ialah energi ini sangat halus (*dilute*) dan tidak konstan. Arus energi surya yang rendah mengakibatkan diperlukannya

system dari kolektor yang luas permukaannya besar untuk mengumpulkan dan mengonsentrasi-kan energi tersebut, dan diperlukan pula semacam system penyimpanan energi atau system konversi lain yang diperlukan untuk menyimpan energi pada malam hari serta pada waktu cuaca mendung.

Heat Storage

Heat storage merupakan suatu media yang digunakan untuk menyerap panas yang dihasilkan dari kolektor yang masuk melalui ruang pengering dan mampu menyimpan panas ketika cuaca sedang tidak mendukung.

Material Penyimpan Panas.

Masukan energi dari matahari selalu berubah dengan waktu dan pada umumnya tidak seirama dengan kebutuhan sehingga dibutuhkan semacam penyimpan panas. Dalam penerapan yang pasif, penyimpanan panas dapat juga bertemperatur sangat tinggi.

Material dari batu kali atau beton dapat menjadi penyimpan panas dengan statifikasi temperatur yang sangat baik. Dalam mode pemuatan (*charging*), udara meninggalkan lapisan batuan (pada umumnya dibagian dasar) pada temperatur yang relatif rendah, menghasilkan efisiensi kolektor yang lebih baik. Selama pemuatan dan pelepasan terjadi "gelombang" temperatur yang bergerak dari atas menuju kebawah lapisan yang merupakan petunjuk adanya panas yang disimpan pada setiap saat jumlah panas yang disimpan pada setiap saat harus diketahui untuk simulasi computer, supaya dapat mengetahui prestasi system.

Penyimpan Panas Dalam Batuan

Penurunan Tekanan

Penurunan tekanan melalui sebuah unit penyimpan panas lapisan batuan merupakan suatu

1) Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang

parameter rancangan yang penting : Δp melalui lapisan perlu diketahui dlm penilihan blower yang sesuai, Δp minimum yang dapat ditetapkan untuk menjamin profil kecepatan yang rata.

Distribusi Temperatur Susunan Batuan dan Koefisien Perpindahan Panas

Selama operasinya lapisan batuan itu hampir tidak pernah berada dalam keadaan tunak, melainkan secara terus menerus atau dikosongi. Analisis dinamika disederhanakan dengan menganggap lapisan itu terdiri atas lapisan-lapisan horisontal yang tipis, bahwa laju kerugian panas oleh udara sama dengan panas yang dipindahkan ke lapisan batuan,

$$m_f C_{p,f} dT_f = h_v A dx (T_b - T_f)$$

Sumber, Ted & Wiranto, 226:1995

Pengeringan.

Pengeringan merupakan proses pengeluaran kandungan air bahan hingga mencapai kandungan air tertentu agar kecepatan kerusakan bahan dapat dikurangi. Dalam proses pengeringan terdapat beberapa parameter yang berpengaruh terhadap kualitas bahan hasil pengeringan, parameter tersebut antara lain temperatur pengeringan, kelembaban udara, kecepatan aliran udara pengering, besar prosentase kandungan air bahan yang ingin dicapai dan kapasitas pengeringan (Soeharto, 1991). Tujuan dan dilakukannya pengeringan untuk mengurangi kadar air bahan sampai batas tertentu, dimana perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau terhenti, sehingga dapat disimpan untuk waktu yang lama.

Massa Alir Udara Pengering.

Salah satu variabel penelitian yang divariasikan, perlu untuk mengetahui besarnya massa alir udara yang dialirkan atmosfer, dengan tekanan atmosfer, mengetahui besarnya massa alir udara digunakan Persamaan Sbb ;

$$m = \rho A v$$

dengan,

- m : massa alir udara [kg s^{-1}]
- ρ : massa jenis udara [kg m^{-3}]
- A : luas penampang [m^2]
- v : kecepatan udara [ms^{-1}]

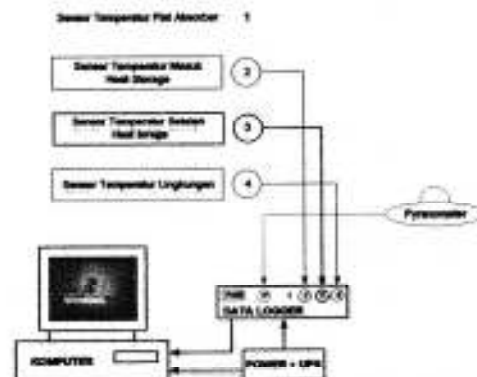
METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

1. Heat Storage.
Ukuran : 10 x 10 x 20 (cm)
Bahan : Beton
Fungsi : Menyerap panas yang masuk dan menyimpannya
2. Precision Pyranometer.
Jenis : Twin hemisphere.
Produsen : Eppley Laboratory Inc. USA.
Fungsi : Mengukur radiasi total matahari

yang diterima kolektor.

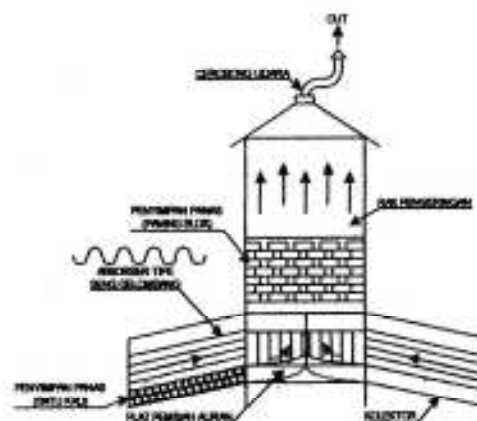
3. Sensor Temperatur.
Jenis : IC LM 35.
Range : Celcius (Skala 100/Centigrade).
4. Anemometer.
Jenis : 3 Cup.
Range : Low 0-60 KH^{-1} , High 0-120 KH^{-1} .
Fungsi : Mengukur kecepatan angin.
5. DAI (Data Acquisition Instrumentation).
Jenis : Computer dengan *Softwer Data Acquisition Instrument*.
Fungsi : Mencatat dan merekam data yang dikirim data *Logger*.



Gambar 1 : Skema Alur Pengambilan Data Temperatur dan Radiasi Matahari

Prosedur Penelitian

1. Penyusunan instalasi pengujian, menggunakan Data Acquisition
2. Instrumentation yang dihubungkan terhadap thermometer dan pyranometer, dimana pembacaannya diteruskan oleh sensor ke pesawat data logger sehingga data analog dari alat ukur diubah menjadi data digital dan bisa ditampilkan secara akurat di komputer.
3. Untuk mengambil data suhu lingkungan diambil secara manual dengan menggunakan alat ukurnya.
4. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar perulatan penelitian dibawah ini.



Gambar 2 : Peralatan penelitian
Metode Pengambilan Data

Untuk terpenuhinya tujuan penelitian ini, diperlukan beberapa data pendukung yang diambil selama masa pengamatan. Data-data tersebut adalah :

1. T_0 = Temperatur udara panas masuk heat storage
2. T_1 = Temperatur udara panas keluar heat storage
3. T_h = Temperatur udara panas yang disimpan pada heat storage

Kemudian dari data-data yang telah diperoleh tersebut, dibuat beberapa hubungan parameter dalam grafik-grafik untuk mendapatkan unjuk kerja dan kolektor panas yang diteliti. Hubungan-hubungan tersebut antara lain:

1. $t - T_0$ (Waktu dalam satu hari - Temperatur udara masuk heat storage).
2. $t - T_1$ (Waktu dalam satu hari - Temperatur udara keluar heat storage).

HASIL DAN PEMBAHASAN

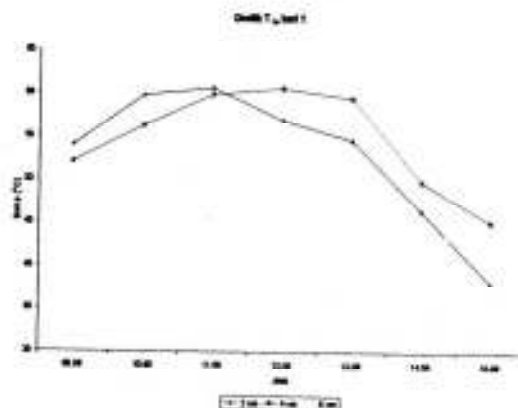
Data Hasil Penelitian

Tabel 1 : Contoh Data Hasil Penelitian

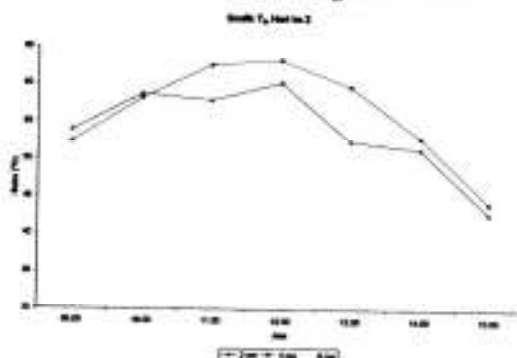
Lebar celah	Jam	Hari I				
		1	2	3	4	5
2 cm	09.00-09.59	27.15	68.15	53.96	35.02	40.76
	10.00-10.59	29.76	74.52	59.79	38.77	49.96
	11.00-11.59	30.87	75.56	60.62	41.64	46.57
	12.00-12.59	30.68	70.49	56.94	42.50	46.35
	13.00-13.59	30.38	68.09	54.80	42.61	45.65
	14.00-14.59	29.57	53.40	46.41	41.12	42.81
	15.00-15.59	26.52	40.73	38.23	38.27	38.43

Analisa Pengambilan Data

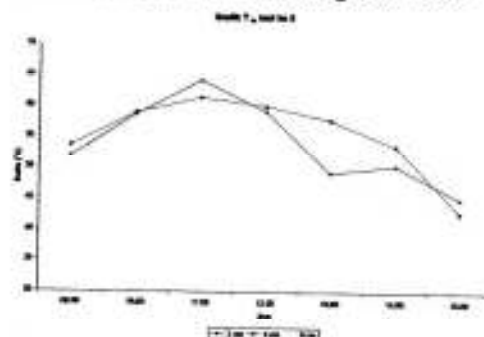
Analisa Pengambilan Data Dimaksudkan untuk melihat pengaruh perbedaan pengambilan data tiap jam. Analisa ini merupakan bentuk Validasi data dimana suhu optimum matahari terhadap pengaruh susunan heat storage. Analisa ini dilakukan melalui uji ANOVA dengan perbedaan rata-rata.



Grafik 1 Suhu Masuk Heat Storage Hari Ke-1



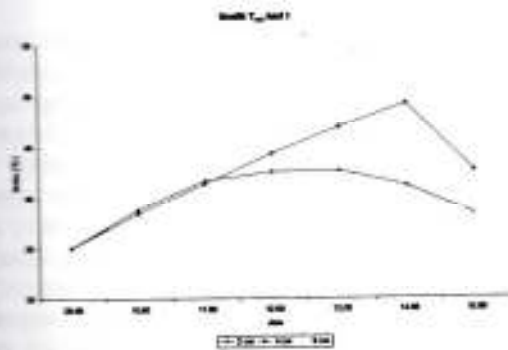
Grafik 2 Suhu Masuk Heat Storage Hari Ke-2



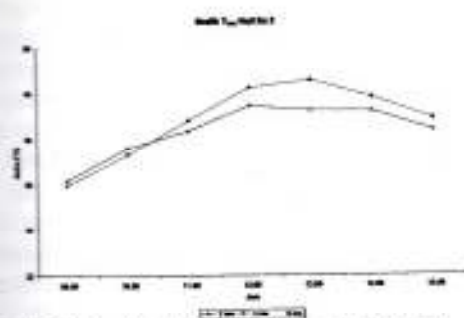
Grafik 3 Suhu Masuk Heat Storage Hari Ke-3

Ketiga Grafik di atas menunjukkan pola yang sama yaitu pola parabolik. Garis grafik menunjukkan bahwa

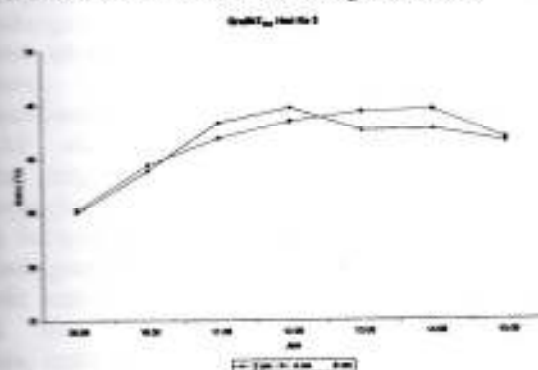
suhu optimum terjadi pada jam pengambilan data pada pukul jam 12.00. Hal ini sesuai dengan kejadian fisika alamiah, dimana panas maksimum terjadi pada tengah hari.



Grafik 4 Suhu Setelah Heat Storage Hari Ke-1

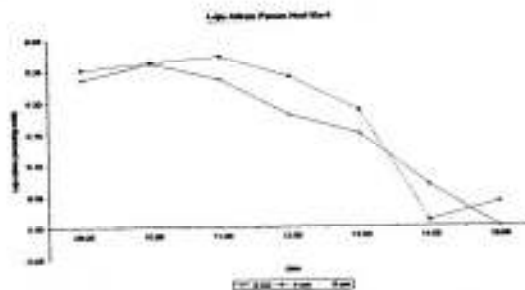


Grafik 5 Suhu Setelah Heat Storage Hari Ke-2

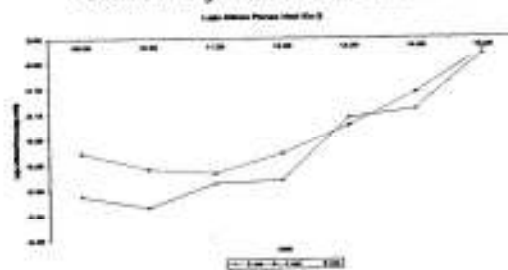


Grafik 6 Suhu Setelah Heat Storage Hari Ke-3

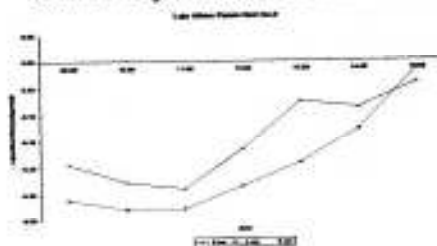
Ketiga grafik diatas menunjukkan pola yang sama seperti pola grafik data suhu masuk heat storage.



Grafik 7 Laju Aliran Panas Hari Ke-1



Grafik 8 Laju Aliran Panas Hari Ke-2



Grafik 9 Laju Aliran Panas Hari Ke-3

Dari grafik-grafik di atas terlihat bahwa laju aliran panas cenderung menurun sesuai waktu, dimana laju aliran panas maksimum umumnya terjadi pada jam 11.00 s/d 12.00. Dari grafik-grafik di atas terlihat pula bahwa pada hari ke-2 dan ke-3 laju aliran panas memiliki harga negatif.

Dari grafik-grafik laju aliran panas, terlihat bahwa laju aliran panas hari ke-1 berharga positif. Hal ini disebabkan karena suhu masuk heat storage (T_{in}) lebih besar dibandingkan dengan suhu setelah heat storage (T_{out}). Suhu masuk heat storage lebih besar disebabkan oleh sebagian panas yang mengalir diserap oleh heat storage.

Tetapi laju aliran panas pada hari ke-2 dan ke-3 berharga positif. Hal ini disebabkan karena suhu masuk heat storage (T_{in}) lebih kecil dibandingkan dengan suhu setelah heat storage (T_{out}). Suhu setelah heat storage menjadi lebih besar karena selain mendapatkan panas dari aliran udara panas yang berasal dari kolektor juga masih ditambah oleh panas yang dilepaskan oleh heat storage.

Dari grafik di atas terlihat pula bahwa susunan heat storage mempengaruhi laju aliran panas yang terjadi. Terdapat kecenderungan laju aliran

panas terbesar dimiliki oleh jarak celah 2 cm dan 4 cm. Sementara jarak celah 6 cm memiliki laju aliran panas paling rendah. Hal ini mungkin disebabkan karena celah yang lebih kecil cenderung untuk menyerap panas lebih banyak dan melepas panas lebih sedikit dibanding celah yang lebih besar.

KESIMPULAN

Dari data hasil penelitian, analisa perhitungan dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

Susunan heat storage (dalam hal ini adalah lebar celah antar *paving*) mempengaruhi laju aliran panas.

Jarak celah kecil cenderung memiliki laju aliran panas maksimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, W; 1995; **Teknologi Rekayasa Surya**, PT. Pradnya Paramita
- Duffie, J. A & Beckman, W. A;1980; **Solar Engineering Of Thermal Processes**, New York; John W & Sons
- Homan, J. P;1985; **Perpindahan Kalor**, Jakarta; Penerbit Erlangga
- Wahyudi, I; 2003; **Pengaruh Laju Aliran Massa Fluid Terhadap Pemanas Air Tenaga Surya Tipe Kolektor Plat Datar (Plate Solar Heater)**, Univ. widyagama Malang
- Badri, M. S; 2005; **Optimasi Kinerja Alat Pengering Gabah Tenaga Matahari Dengan kolektor Seng Gelombang**, Univ. Widyagama Malang
- Stocker, F, Jan & Kreith, F; **Solar Heating and Cooling Active and Passive Desing**, New York; Mc. Graw-Hill