

ANALISIS PERFORMANSI MODEL PENGERING GABAH POMPA KALOR

Budi Kristiawan¹, Wibowo¹, Rendy AR¹

Abstract : *The aim of this research is to analyze of rice heat pump dryer model performance by determining drying rate and drying efficiency. Variables in the research are air velocity and temperature. Model of heat pump dryer was used to determine drying optimum. Heat source use air heat from condensor with refrigerant R-134a. Optimum drying rate occurs a high velocity (2.5 m/s) during 540 minute at velocity variable. While, optimum drying rate occurs at temperature variable is 210 minute. COP_{actual} at evaporator temperatur 18 °C and 22 °C are 9.97, respectively. Drying efficiency at air velocity variable 1.8 m/s and 2.5 m/s are 50,9% and 60,6%.*

Key words : *heat pump dryer, drying rate, drying efficiency*

PENDAHULUAN

Dampak pemanasan global yang terjadi pada beberapa dekade terakhir ini telah menimbulkan beberapa efek samping salah satunya adalah pergantian musim yang tak menentu, hal ini menyulitkan para petani untuk melakukan aktivitas pertanian khususnya dalam melakukan proses pengeringan. Sebagian besar produk hasil pertanian memiliki sifat tidak tahan lama untuk disimpan dan mudah rusak (perishable), sehingga perlu dilakukan proses pengeringan untuk memperpanjang daya simpan hasil pertanian dan menjaga kualitas produk pertanian tersebut.

Pengeringan yang dilakukan oleh sebagian besar petani di Indonesia adalah dengan melakukan penjemuran, namun dengan melihat fenomena diatas akan sulit dilakukan proses pengeringan terutama pada musim penghujan karena sinar matahari tidak akan bersinar lama, sehingga pengeringan tidak sempurna. Selain itu perlu disediakan tempat yang cukup luas untuk melakukan proses penjemuran. Oleh karena itu pemanfaatan pompa kalor sebagai sumber panas dalam proses pengeringan dapat menghemat biaya produksi serta tidak terpengaruh dengan perubahan cuaca.

Menurut Taib, (1989) bahwa makin tinggi suhu dan kecepatan aliran udara pengeringan makin cepat pula proses pengeringan berlangsung. Faktor lain yang tidak kalah penting adalah suhu udara pengering, makin tinggi suhu udara pengering makin besar energi panas yang dibawa udara sehingga makin banyak jumlah massa cairan yang diuapkan dari permukaan bahan yang dikeringkan.

Penelitian yang berkenaan dengan hal ini memang telah banyak dilakukan terutama dengan memanfaatkan kerja pompa kalor (*heat pump*) sebagai sumber panas untuk pengeringan, namun yang menjadi titik berat dalam penelitian ini adalah pengaruh kecepatan aliran udara dan suhu udara pengering terhadap laju pengeringan untuk menentukan waktu pengeringan yang optimal dan lamanya waktu pengeringan.

TINJAUAN PUSTAKA

Hall (1957), Taib, (1988) menyatakan bahwa proses pengeringan adalah proses pengambilan atau penurunan kadar air sampai batas tertentu sehingga dapat

¹ Staf Pengajar Teknik Mesin FT UNS

memperlambat laju kerusakan biji-bijian akibat aktivitas biologik dan kimia sebelum bahan diolah (digunakan). Laju pengeringan dapat dilakukan dengan mengukur kadar air awal dan mengukur kadar air setiap beberapa menit pada masing-masing rak.

$$Rd \text{ (rate drying)} = \frac{MC_i - MC_t}{t} \quad (1)$$

Effisiensi Pengeringan

Effisiensi pengeringan adalah hasil perbandingan antara panas yang secara teoritis dibutuhkan dengan penggunaan panas yang sebenarnya dalam pengeringan, Taib (1988).

Jumlah kalor yang dibutuhkan untuk pengeringan dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad (2)$$

Q_1 adalah panas yang digunakan untuk menguapkan air bahan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q_1 = m_a \cdot h_{fg} \quad (3)$$

Q_2 adalah panas yang diperlukan untuk menaikkan suhu air dalam bahan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q_2 = m_{pa} \cdot c_{p,air} \cdot (T_1 - T_2) \quad (4)$$

Q_3 adalah panas yang diserap gabah menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q_3 = m_{pg} \cdot c_{p,gabah} \cdot (T_1 - T_2) \quad (5)$$

Kalor yang dihasilkan oleh pompa kalor pada proses pengeringan dapat diperoleh dari

$$Q_{HP} = \dot{m} \cdot c_{p,udara} \Delta T \quad (6)$$

Maka effisiensi pengeringan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\eta_p = \frac{Q}{Q_{HP}} \times 100\% \quad (7)$$

Pompa Kalor

Pompa kalor merupakan sebuah sistem refrigerasi yang memanfaatkan kalor yang dilepaskan kondensor untuk pemanasan, sehingga udara panas yang dilepaskan tidak dibuang ke atmosfer, Stoecker(1996).

Menurut Soto-Gomez (2000), di Meksiko telah dikembangkan metode untuk mengawetkan produk pertanian khususnya padi dengan menggunakan sistem hibrid yaitu dengan memanfaatkan panas yang dihasilkan pemanas tenaga surya dan pompa kalor. Pemanfaatan metode ini dapat mengurangi biaya produksi dan tidak menimbulkan polusi udara sebagai akibat dari pemanfaatan disel dan gas sebagai bahan bakar.

Gunasekaran (vol.25) meneliti bahwa sistem pengeringan pada suhu rendah dengan menggunakan pompa kalor memerlukan energi yang sedikit dibandingkan pengeringan dengan menggunakan pemanas listrik

Koefisien Prestasi (COP)

Koefisien prestasi menyatakan perbandingan antara panas yang diberikan kondensor dengan kerja yang dihasilkan kompresor, dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$COP = \frac{Q_{kondensor}}{W_{kompresor}} = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_1} \quad (8)$$

Moisture Extraction Rate (MER) dan Specific Moisture Extraction Rate (SMER)

Moisture extraction rate menyatakan besarnya kadar air yang terangkat dari suatu bahan setiap jamnya atau dengan kata lain menyatakan produktivitas alat pengering, dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$MER = \dot{m} \times (\omega_{do} - \omega_{di}) \times 3600 \quad (9)$$

maka besarnya kalor yang dihasilkan kondensator dan evaporator dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$Q_{kondensator} = \dot{m}_r \times (h_2 - h_3) \quad (10)$$

$$Q_{evaporator} = \dot{m}_r \times (h_1 - h_4) \quad (11)$$

Specific moisture extraction rate menyatakan besarnya efisiensi energi pengeringan pada pengeringan menggunakan pompa kalor, yang dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$SMER = \frac{MER}{\frac{W}{t}} \quad (12)$$

MATERI DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni-Juli 2004 bertempat di Laboratorium Konversi Energi Universitas Sebelas Maret Surakarta.

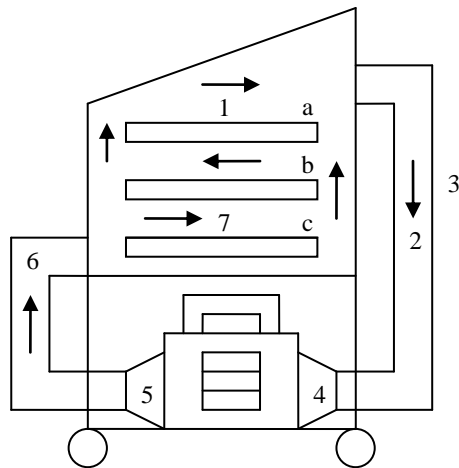
Bahan Penelitian

Padi jenis R 64 yang diambil dari daerah kantong pertanian di wilayah Surakarta.

Alat yang Digunakan

1. Air Conditioner (AC) window
2. Timbangan Digital
3. Termometer Digital
4. Grain Sampler
5. Amperemeter
6. Termokopel
7. Voltmeter
8. Data Akuisisi
9. Anemometer
10. Oven
11. Higrometer
12. Termometer Bola basah
13. Stop Watch
14. Termometer Bola kering

Model Pengering Pompa Kalor



Gbr 1. Model pengering gabah pompa Kalor

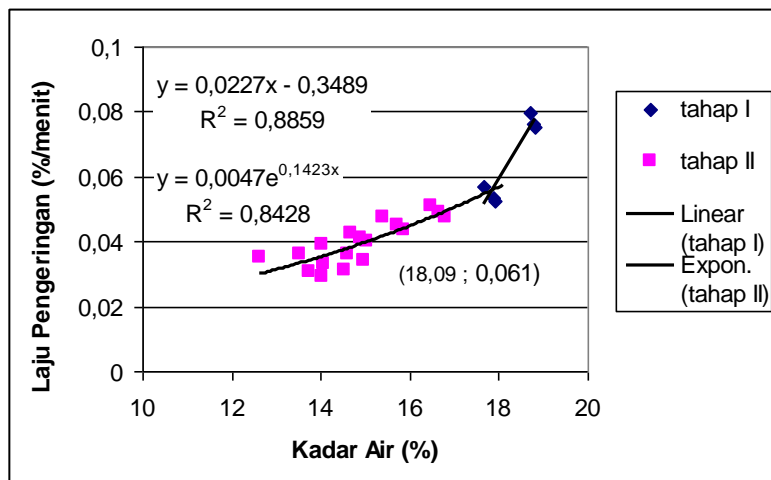
Keterangan :

1. Rak (3 buah), 2. Aliran Udara jenuh,
3. Pipa PVC, 4. Evaporator, 5. Kondensor,
6. Aliran Udara Masuk, 7. Aliran Udara Panas

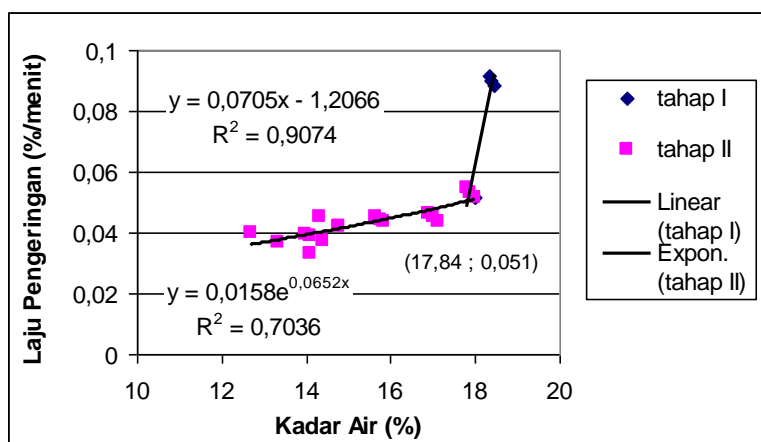
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Suhu Udara terhadap Laju Pengeringan

Pengujian dilakukan dengan menggunakan 2 variasi suhu udara evaporator yaitu 18°C dan 22°C dengan kecepatan aliran udara 2 m/s, RH lingkungan 86% (18°C) dan 80% (22°C) serta massa gabah *per grain sampler* sebesar 100 gram pada rak 1,2 dan 3. Pada gambar 2 dan 3 menjelaskan pengaruh suhu udara terhadap laju pengeringan. Dalam gambar tersebut terlihat bahwa pada suhu udara 18°C laju pengeringan menurun tahap I relatif lebih lambat yaitu sekitar 0,016 %/menit dibandingkan dengan laju pengeringan pada suhu udara 22°C sekitar 0,039 %/menit dari laju pengeringan awalnya, hal ini penurunan kadar air juga relatif lambat. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa suhu udara berpengaruh pada laju pengeringan, yaitu semakin tinggi suhu udara maka laju pengeringan semakin besar.



Gambar 2. Grafik pengaruh suhu udara evaporator 18°C

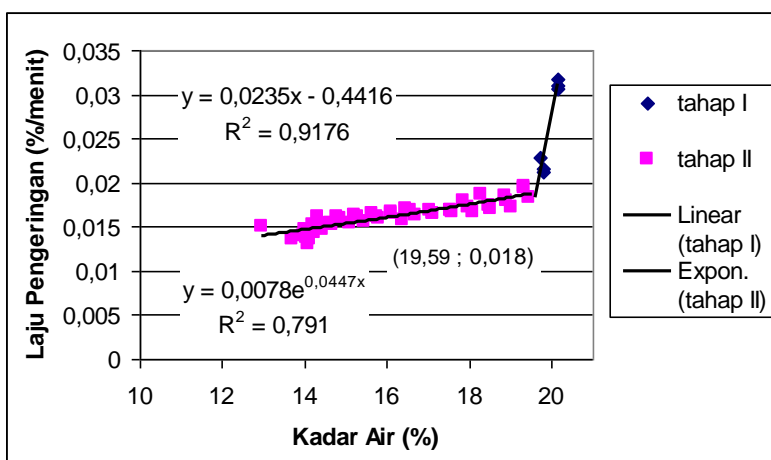


Gambar 3. Grafik pengaruh suhu udara evaporator 22°C

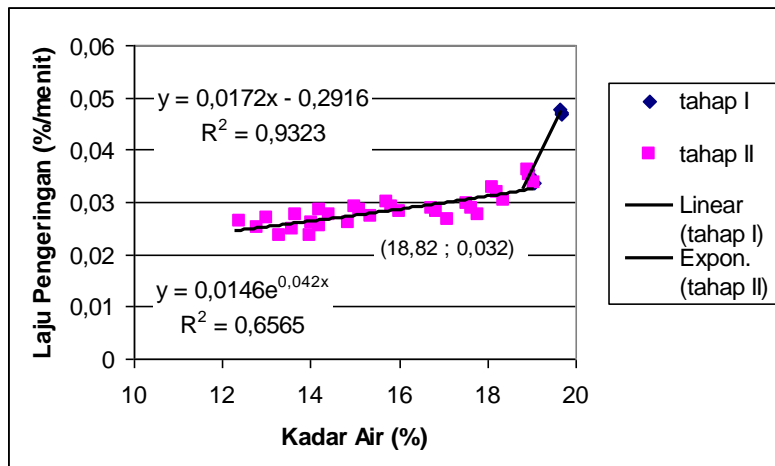
Pengaruh Kecepatan Udara terhadap Laju Pengerinan

Pengujian dilakukan dengan menggunakan 2 variasi kecepatan udara yaitu 1,8 m/s dan 2,5 m/s dengan suhu udara 30°C, RH lingkungan 49% (1,8 m/s) dan 40 % (2,5 m/s) serta massa gabah per *grain sampler* sebesar 100 gram pada rak 1, 2 dan 3. Pada gambar 4 dan 5 menjelaskan pengaruh kecepatan udara terhadap laju pengeringan.

Dalam gambar diatas terlihat bahwa pada kecepatan udara 1,8 m/s laju pengeringan menurun tahap I relatif lebih lambat yaitu sekitar 0,013 %/menit dibandingkan dengan laju pengeringan pada kecepatan udara 2,5 m/s sekitar 0,015 %/menit dari laju pengeringan awalnya, hal ini disebabkan waktu yang diperlukan untuk proses pengeringan lebih lama sehingga mengakibatkan penurunan kadar air juga relatif lambat.. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa kecepatan aliran udara berpengaruh pada laju pengeringan, **yaitu semakin tinggi kecepatan aliran udara maka laju pengeringan semakin besar.**



Gambar 4. Grafik pengaruh kecepatan udara 1,8 m/s



Gambar 5. Grafik pengaruh kecepatan udara 2,5 m/s.

KESIMPULAN

1. Dari variasi kecepatan aliran udara, laju pengeringan optimum terjadi pada kecepatan tinggi (2,5 m/s) dengan lama waktu pengeringan 540 menit, sedangkan dari variasi suhu udara laju pengeringan optimum terjadi pada suhu udara 22°C dengan lama waktu pengeringan 210 menit.
2. Efisiensi pengeringan yang dihasilkan pada kecepatan aliran udara 1,8 m/s yaitu 50,9%, kecepatan aliran udara 2,5 m/s yaitu 60,6%, sedangkan pada suhu udara 18°C yaitu 4,12% dan suhu udara 22°C yaitu 4,7%.
3. Koefisien performansi aktual yang dihasilkan pada suhu udara evaporator 18°C adalah sebesar 9,97 dan pada suhu udara evaporator 22°C adalah 10,6.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pemerintah Provinsi Jawa Tengah dan Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Jawa Tengah yang telah memberikan pendanaan dan memfasilitasi selama proses pembuatan model pengering gabah pompa kalor.

DAFTAR PUSTAKA

- .Prasertsan, S., and Saen-saby, P., 1998, *Heat Pump Drying of Agricultural Materials*, Drying Technology, Vol. 16 (1&2), p. 235-250.
- Prasertsan, S., dkk., 1997, *Heat Pump Dryer Part 3 : Experiment Verification of The Simulation*, International Journal of Energy Research, Vol. 21, p. 707-722.
- Soto-Gomez, W., dkk., _____, *Hybrid System Heat Pump-Solar Air Heater for The Drying of Agricultural Products*, Metal-Mechanical Department, Institut of Tijuana, Mexico.