

REVITALISASI LABORATORIUM MESIN FLUIDA DAN THERMAL PROGRAM STUDI TEKNIK PEMBANGKIT ENERGI

Herman HR¹⁾

¹⁾ Pranata Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the increase of the COP (Coefficient of performance) and accuracy of the freeze drying after it was revitalized. This is expected to be a solution to the problem of equipment damage in the laboratory for the Fluid and Thermal, Energy Generation Engineering Study Program. This research was conducted in several stages, (1) system design development; (2) improvement of measurement accuracy quality through replacement and calibration of temperature and pressure instruments; (3) experimental tests were carried out to determine the performance of the freeze dryer. The results obtained in increasing the COP freeze drying without a vacuum pump and ejector of 4.8, using an ejector of 6.15, and using a vacuum pump of 6.08. Improved accuracy of the *freeze drying* after being revitalized, the test was carried out with a vacuum pressure of 0.58 bar with a fish load of 4.13 kg resulting in a water content M_1 of 0.031%, M_2 of 0.0032%, and Specific Moisture Removal Rate (SMER) of 0.0127 kg /kWh . Besides, the test was carried out by suddenly giving heat with the fish load of 3.48 kg producing a water content M_1 of 0.022%, M_2 of 0.023%, and Specific Moisture Removal Rate of 0.054 kg/kWh.

Keywords: COP, Freez drying, SMER

1. PENDAHULUAN

Program Studi D4 Teknik Pembangkit Energi (TPE) Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang dibuka sejak tahun 2007. Program Studi ini merupakan pengembangan dari Program Studi D3 Teknik Konversi Energi (TKE), sehingga kurikulum PS TPE juga merupakan kelanjutan dari kurikulum PS TKE. Oleh karena itu, hampir semua peralatan laboratorium dan bengkel yang dipakai oleh PS TKE juga dipakai oleh PS TPE. Di sisi lain, peralatan yang ada sejak dibukanya PS TKE pada tahun 1987 sebagian sudah rusak. Salah satu peralatan yang sudah rusak ialah pompa kalor (*heat pump*). Peralatan tersebut digunakan untuk pengujian *heat pump* dalam Mata Kuliah Praktikum Mesin Fluida dan Termal.

Kerusakan mesin *heat pump* di laboratorium mengakibatkan pelaksanaan praktikum tidak berjalan dengan normal, karena dosen pembimbing hanya memberi data yang lama kepada mahasiswa. Dampak yang ditimbulkan ialah berkurangnya skill mahasiswa dalam hal pengoperasian dan pemeliharaan mesin *heat pump*, sehingga menyimpang dari tujuan pelaksanaan pendidikan vokasi untuk menghasilkan tenaga terampil dan siap pakai. Oleh karena itu, perlu upaya nyata dari institusi PNUP termasuk staf PLP untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Salah satu cara yang dapat ditempuh ialah memperbaiki mesin *heat pump* yang rusak. Akan tetapi, untuk kasus ini membutuhkan biaya yang sangat besar karena banyak komponen yang harus diganti dan termasuk barang impor. Langkah yang tepat ialah mencari alternatif lain yang terjangkau biaya perbaikannya. Pemilihan alternatif ialah memilih mesin refrigerasi lainnya yang mempunyai prinsip kerja yang sama dengan mesin *heat pump* yaitu bekerja berdasarkan Hukum II termodinamika. Salah satu peralatan sebagai alternatif pilihan ialah mesin *freeze drying* yang ada di Laboratorium Teknik Pembangkit Energi. Kekurangan mesin *freeze drying* yang ada sekarang ialah beberapa alat ukur seperti *pressure gauge* dan *thermometer system* aquisisi data belum terpasang secara permanen dan juga belum dikalibrasi. Permasalahan lainnya ialah kebocoran pada sistem sirkulasi refrigeran dan beberapa bagian *body* membutuhkan isolasi termal.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan revitalisasi Laboratorium Mesin Fluida dan Thermal Program Studi Teknik Pembangkit Energi. Tujuan dari penelitian ini ialah mengetahui peningkatan COP (*Coefficient of performance*) mesin *freeze drying* dan peningkatan akurasi mesin *freeze drying* setelah direvitalisasi. Hal ini diharapkan dapat menjadi solusi atas permasalahan kerusakan peralatan di laboratorium untuk Praktikum Mesin Fluida dan Thermal pada Program Studi Teknik Pembangkit Energi

¹ Korespondensi penulis: Herman, 081354993303, herman_hr@poliupg.ac.id

2. METODE PENELITIAN

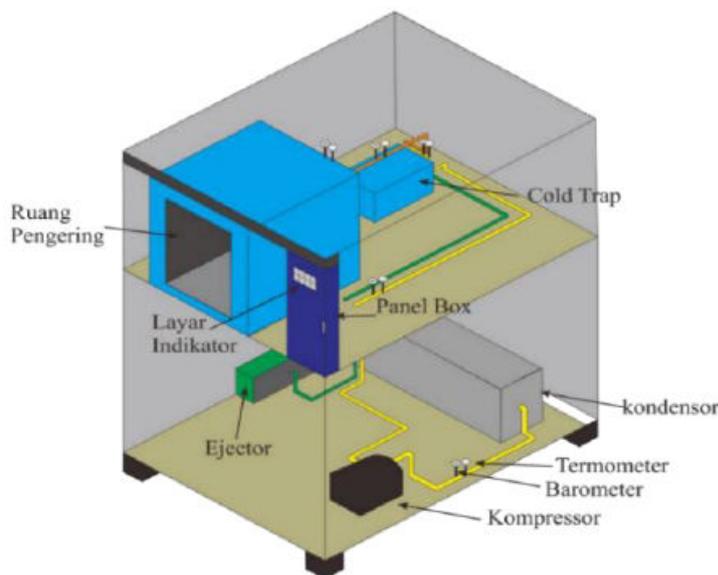
Penelitian ini dilakukan selama 8 bulan di Laboratorium Pengukuran Fluida dan Thermal Program Studi Teknik Pembangkit Energi Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang. Penelitian ini dilakukan dalam beberapa langkah sebagai berikut :

1. Pengembangan desain sistem
2. Perbaikan kualitas akurasi pengukuran melalui penggantian dan kalibrasi instrument temperatur dan tekanan
3. Uji eksperimen dilakukan untuk menentukan kerja mesin freeze drying.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Rancangan Ruang Pengering

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap mesin pengering diperoleh rancangan ruang pengering dengan kapasitas 20 kg terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Mesin Pengering

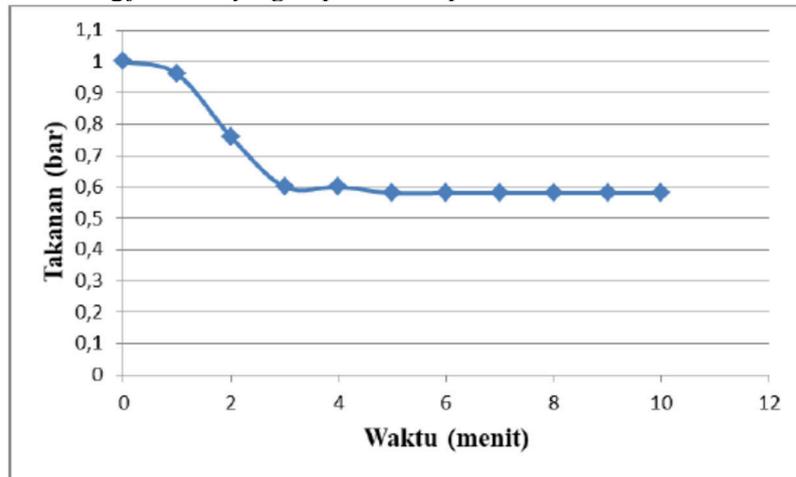
a. Dimensi

Dimensi dari rancangan ruang pengering sebagai berikut:

- Kapasitas : 20 kg
- Bentuk ruang : Persegi panjang
- Material : *Stainless Steel 304*
- Tebal : 2 mm
- Panjang : 60 cm
- Lebar : 50 cm
- Tinggi : 50 cm
- Volume : 0,15 m³
- Material Pintu : *Stainless Steel*
- Tebal Pintu : 3 mm

b. Uji Kevakuman

Hasil uji kevakuman ruang *freeze drying* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik kevakuman ruang pengering

3.2 Pengujian Sistem Refrigerasi

a. *Coefficient of performance* (COP) tanpa pompa vakum dan ejector

Dengan menggunakan aplikasi *Computer – Aided Thermodynamic* didapat:

$$h_1 = 416,5 \text{ kJ/kg}$$

$$h_2 = 448,4 \text{ kJ/kg}$$

$$h_3 = h_4 = 263,3 \text{ kJ/kg}$$

$$\begin{aligned} \text{COP} &= \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \\ &= \frac{153,2 \text{ kJ/kg}}{31,9 \text{ kJ/kg}} \\ &= 4,8 \end{aligned}$$

b. *Coefficient of performance* (COP) menggunakan ejector

Dengan menggunakan aplikasi *Computer – Aided Thermodynamic* didapat:

$$h_1 = 420,8 \text{ kJ/kg}$$

$$h_2 = 445,9 \text{ kJ/kg}$$

$$h_3 = h_4 = 266,3 \text{ kJ/kg}$$

$$\begin{aligned} \text{COP} &= \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \\ &= \frac{154,5 \text{ kJ/kg}}{25,1 \text{ kJ/kg}} \\ &= 6,15 \end{aligned}$$

c. *Coefficient of performance* (COP) menggunakan pompa vakum

Dengan menggunakan aplikasi *Computer – Aided Thermodynamic* didapat

$$h_1 = 418,7 \text{ kJ/kg}$$

$$h_2 = 444,1 \text{ kJ/kg}$$

$$h_3 = h_4 = 264,2 \text{ kJ/kg}$$

$$\begin{aligned} \text{COP} &= \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \\ &= \frac{154,5 \text{ kJ/kg}}{25,4 \text{ kJ/kg}} \\ &= 6,08 \end{aligned}$$

3.3 Pengujian Berbeban

a. Pengujian dilakukan dengan tekanan vakum 0,58 bar dengan beban ikan 4,13 kg

- Kadar Air

Pada perlakuan ini sistem belum bekerja berdasarkan prinsip mesin *freeze drying* karena tekanan belum mencapai 0,006 bar sesuai dengan yang dipersyaratkan. Namun kadar air ikan tetap mengalami penurunan akibat proses respirasi. Diketahui massa awal ikan bandeng adalah 4,13 kg dan massa akhirnya 4 kg sehingga:

$$\begin{aligned} M_1 &= \frac{Mawal - Makhir}{Mawal} \\ &= \frac{4,13 - 4}{4,13} \\ &= 0,031\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_2 &= \frac{Mawal - Makhir}{Mawal} \\ &= \frac{4,13 - 4}{4} \\ &= 0,032\% \end{aligned}$$

- Laju Penyingkiran Air (SMER)

$$SMER = \frac{W}{Einput}$$

Dengan,

$$\begin{aligned} Einput &= Wc + Wpompa vakum \\ &= 155,5 + 1305,5 \\ &= 1461 \text{ Watt} \\ &= 1,461 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SMER &= \frac{0,18/7 \text{ jam}}{1,416 \text{ kW}} \\ &= 0,0127 \text{ kg/kWh} \end{aligned}$$

b. Pengujian dilakukan dengan memberi panas secara tiba-tiba pada ikan beku dengan berat 3,48 kg

- Kadar Air

Diketahui massa awal ikan bandeng adalah 3,48 kg dan massa akhirnya 3,4 kg sehingga:

$$\begin{aligned} M_1 &= \frac{Mawal - Makhir}{Mawal} \\ &= \frac{3,48 - 3,4}{3,48} \\ &= 0,022\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_2 &= \frac{Mawal - Makhir}{Mawal} \\ &= \frac{3,48 - 3,4}{3,4} \\ &= 0,023\% \end{aligned}$$

- Laju Penyingkiran Air (SMER)

$$SMER = \frac{W}{Einput}$$

Dengan,

$$\begin{aligned} Einput &= Wc + Wpompa vakum \\ &= 155,5 + 1305,5 \\ &= 1461 \text{ Watt} \\ &= 1,461 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SMER &= \frac{0,08/1 \text{ jam}}{1,416 \text{ kW}} \\ &= 0,054 \text{ kg/kWh} \end{aligned}$$

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah: Hasil yang diperoleh pada peningkatan peningkatan COP (*Coefficient Of performance*) mesin *freeze drying* tanpa pompa vakum dan ejector sebesar 4,8, menggunakan ejector sebesar 6,15, dan menggunakan pompa vakum sebesar 6,08. Peningkatan akurasi instrumen *freeze drying* setelah direvitalisasi yaitu pengujian dilakukan dengan tekanan vakum 0,58 bar dengan beban ikan 4,13 kg menghasilkan kadar air M₁ sebesar 0,031% M₂ 0,032%, dan laju penyingkiran air (SMER) sebesar 0,0127 kg/kWh. Pengujian dilakukan dengan memberi panas secara tiba-tiba pada ikan beku dengan berat 3,48 kg menghasilkan kadar air M₁ sebesar 0,022%, M₂ 0,023%, dan laju penyingkiran air (SMER) sebesar 0,054 kg/kWh.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Alhanannasir, A. Rejo, D. Saputra, G. Priyanto, “Karakteristik lama masak dan warna pempek instan dengan metode freeze drying”, Jurnal Agroteknologi, vol 12, no. 2, pp 159, 2018.
- [2] J. Arlisdianto, “Pengaruh wadah material terhadap laju pengeringan pada alat pengering beku vakum untuk aloevera”, Skripsi: Universitas Indonesia. 2012
- [3] Belyamin, “Kajian energi pengeringan beku dengan penerapan pembekuan vakum dan pemanasan dari bawah”, Disertasi: Institut Pertanian Bogor. 2008.
- [4] Belyamin, Surbarkah, Nasruddin, “Pengembangan pengering beku pembekuan vakum dengan pemanasan condenser”, POLITEKNOLOGI, vol 10, no. 3, pp 287, 2011
- [5] P. Hariyadi, “Freeze drying technology: for better quality & flavor of dried products”, Foodreview Indonesia, vol 8, no.2, pp 53, 2013.
- [6] A. Januari, A. Martin, “Pengeringan bengkuang dengan sistem pengeringan beku vakum (vacuum freeze drying system)”, Jom FTEKNIK, vol 1, no.2, 2014
- [7] I. Pujihastuti, “Teknologi pengawetan buah tomat dengan metode freeze drying”, Metana, vol 6, no.1, 2009.
- [8] K. Siregar, “Kajian pengeringan beku dengan pembekuan vakum dan pemanasan terbalik untuk daging buah durian”. Tesis: Institut Pertanian Bogor, 2004.
- [9] A. Tambunan, Yudistira, Kisdiyani, Hernani, “Freeze drying characteristics of medicinal herbs”, Drying Technology – An International Journal, vol 19, no. 2, pp 313, 2001.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah memberi pendanaan kepada Pranata Laboratorium untuk melakukan penelitian sehingga memiliki kesempatan menulis sebuah artikel yang mana ke depannya sangat bermanfaat sebagai referensi ilmiah untuk pengembangan laboratorium di Politeknik Negeri Ujung Pandang pada umumnya dan Program Studi Teknik Mesin pada khususnya.