

PEMBUATAN ALAT PENGERING SERBUK TEMBAGA DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM REFRIGERASI KOMPRESI UAP

Carli*, Hartono, Sunarto

Jurusan Teknik mesin, Politeknik Negeri Semarang
Jln. Prof. Sudarto S.H. Tembalang, Semarang 50061

*E-mail: carlismg@ymail.com

Abstrak

Serbuk tembaga merupakan bahan utama dalam pembuatan produk keperluan otomotif maupun elektronik, karena sifat konduktifnya. Salah satu cara pembuatan serbuk tembaga adalah dengan metode *electrorefining* yaitu proses pengendapan elektrolisis dengan dialiri aliran listrik. Permasalahan yang timbul adalah pada proses pengeringan, serbuk tembaga hasil *electrorefining* mudah mengalami oksidasi dari udara luar dan membutuhkan temperatur yang tidak terlalu panas yang mengakibatkan serbuk menjadi gosong. Tujuan penelitian ini adalah pembuatan alat pengering serbuk tembaga dalam ruang tertutup. Alat pengering serbuk tembaga dirancang dan dibuat dengan prinsip kerja memanfaatkan penyerapan uap air oleh evaporator dan panas buang dari kondensor dengan temperatur ruang pengeringan kurang dari 50 °C dengan menggunakan sistem refrigerasi kompresiuap. Metode pembuatan alat pengering serbuk tembaga meliputi observasi, desain alat, pembuatan dan pengujian alat, pengambilan data sampai menganalisa data. Hasil dari penelitian ini adalah prototype alat pengering serbuk tembaga yang dapat digunakan untuk pengeringan serbuk tembaga dengan tingkat kelembaban udara ruang pengeringan sebesar 35 %, dan kapasitas penyerapan uap air 0,32 ml/jam.

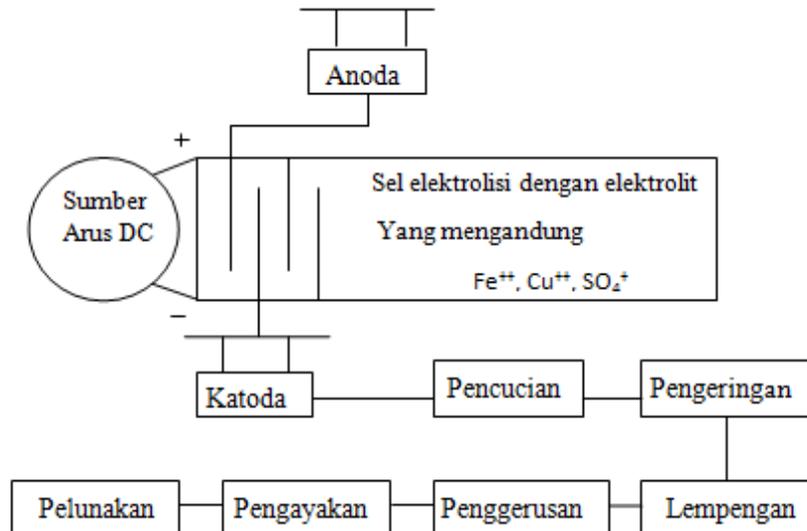
Kata kunci : alat pengering, serbuk tembaga.

1. PENDAHULUAN

Serbuk tembaga merupakan salah satu bahan logam yang digunakan untuk membuat komponen otomotif, elektronika dan juga sebagai bahan untuk produk cat yang bersifat konduktif. Dalam industri otomotif dan elektronika, pembuatan komponen dari serbuk tembaga dapat dilakukan dengan teknologi metalurgi serbuk, dimana proses metalurgi serbuk terdiri dari tahapan-tahapan *mixing*, *compacting* dan *sintering*. *Mixing* (pencampuran), umumnya terdiri dua atau lebih bahan serbuk yang dijadikan satu paduan, *compacting* (penekanan/pemadatan) adalah proses pemampatan bahan dengan cara penekanan pada suatu cetakan, sedangkan *sintering* adalah pemanasan serbuk dengan temperatur di bawah titik lelehnya, teknologi ini dianggap lebih menguntungkan daripada teknologi pengecoran, keunggulan tersebut adalah : komponen yang dihasilkan lebih presisi, lebih ringan, efisiensi pemakaian bahan lebih tinggi, konsumsi energi lebih rendah, dan mudah untuk memvariasikan unsur padu pada saat pembuatan paduan (Budynas, 2011).

Pada Gambar 1 diperlihatkan skema metode *electrorefining*, meliputi pengendapan dan penyerutan serbuk hasil elektrolisis, pencucian, pengeringan, penggerusan, serta pengayakan. Pada proses pengeringannya, mesin pengering yang dibutuhkan untuk mengeringkan serbuk tembaga hasil *electrorefining* harus dalam kondisi ruang pengering bertemperatur rendah, kering, dan tidak teroksidasi oleh udara luar. Untuk hal ini maka dibuat alat pengering dengan metode penyerapan uap air oleh evaporator dan pemanfaatan panas buang dari kondensor (*dehumidifier*) dengan suhu ruang pengeringan kurang dari 50°C (Arismunandar dan Heizo Saito, 1981).

Mesin pengeringan ini memanfaatkan proses refrigerasi yaitu evaporator menyerap uap air dari aliran udara. Udara dari evaporator terhisap *fan* dan bersamaan dengan udara panas buangan dari kondensor mengalir melalui pipa PVC menuju ke ruang pengeringan. Selanjutnya udara kering akan menyerap uap air dari masing-masing bahan uji dan dialirkan kembali melalui pipa PVC masuk ke evaporator. Aliran udara mengalir secara kontinyu untuk mengeringkan bahan uji.

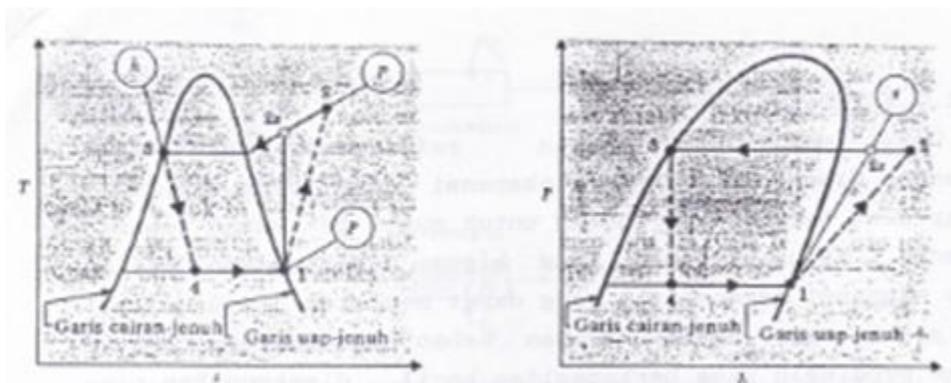


Gambar 1. Skema metode *electrorefining*

Sistem Refrigerasi Kompresi Uap

Refrigerasi (*refrigeration*) dan pengkondisian udara (*air conditioning*) merupakan terapan dari ilmu perpindahan kalor dan termodinamika. Karena itu pembahasan masalah teknik pendingin lebih baik bila dimulai dari pembahasan aspek – aspek termodinamika dan perpindahan kalor. Penyajian prinsip dasar tersebut dimaksudkan untuk memenuhi keperluan khusus pada refrigerasi serta pengkondisian udara juga dan bukan untuk merangkum keseluruhan penerapan termodinamika dan perpindahan kalor. Refrigerasi merupakan proses penyerapan kalor dari suatu lokasi tertentu dan melepaskannya pada tempat lain. Proses penyerapan dan pelepasan kalor tersebut akan selalu menggunakan fluida kerja yang disebut dengan *refrigerant*. Dalam penggunaannya secara luas *refrigerant* dapat berfasa gas dan cair. Sistem pendingin siklus kompresi uap merupakan daur yang terbanyak digunakan dalam daur refrigerasi. Dimana penggunaan sistem refrigerasi akan sangat berguna bagi kerja alat pengering ini.

Siklus termodinamika dari sebuah mesin pendingin kompresi uap dapat dilukiskan dalam diagram tekanan entalpi (p,h) atau diagram temperatur entropi (T,s) berikut (Bergman, 2011):



Gambar 2. Siklus Termodinamika Sistem Pendingin Kompresi Uap.

Kerja yang diperlukan untuk proses kompresi merupakan usaha yang harus dikeluarkan dan dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$W_k = (h_2 - h_1)$$

Keterangan :

W_k = kerja kompresi [kJ/s]

$(h_2 - h_1)$ = selisih entalpi sesudah dan sebelum kompresi [kJ/kg]

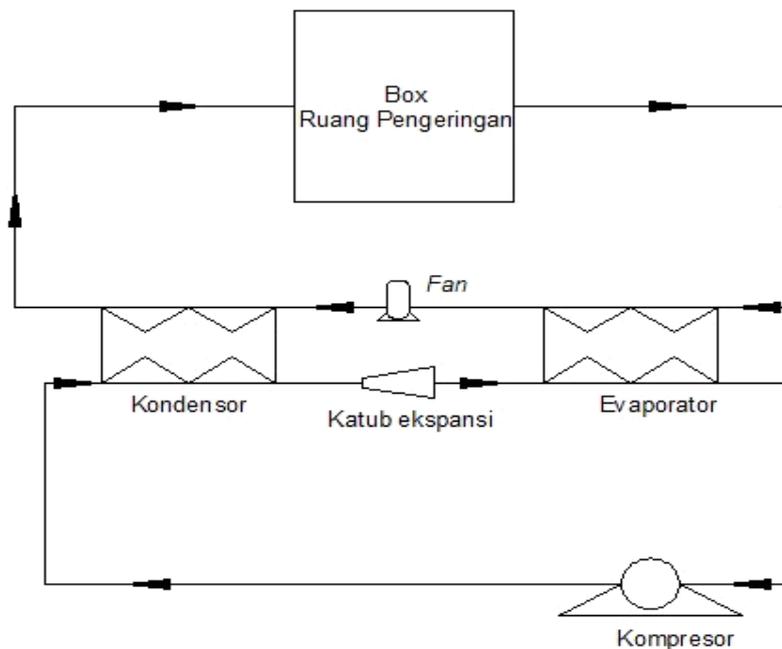
Sedangkan efek pemanasan yang diambil dari ruang/benda yang dipanaskan ke fluida kerja yaitu sebesar Q_c dimana :

$$Q_c = (h_2 - h_3)$$

2. METODOLOGI

2.1 Prosedur Pengeringan Serbuk Tembaga

Eksperimen alat pengering serbuk tembaga dilakukan untuk mendapatkan tingkat kelembaban udara 50 % dan kapasitas penyerapan uap air dari evaporator dan panas buang kondensor. Alat pengering ini bekerja dengan memanfaatkan proses refrigerasi, yaitu evaporator menyerap uap air dari aliran udara. Udara dari evaporator terhisap *fan* dan bersamaan dengan udara panas buangan dari kondensor mengalir melalui pipa PVC menuju ke ruang pengeringan. Selanjutnya udara kering akan menyerap uap air dari masing-masing bahan uji dan dialirkan kembali melalui pipa PVC masuk ke evaporator. Aliran udara mengalir secara kontinyu untuk mengeringkan bahan uji.



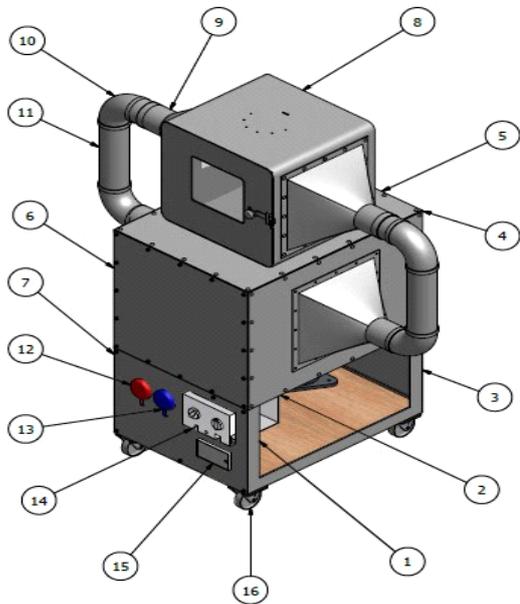
Gambar 3. Skema proses pengeringan serbuk tembaga

2.2 Peralatan Penelitian

- Alat Proses Pengendapan Elektrolisis Metode *Electrorefining* (peralatan hasil penelitian sebelumnya).
- Alat pengering serbuk tembaga (peralatan yang dibuat).
- Multimeter merk Sanwa SP – 10 D dengan ketelitian 0,005 Amper.
- Stopwatch*.
- Termometer.
- Neraca analitik untuk menimbang hasil serbuk tembaga.
- Oven pengering (merk Heraeus, kapasitas 50⁰ C - 300⁰ C).

3. HASIL DAN PEMBAHSAN

3.1 Hasil Rancang Bangun Prototipe Alat Pengering Serbuk Tembaga



Komponen :

1. Rangka
2. Tutup Kanan dan Kiri Rangka
3. Tutup Belakang Rangka Bagian Bawah
4. Tutup Belakang Rangka Bagian Atas
5. Tutup Atas Rangka
6. Tutup Depan Rangka Bagian Atas
7. Tutup Depan Rangka Bagian Bawah
8. Oven
9. Corong
10. Ellbow
11. Pipa Penghubung
12. Indikator Tekanan Merah
13. Indikator Tekanan Biru
14. Thermostat
15. Indikator Temperatur
16. Roda

Gambar 4. Disain Alat Pengering Serbuk Tembaga

3.2 Hasil Pengujian Alat Pengering Serbuk Tembaga

Tabel 1 Hasil Perhitungan Kerja kompresi dan Efek pemanasan

No	Perhitungan	Waktu			Rata-rata
		20 min	30 min	40 min	
1	Wk (kJ/kg)	44,18	53,48	53,48	50,38
2	Qc (kJ/kg)	204,6	199,75	199,75	201,37

Keterangan :

Wk : Kerja Kompresi [kJ/kg]

Qc : Efek Pemanasan Ruang [kJ/kg]

Tabel 2 Massa Larutan yang Hilang Setelah Pengeringan

No	Jenis Logam	Massa Larutan (gr)			Rata-rata (gr)
		20 min	30 min	40 min	
1	Tembaga	1,12	1,63	1,66	1,47

Tabel 3 Massa Uap Air Yang Hilang Pada Setiap Bahan Uji Per Satuan Waktu

No	Jenis Logam	Massa Uap Air (ml/min)			Rata-rata
		20 min	30 min	40 min	
1	Tembaga	0,0063	0,0060	0,0040	0,0054

Tabel 4 Hasil Pengukuran Suhu Ruang Pengeringan

No	Jenis Logam	Temperatur selama pengukuran			Rata-rata (C ⁰)
		20 min	30 min	40 min	
1	Kondensor	41	45	40	42
2	Evaporator	35	39	38	37,33
3	Fan	39	42	41	40,67
4	Oven	37	42	41	40

Pengukuran Kelembaban Udara Pada Ruang Pengeringan

Pengukuran kelembaban udara pada ruang pengeringan diukur dengan dua buah alat pengukur temperatur yaitu temperatur kering dan temperatur basah. Hasil pengukuran didapat :

$$\begin{aligned} T_{wb} &= 27 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ T_{db} &= 41 \text{ }^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Dari hasil pengukuran, kelembaban relatif yang dicari pada *psychometric chart*, tingkat kelembaban relatif (RH) ruang pengeringan sebesar 35%

4. KESIMPULAN

Alat Pengering Serbuk Logam untuk Menunjang Teknologi *Powder Metallurgy* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 4.1 Alat pengering serbuk logam menggunakan penyerapan uap air dengan memanfaatkan sitem kerja *AC Window* dengan kapasitas *1 Pk*. Udara dari evaporator dan kondensor dialirkan ke ruang pengering (*oven*) menggunakan pipa *PVC*, mempunyai dimensi sebagai berikut :
 - a. Panjang mesin = 1,15 [m]
 - b. Lebar mesin = 0,6 [m]
 - c. Tinggi mesin = 1,2 [m]
- 4.2 Suhu ruang pengering sudah tercapai dari yang diharapkan, yaitu kurang dari 50 °C.
- 4.3 Kelembaban udara pada ruang pengeringan sebesar 35 %, dengan penyerapan uap air sebesar 0,32 ml/jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Wiranto Arismunandar, Heizo Saito, 1981. *PENYEGARAN UDARA*, P.T Pradnya Paramita Jakarta.
- Bergman, Theodore L. dkk. 2011. *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*. John Willey and Sons Publishing.
- Budynas, Richard G. dan J. Keith Nisbett. 2011. *Mechanical Engineering Design*. New York : The McGraw-Hill Companies