

ANALISA PEMBUATAN SERBUK TEMBAGA HASIL PROSES *ELECTROREFINING* METODE LABORATORIUM

Riles M. Wattimena

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. H. Sudarto, SH., Tembalang, Kotak Pos 6199, Semarang 50329
Telp. 7473417, 7499585, 7499586 (Hunting), Fax. 7472396
E-mail: riles.wattimena@yahoo.co.id

Abstrak

Teknologi manufaktur masa depan menggunakan printer 3 dimensi (3 D) dengan Proses Sinter Deposisi Multi Material (MMD-Is) merupakan proses alternatif yang berpotensi sangat baik fungsi tinta diganti beragam serbuk logam seperti tembaga. Proses pembuatan serbuk logam dapat dilakukan proses deposisi elektrolisis. Ukuran distribusi ukuran serbuk optimum yang digunakan ukuran 52 – 74 μm (mesh 200) sampai dengan 46 - 63 μm (230 mesh). Makalah ini akan membahas pembuatan tentang serbuk tembaga, dengan pertimbangan di atas, metode yang paling tepat yaitu proses elektrolisis dengan metode elektrorefining, karena metode ini dapat menghasilkan bentuk serbuk butiran halus dengan spesifikasi serbuk berdiameter 40 μm atau ukuran mesh berkisar 325 mesh ~ 400 mesh, serta mempunyai kemurnian yang tinggi, 99,97 % ~ 99,99 % tembaga. Tahapan pengujian serbuk dengan variasi, luas permukaan benda kerja 0,37 dm^2 , interval waktu pengendapan 100, 200, 300 (detik), variasi tetap temperatur 27 $^{\circ}\text{C}$, jarak anoda katoda 4 (cm), konsentrasi larutan elektrolit tetap $\text{Cu So}_4 5\text{H}_2\text{O}$ 110 gr/500 cc aq, rapat arus 4,6 (I/dm^2), kuat arus 1,5, 2,2 (Ampere) dan tegangan 2,2, 2,8 (volt), dianalisa massa serbuk basah yang menempel di katoda terbanyak 0,817 (gram) dengan variasi rapat arus 6 Ampere, kuat arus 6 (I/dm^2), kuat arus 2,2 (Ampere) dan waktu 300 (detik).

Kata kunci: "proses elektrolisis", "metode elektrorefining", "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 dilakukan dengan teknologi metalurgi serbuk, dimana proses metalurgi serbuk terdiri dari tahapan – tahapan *mixing*, *compacting* dan *sintering* (Subagja dkk, 1996).

Pembuatan serbuk ini menggunakan proses deposisi elektrolisis dengan metode *elektrorefinig*, karena metode ini menghasilkan partikel serbuk hingga 40 μm serta dapat mencapai kemurnian 99,97 % - 99,99 % tembaga murni (Popov dkk, 2002). Proses pembuatan serbuk tembaga menggunakan elektroda lempengan tembaga sebagai anoda dan plat (*stainless steel*) 316L sebagai katoda, keduanya ditempatkan dalam tangki yang berisi elektrolit. Katoda berfungsi untuk proses pengambilan serbuk dilakukan dengan mengangkat katoda kemudian serbuk tembaga diserut untuk dikeringkan.

Metode *electrorefining* (pemurnian elektrik) digunakan untuk memurnikannya lebih lanjut. Misalnya logam tembaga mentah, dicetak menjadi lempeng, yang digunakan sebagai anoda dalam sel elektrolisis yang mengandung larutan CuSO_4 dan H_2SO_4 .

2. Tinjauan Pustaka

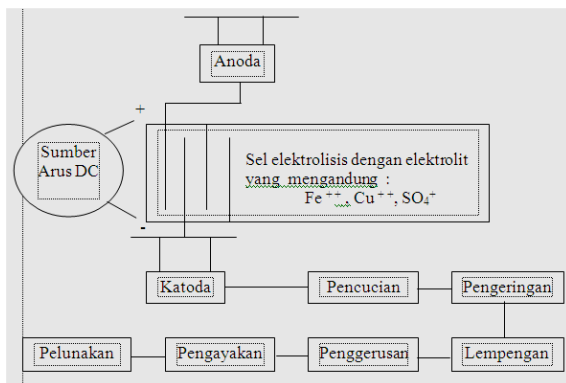
Proses deposisi elektrolisis merupakan cara yang banyak digunakan secara luas dalam pembuatan serbuk tembaga, berilium, besi, serta nikel. Kesesuaian antara material kimia dengan kondisi fisik selama elektrodeposisi memungkinkan untuk melonggarkan endapan yang menempel pada katoda, sehingga mudah untuk diserut menjadi serbuk. Metoda ini pula dapat menghasilkan serbuk logam dengan kemurnian tinggi sehingga sangat baik untuk pengolahan metalurgi serbuk industri elektronika (Popov, 2002). Proses elektrolisis pembuatan serbuk tembaga mirip dengan proses elektrolisis pemurnian tembaga, dimana logam mentah tembaga, dicetak menjadi lempengan, yang digunakan sebagai anoda dalam sel elektrolisis yang mengandung larutan CuSO_4 dalam H_2SO_4 .

2.1. Elektrorefining

Electrorefining (pemurnian elektrik) adalah metode yang digunakan untuk memurnikan logam lebih lanjut. Misalnya logam tembaga mentah, dicetak menjadi lempeng, yang digunakan sebagai anoda dalam sel elektrolisis yang mengandung larutan Cu SO_4 dalam H_2SO_4 . Lembaran tipis tembaga murni digunakan sebagai katoda, dan tembaga yang larut pada anoda diendapkan dalam bentuk yang lebih murni pada katoda, sampai mempunyai kemurnian 99,97 % tembaga. Hasil lempengan tembaga murni pada katoda kemudian diproses lanjut, dan diantaranya digunakan sebagai serbuk tembaga. Gambar 1. menunjukkan proses produksi *electrorefining* dan Gambar 2. Skema proses elektrolisis pembantu serbuk logam.



Gambar 1. Proses Produksi *Electrorefining* Tembaga (Amstrong, 1999)

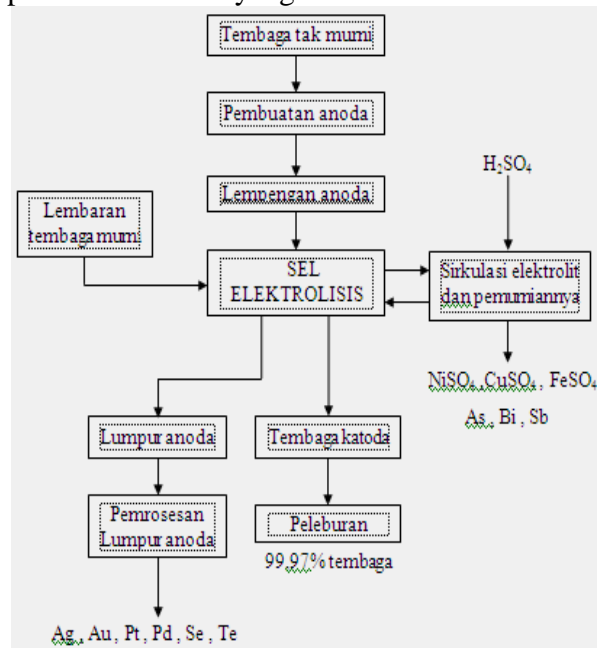


Gambar 2. Skema Proses Elektrolisis Pembantu Serbuk Logam (sumber: Popov dkk, 2002)

2.2. Skema teknologi *electrorefining* tembaga

Proses *electrorefining* tembaga secara skematis diilustrasikan dalam Gambar 3. Anoda 99 – 99,5% tembaga murni diperoleh dari

pemrosesan pirometalurgi yang dipersiapkan dengan cara pengecoran setelah dilelehkan pada dapur pemanas anoda. Daerah permukaan anoda tergantung pada kapasitas sel elektrolit antara 1 m^2 dan 1.5 m^2 , yang luasnya antara 40 mm hingga 50 mm, sementara beratnya antara 300 kg dan 350 kg. Bagian dari anoda dipersiapkan untuk katoda dengan cara menggulung hingga ketebalan lembar mencapai 1 mm yang beratnya sekitar 5 kg. Setelah produksi selesai, elektroda diletakkan pada sel elektrokimia jumlahnya tergantung pada kapasitasnya, dapat dihubungkan dalam rangkaian seri atau paralel, sedangkan proses *electrorefining* tembaga terjadi pada elektrolit dengan komposisi khusus. Setelah proses *electrorefining*, tembaga katoda dengan kemurnian 99,97 ~ 99,99% dikeringkan dan diproses dengan cara melelehkan, menggulung menjadi lempengan logam kecil, kabel, atau produk komersial yang lain.



Gambar 3. Skema teknologi *electrorefining* tembaga (Popov, 2002).

2.3. Parameter Pembuatan Serbuk dengan Metode *Electrorefining*

Parameter dalam pembuatan serbuk sangat penting, karena bagaimanapun juga produk

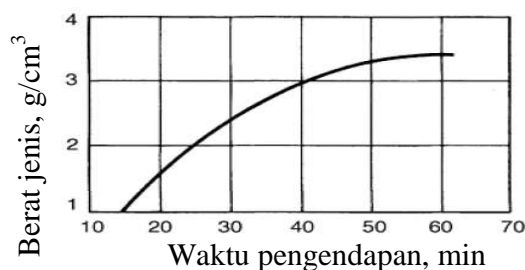
akhir serbuk merupakan tujuan utamanya. Oleh karena itu pada setiap proses pembuatan serbuk dengan metode apapun pasti menggunakan parameter dalam pelaksanaannya, Parameter yang umum digunakan meliputi, temperatur elektrolit, laju sirkulasi elektrolit, konsentrasi tembaga sulfat dan asam sulfat, tegangan elektrolit, interval waktu pengendapan, jarak elektroda. Berikut adalah parameter dalam pembuatan serbuk tembaga dengan metode *electrorefining*.

2.3.1. Jarak anoda katoda

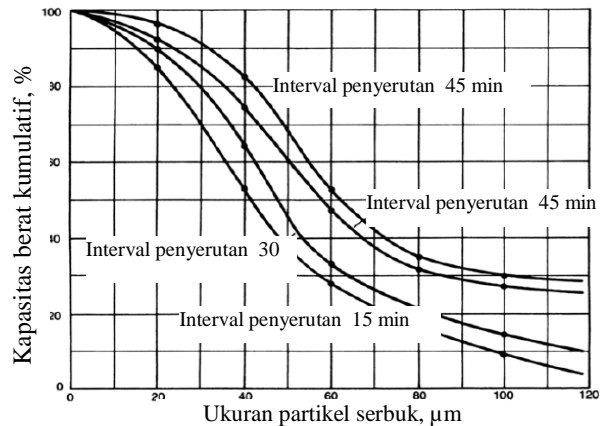
Menurut referensi (Davenport, 2002), sebagai data acuan untuk ukuran bak elektrolit adalah panjang 4820 mm x lebar 1070 mm x kedalaman 1280 mm, anoda panjang 925 mm x lebar 890 mm x tebal 50 mm, katoda panjang 980 mm x 960 mm x 7 mm, untuk skala industri. dan jarak anoda katoda 32 mm.

2.3.2. Interval waktu pengendapan serbuk

Metode yang digunakan untuk menyerut serbuk dari katoda mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap hasil karakteristik serbuk. Biasanya serbuk diserut secara mekanis dengan cara menyikat. Interval waktu penyerutan dapat mengendalikan ukuran partikel serbuk hasil pengendapan maupun berat jenis dari bahan serbuk, secara umum interval waktu penyerutan berkisar 15 ~ 60 menit, seperti ditunjukkan dalam Gambar 4. dan Gambar 5.



Gambar 4. Grafik pengaruh waktu pengendapan terhadap berat jenis serbuk (ASM Handbook, 1998).



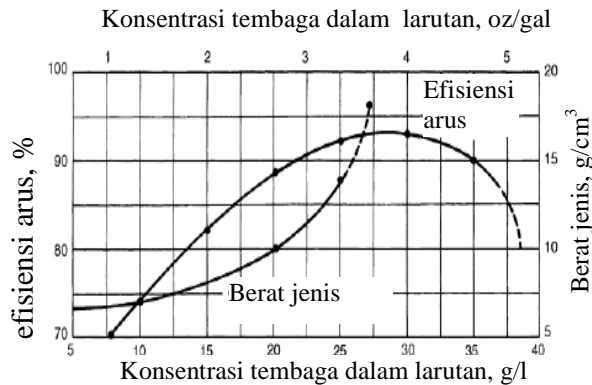
Gambar 5. Grafik pengaruh interval waktu pengendapan serbuk terhadap ukuran partikel (ASM Handbook, 1998).

2.3.3. Temperatur elektrolit

Semakin tinggi temperatur elektrolit pada saat proses elektrolisis akan meningkatkan efisiensi arus dan mengurangi tegangan sel elektrolisis. Secara umum kisaran temperatur elektrolit yang bersirkulasi pada tangki saat beroperasi 25 ~ 60°C (ASM Handbook, 1998; German, 1994). Untuk pengoperasian sel elektrolisis pada temperatur di atas 60°C (140°F) akan sulit dilakukan. Disamping itu serbuk yang diperoleh pada temperatur yang tinggi hasilnya kasar daripada yang diproduksi pada suhu yang lebih rendah (ASM Handbook, 1998).

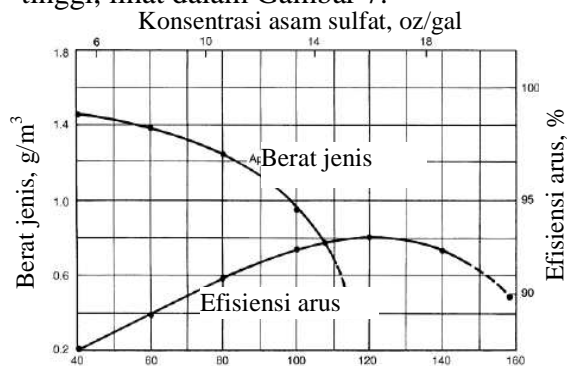
2.3.4. Konsentrasi elektrolit Cu SO₄ dan H₂ SO₄

Komposisi elektrolit merupakan faktor utama dalam memproduksi serbuk. Perubahan konsentrasi ion tembaga dalam elektrolit dapat mempengaruhi sifat daya hantar larutan, dimana perubahan sifat ini akan mempengaruhi kualitas serbuk tembaga yang dihasilkan. Konsentrasi ion tembaga dalam elektrolit harus cukup rendah karena untuk mengatur pengendapan selama proses berlangsung, sehingga peningkatan konsentrasi ion tembaga dapat dikendalikan.



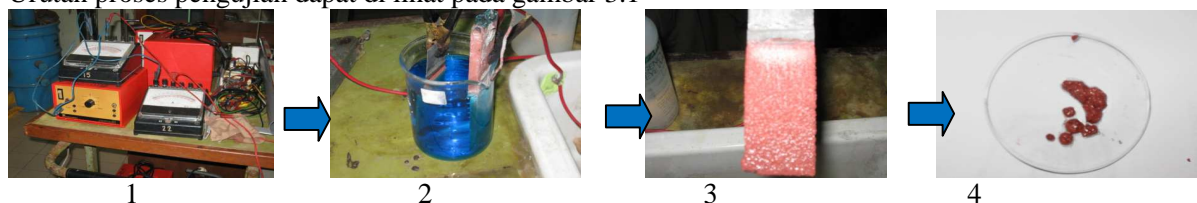
Gambar 6. Grafik pengaruh konsentrasi tembaga (ASM Handbook, 1998).

Dengan posisi konsentrasi ion Cu berkisar pada 23 ~ 33 g/l maka efisiensi arus diperoleh 92% lihat dalam Gambar 6., posisi di atas 33 g/l akan mengurangi efisiensi arus, sehingga endapan serbuk mempunyai ukuran partikel semakin besar. Konsentrasi asam sulfat (H_2SO_4) akan menghasilkan pembentukan serbuk tembaga yang paling baik jika berada paling tinggi, lihat dalam Gambar 7.



Gambar 7. Grafik pengaruh konsentrasi asam sulfat (ASM Handbook, 1998).

Urutan proses pengujian dapat di lihat pada gambar 3.1



Gambar 8. Urutan proses pengujian

Keterangan : 1. Sistem instalasi *electrorefining*
2. Anoda katoda didalam larutan elektrolit

3. Serbuk tembaga basah di katoda
4. Hasil serbuk tembaga basah

2.3.5. Tegangan elektrolit

Tegangan yang harus diberikan untuk berlangsungnya proses elektrolisis merupakan jumlah potensial *reversible* anoda dan katoda, seluruh kelebihan potensial anoda dan katoda serta kelebihan potensial karena tahanan elektrolit. Variasi tegangan 1,0 ~ 1,5 volt (ASM Handbook, 1998), dan variasi tegangan 1 ~ 2 volt (German, 1994).

3. Metodologi Penelitian

Variabel tetap konsentrasi elektrolit $Cu SO_4 \cdot 5H_2O$ 110 gr/ 500 cc aq (tipe asam), temperatur elektrolit 27 (°C) dan jarak katoda anoda 4 (cm), luas permukaan katoda 0,373 dm^2 data di variasi :

1. Rapat arus (I/dm^2) : 4, 6
2. Kuat arus (Ampere) : 1,5, 2
3. Tegangan (Volt) : 2,2, 2,8
4. Waktu (detik) : 100, 200, 300

3.1. Peralatan pengujian

Peralatan yang digunakan dari fasilitas laboratorium kimia jurusan mesin Politeknik Negeri Semarang sebagai berikut :

1. Potensiometer
2. Voltmeter
3. Amperemeter
4. Stop watch

Urutan proses pengujian dapat di lihat pada gambar 3.1

4. Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Tabel hasil pengujian

No	Benda Kerja Luas (A)dm ²	Konsentrasi Larutan (gr/cc)	Rapat Arus (I/dm ²)	Kuat Arus (I)Amp	Tegangan (Volt)	Suhu (T ⁰) C	Waktu (t) detik	Massa (m) gr	Keterangan
1	0,373	Cu SO ₄ 5H ₂ O 110 gr/500 cc aq (Tipe Asam)	4 Amp	1,5	2,2	27	300 200 100	0,5917 0,3998 0,1562	Jarak Anoda-Katoda 4 cm
2	0,373	CuSO ₄ 5H ₂ O 110 gr/500 cc aq (Tipe Asam)	6 Amp	2,2	2,8	27	300 200 100	0,6817 0,4942 0,3272	Jarak Anoda-Katoda 4 cm

Setelah pengujian dengan variasi seperti tabel 1. di dapat massa serbuk tembaga basah yang menempel di katoda terbanyak 0,6817, dengan variasi rapat arus 6 (I/dm²), kuat arus 2,2 (ampere), Tegangan 2,8 (volt), waktu 300 (detik).

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian adalah : (1) Elektrolisis metode *electrorefining* dapat digunakan untuk memproduksi serbuk tembaga , (2) Hasil eksperimen pembuatan serbuk tembaga, diperoleh massa serbuk tembaga basah yang menempel di katoda terbanyak 0,6817 gram, dengan variasi rapat arus 6 (I/dm²), kuat arus 2,2 (ampere), Tegangan 2,8 (volt), waktu 300 (detik). (3) Semakin besar rapat arus, kuat arus, tegangan dan waktu akan mempengaruhi massa serbuk tembaga yang menempel di katoda.

6. Daftar Pustaka

- ASM Handbook, 1998, *Powder Metal Technologies and Applications*, Volume 7, ASM International, Ohio, USA.

- German, M.R. 1994, *Powder Metallurgy Science*, Metal Powder Industries Federation, New Jersey.
- Owais ,A. 2009, *Effect of Electrolyte Characteristics on Electrowinning of Copper Powder*, Springer Science & Business Media B.V. Suez Canal University, Auez, Egypt.
- Popov, K.I., Djokic, S.S., and Grgur, B.N. 2002, *Fundamental Aspect of Electrometallurgy*, Kluwer Academic Publishers, New York.
- Subagja, R., Binudi, R., Arief, A., Sudaryat, Undang, A.H. 1996, *Percobaan Pembuatan Serbuk Tembaga Dalam Skala Pilot Plant*, Prosiding Pemaparan Hasil Litbang Ilmu Pengetahuan Teknik, Bandung.
- W.G.Davenport, 2002, *Extractive Metallurgy of Copper*, Departement of Materials Science and Engineering University of Arizona, Tucson. AZ, USA.
- Wayne Armstrong, (1999), *The Isa Proses and Its Contribution to Electrolytic Copper*, Presented at the Rautomead Coference, Scotland.