

**STUDI DISTRIBUSI UKURAN BUTIRAN PADA  
ELEKTROLISIS SERBUK TEMBAGA DALAM LARUTAN  
SULFAT**

**TUGAS AKHIR**

**Muhammad Iqbal**

**123.13.005**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada Program Studi Teknik Metalurgi Dan Material



**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL  
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN  
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG**

**2017**

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS**

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar**

Nama : Muhammad Iqbal

NPM : 123.13.005

Tanda Tangan :

Tanggal : 22 Agustus 2017

**LEMBAR PENGESAHAN  
STUDI DISTRIBUSI UKURAN BUTIRAN PADA  
ELEKTROLISIS SERBUK TEMBAGA DALAM LARUTAN  
SULFAT**

**TUGAS AKHIR**

**MUHAMMAD IQBAL**

**123.13.005**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material

Menyetujui ,

Bandung, 22 Agustus 2017

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Ir. Soleh Wahyudi, M.T.**

NIDN. 0410017105

**Prof. Ir. Syoni Soepryanto, M. Sc., Ph. D.**

NIP. 195203181976031001

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Teknik Metalurgi dan Material**

**Dr. Eng. Akhmad A. Korda, S.T., M.T.,**

NIP. 197412042008011011

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji serta syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT karena dengan berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “STUDI DISTRIBUSI UKURAN BUTIRAN PADA ELEKTROLISIS SERBUK TEMBAGA DALAM LARUTAN SULFAT”. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dalam Program Studi Teknik Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik dan Desain, Institut Teknologi dan Sains Bandung.

Dengan terselesaikannya Penulisan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr.Eng. Akhmad A. Korda, ST.,MT. sebagai Ketua Program Studi Teknik Metalurgi dan Material FTD. ITSB
2. Prof. Ir. Syoni Soepriyanto, M. Sc., Ph. D. sebagai Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Metalurgi dan Material FTD. ITSB yang telah menyetujui penulis melakukan studi dan penelitian di program studi ini.
3. Ir. Soleh Wahyudi, MT., sebagai dosen pembimbing penulis, yang telah memberikan banyak ilmu, petunjuk, bimbingan dan membantu memfasilitasi keperluan penelitian penulis.
4. Seluruh staf dosen pengajar Program Studi Teknik Metalurgi dan Material ITSB yang telah mengajarkan ilmu yang sangat bermanfaat bagi penulis.
5. Seluruh staf dan karyawan Workshop PT. Rekayasa Plating, yang telah membantu saat penulis mempersiapkan penelitian di Workshop PT. Rekayasa Plating.
6. Orang Tua dan Keluarga yang telah memotivasi dan mendukung secara moril maupun materi, yang telah membantu, membesarkan dan mendidik penulis secara baik dari segi materi maupun spiritual serta selalu mendoakan penulis.
7. Roudlotum M.J yang telah banyak memberikan bantuan baik dukungan moril dan tenaga membantu keberjalanan Tugas Akhir.

8. Rekan-rekan seperjuangan yaitu Annisa T.Q dan Sastro yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.
9. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Metalurgi dan Material angkatan 2013 yang berjuang sampai wisuda.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat kekurangannya. Namun demikian penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan ilmu dan berkah yang bermanfaat baik bagi penulis maupun bagi semua pihak yang memerlukan dan membacanya.

Bandung, Agustus 2017

Muhammad Iqbal

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Institut Teknologi dan Sains Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Iqbal  
NIM : 123.13.005  
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material  
Fakultas : Teknik dan Desain  
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi dan Sains Bandung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“STUDI DISTRIBUSI UKURAN BUTIRAN PADA ELEKTROLISIS  
SERBUK TEMBAGA DALAM LARUTAN SULFAT”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi dan Sains Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*Database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Di buat di : Bandung

Pada tanggal : 22 Agustus 2017

Yang menyatakan

(Muhammad Iqbal)

## ABSTRAK

Serbuk tembaga dapat dihasilkan dengan metode elektrolisis. Serbuk tembaga yang dihasilkan dengan metode elektrolisis masih memiliki keragaman distribusi ukuran serbuk. Distribusi ukuran serbuk logam, mempengaruhi karakter dan sifat fisis dari benda saat dimampatkan atau sinter yaitu mampu alir, berat jenis semu dan porositas. Faktor yang mempengaruhi distribusi ukuran serbuk tembaga adalah Komposisi larutan, Rapat arus, jarak anoda dengan katoda serta waktu proses.

Proses elektrolisis serbuk tembaga dalam penelitian ini menggunakan anoda pelat tembaga dan katoda pelat *stainless steel* 316L. Variabel terikat yaitu rapat arus dan komposisi larutan elektrolit dengan variasi rapat arus yaitu 0,1, 0,2, 0,3 A/cm<sup>2</sup> dan variasi konsentrasi larutan CuSO<sub>4</sub> yaitu 5, 10, 15 g/l dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 100g/l. Waktu proses yang digunakan selama satu jam. Pengujian menggunakan *Particle Size Analyzer* dilakukan untuk mengetahui ukuran partikel serta distribusi ukuran partikel serbuk tembaga yang dihasilkan.

Hasil percobaan menunjukkan sampel dengan konsentrasi CuSO<sub>4</sub> 10g/l memiliki sifat sebaran distribusi ukuran serbuk tembaga yang baik dengan kurva normal atau *gaussian curve*. Distribusi terbaik pada sampel dengan rapat arus 0,3 A/cm<sup>2</sup> dan konsentrasi larutan CuSO<sub>4</sub> 10 g/l dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 100g/l. Hasil percobaan juga menunjukkan bahwa peningkatan rapat arus dapat memperkecil ukuran serbuk tembaga dengan D50  $\approx$  50  $\mu$ m yaitu 50,23  $\mu$ m dan efisiensi arus sebesar 43,87%.

*Kata Kunci* : *Distribusi Ukuran, Ukuran Partikel, Particle Size Analyser, Serbuk tembaga, Elektrolisis, Rapat Arus*

## ABSTRACT

Copper powder can be produced by electrolysis method. Copper powder produced by the electrolysis method still has a variety of powder size distribution. The size distribution of metal powders, affect the character and the physical properties of the objects when compressed or sinter which is able to flow, apparent density and porosity. Factors affecting the size distribution of the copper powder is the solution composition, current density, anode to cathode distance and the timing of the process.

Copper powder electrolytic process in this study using the anode plates copper and cathode plate stainless steel. 316L The dependent variable is the current density and composition of the electrolyte solution with the variation of current density is 0.1, 0.2, 0.3 A/cm<sup>2</sup> and the variation of CuSO<sub>4</sub> concentrations solution is 5, 10, 15 g/l with H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 100 g/l. The processing time used for one hour. Tests using Particle Size Analyzer was conducted to determine the particle size and particle size distribution of the resulting copper powder.

The experimental results showed the sample with concentrations of CuSO<sub>4</sub> 10 g/l has a distribution properties of copper powder size distribution was good with the normal curve or Gaussian curve. The best distribution in the sample with a current density of 0.3 A/cm<sup>2</sup> and CuSO<sub>4</sub> solution concentration of 10 g/l with H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 100 g/l. The experimental results also showed that the increase in current density can reduce the size of the copper powder with D<sub>50</sub> ≈ 50 μm exactly 50,23μm.

*Keywords: Distribution Size, Particle Size, Particle Size Analyzer, Copper Powder, Electrolysis, Current Density*



# DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Tujuan Penelitian .....	2
1.3    Batasan Percobaan .....	2
1.4    Metodologi Penelitian.....	2
1.5    Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1.    Serbuk Tembaga .....	5
2.1.1.    Karakteristik Serbuk Tembaga .....	5
2.1.2.    Pembuatan Serbuk tembaga.....	7
2.1.3.    Parameter Serbuk tembaga .....	8
2.1.4.    Aplikasi Serbuk Tembaga.....	9
2.2.    Elektrolisis Tembaga .....	10
2.2.1    Pengertian Elektrolisis Tembaga .....	10
2.2.2    Reaksi Elektrokimia.....	12
2.3.    Efisiensi Arus .....	13
2.4.    Pengaruh Parameter Terhadap Ukuran Serbuk.....	14
2.4.1.    Komposisi Larutan Sulfat .....	14
2.4.2.    Rapat Arus .....	15

<b>BAB III PROSEDUR DAN HASIL PERCOBAAN .....</b>	<b>18</b>
3.1 Peralatan dan Bahan.....	18
3.2 Prosedur Percobaan.....	19
3.2.1 Preparasi Sampel dan Larutan Elektrolit .....	19
3.2.2 Proses Elektrolisis Serbuk Tembaga.....	21
3.2.3 Proses pemisahan serbuk .....	21
3.2.4 Proses Pengeringan Serbuk Tembaga.....	21
3.2.5 Pengujian Distribusi Ukuran.....	21
3.3 Data dan Hasil Percobaan .....	22
3.3.1 Data Percobaan .....	22
3.3.2 Hasil Pengujian .....	23
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>26</b>
4.1 Analisis Distribusi Ukuran.....	26
4.2 Pengaruh Rapat Arus Terhadap Ukuran Serbuk.....	29
4.3 Pengaruh Konsentrasi Larutan terhadap Ukuran Serbuk.....	32
4.4 Hasil Pengujian SEM.....	34
4.5 Hasil Pengujian Efisiensi .....	36
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>37</b>
5.1 Kesimpulan .....	37
5.2 Saran .....	37
 DAFTAR PUSTAKA .....	 38
LAMPIRAN.....	39

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Diagram alir metodologi penelitian.....	3
Gambar 2.1. Bentuk-bentuk serbuk .....	5
Gambar 2.2. Grafik distribusi ukuran serbuk .....	6
Gambar 2.3. Tipikal elektrolisis serbuk tembaga.....	12
Gambar 2.4. Sel elektrolisis .....	12
Gambar 2.5. Hidrogen Evolution .....	13
Gambar 2.6. Grafik efek konsentrasi tembaga pada larutan elektrolit.....	15
Gambar 2.7. Grafik efek konsentrasi sulfat pada larutan elektrolit .....	15
Gambar 2.8. Grafik distribusi ukuran butiran dengan rapat arus rendah.....	16
Gambar 2.9. Grafik distribusi ukuran butiran dengan rapat arus tinggi.....	16
Gambar 2.10. Grafik efek rapat arus terhadap berat serbuk di bawah $63 \mu\text{m}$ ....	17
Gambar 2.11. Grafik efek rapat arus terhadap efisiensi arus .....	17
Gambar 3.1 Diagram alir percobaan serbuk tembaga.....	20
Gambar 3.2. Proses Elektrodeposisi Tembaga.....	21
Gambar 3.3. Alat Pengujian PSA.....	22
Gambar 4.1. Grafik distribusi ukuran Sampel 1 hasil PSA.....	26
Gambar 4.2. Grafik distribusi ukuran Sampel 2 hasil PSA.....	27
Gambar 4.3. Grafik distribusi ukuran Sampel 3 hasil PSA.....	27
Gambar 4.4. Grafik distribusi ukuran Sampel 4 hasil PSA.....	28
Gambar 4.5. Grafik distribusi ukuran Sampel 5 hasil PSA.....	29
Gambar 4.6. Grafik Pengaruh Rapat Arus terhadap berbagai Differential ukuran serbuk .....	29
Gambar 4.7. Grafik rapat arus terhadap ukuran serbuk .....	30
Gambar 4.8. Grafik Pengaruh rapat arus terhadap ukuran serbuk terbesar .....	31
Gambar 4.9. Grafik pengaruh konsentrasi larutan terhadap ukuran serbuk pada Differential ukuran .....	32
Gambar 4.10. Grafik Pengaruh Konsentrasi larutan terhadap ukuran serbuk.....	33
Gambar 4.11. Grafik Pengaruh Konsentrasi larutan terhadap ukuran serbuk terbesar .....	34
Gambar 4.12. Foto SEM serbuk pada kondisi Rapat arus $0,1 \text{ A/cm}^2$ , konsentrasi $\text{CuSO}_4$ $10 \text{ g/L}$ , dan waktu 20 menit.....	35

Gambar 4.13. Foto SEM serbuk pada kondisi Rapat arus arus  $0,3 \text{ A/cm}^2$ ,  
konsentrasi  $\text{CuSO}_4$   $10 \text{ g/L}$ , dan waktu 20 menit..... 35

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Variasi Rapat Arus .....	22
Tabel 3.2. Variasi Konsentrasi CuSO <sub>4</sub> .....	23
Tabel 3.3. Ukuran serbuk hasil pengujian.....	23
Tabel 3.4. Distribusi komulatif serbuk.....	23

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Sertifikat Hasil Particle Size Analyzer (PSA) .....	39
Lampiran B. Tabel Data Hasil Particle Size Analyzer (PSA).....	41
Lampiran C. Kurva Hasil Particle Size Analyzer (PSA) .....	47