

**STUDI MORFOLOGI DENDRIT PADA PROSES
ELEKTROLISIS SERBUK TEMBAGA DALAM LARUTAN
SULFAT**

TUGAS AKHIR

ANNISA TERAH QODRATILLAH

123.13.008

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan 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

KOTA DELTAMAS

AGUSTUS 2017

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Annisa Terah Qodratillah
NIM : 123.13.008
Tanda Tangan :
Tanggal : 28 Agustus 2017

**STUDI MORFOLOGI DENDRIT PADA PROSES
ELEKTROLISIS SERBUK TEMBAGA DALAM LARUTAN
SULFAT**

TUGAS AKHIR

ANNISA TERAH QODRATILLAH

123.13.008

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

Menyetujui,

Kota Deltamas, 28 Agustus 2017

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Soleh Wahyudi, M.T.

NIDN. 0410017105

Prof. Ir. Syoni Soepriyanto, M.Sc., Ph.D

NIP. 195203181976031001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Metalurgi dan Material

Dr. Eng. Akhmad Ardian Korda S.T., M.T

NIP. 197412042008011011

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang berjudul “Studi Morfologi Dendrit pada Proses Elektrolisis Serbuk Tembaga dalam Larutan Sulfat”. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Program Studi Teknik Metalurgi dan Material, Institut Teknologi dan Sains Bandung.

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

1. Bapak Ir. Soleh Wahyudi, M.T, selaku dosen pembimbing satu yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Bapak Prof. Ir. Syoni Soepriyanto, M.Sc., Ph.D, selaku dosen pembimbing dua yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
3. Bapak Ir. Karyanto Herlambang M.T, selaku dosen penguji pada Sidang Pembahasan dan Sidang Ujian yang telah memberikan banyak masukan bagi penyempurnaan Tugas Akhir ini;
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 penulis dalam melakukan penelitian di Workshop PT. Rekayasa Plating;
6. Bapak Septa, selaku Kepala Lab. Pengembangan Paduan dan Karakteristik ITB, yang telah banyak membantu penulis dalam melakukan pengujian;

7. Bapak dan Ibu, yang senantiasa memberikan doa, bimbingan, dan dukungan baik moral maupun material kepada penulis hingga sampai sejauh ini, dan selalu menjadi motivasi penulis untuk melakukan yang terbaik;
8. Abdullah Hibar Gumilang, yang senantiasa mendukung dengan sabar dan membantu penulis dengan caranya sendiri;
9. Isma Aryanti Fadillah, yang telah menemani perjalanan panjang dan berbagi suka dan duka;
10. Sastro dan Muhammad Iqbal, yang berjuang bersama dan senantiasa memberi dukungan serta bantuan;
11. Nurahmah Minandar dan Nindi Paramitha Masduki, yang berbaik hati memberikan segala dukungan dan nasihat dengan sabar; dan
12. Teman-teman seperjuangan Program Sarjana Teknik Metalurgi dan Material ITSB.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Kota Deltamas, Agustus 2017

Penulis

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

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

Nama : Annisa Terah Qodratillah
NIM : 123.13.008
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material
Fakultas : Teknik dan Desain
Jenis karya : Tugas Akhir

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

“Studi Morfologi Dendrit pada Proses 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 memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Kota Deltamas
Pada tanggal : 28 Agustus 2017
Yang menyatakan

Annisa Terah Qodratillah

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	1
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Metodologi Penelitian Penelitian	2
1.6 Sistematika Penelitian	4
1.7 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Serbuk Tembaga.....	5
2.1.1 Karakteristik Serbuk Tembaga.....	6
2.1.2 Aplikasi Serbuk Tembaga.....	9
2.1.3 Pembuatan Serbuk Tembaga.....	10
2.2 Elektrolisis Serbuk Tembaga	11
2.2.1 Reaksi Sel Elektrolisis Serbuk Tembaga	12
2.2.2 Parameter Pembuatan Serbuk Tembaga.....	12
2.2.3 Efisiensi Arus	13
2.2.4 Karakteristik Serbuk Tembaga Hasil Elektrolisis	15
2.3 Kriteria Terbentuknya Serbuk.....	15
2.4 Pengaruh Rapat Arus Terhadap Morfologi	18
2.5 Pengaruh Konsentrasi Ion Tembaga	19
2.6 Pengaruh Waktu terhadap Morfologi	20
2.7 Aspek Rasio Morfologi Serbuk Tembaga.....	20

BAB III PERCOBAAN DAN HASIL PERCOBAAN

3.1 Alat dan Bahan	23
3.2 Prosedur Percobaan	24
3.2.1 Preparasi Sampel dan Pembuatan Larutan Elektrolit.....	25
3.2.2 Proses Elektrolisis Serbuk Tembaga	25
3.2.3 Proses Pencucian Serbuk Tembaga.....	26
3.2.4 Proses Pengeringan Serbuk Tembaga	26
3.2.5 Proses Penimbangan Serbuk Tembaga	26

3.2.6	Pengujian dengan Mikroskop Optik.....	26
3.3	Data dan Hasil Percobaan	
3.3.1	Data Percobaan.....	27
3.3.2	Hasil Pengujian Mikroskop Optik dan SEM.....	27
3.3.3	Aspek Rasio Rata-rata.....	32
3.3.4	Perolehan Berat Serbuk Tembaga dan Efisiensi Arus	32
3.3.5	Ukuran Butiran Serbuk Tembaga.....	33
BAB IV PEMBAHASAN		
4.1	Morfologi Partikel Serbuk Tembaga.....	35
4.2	Pengaruh Variasi Konsentrasi CuSO ₄ terhadap Morfologi.....	37
4.3	Pengaruh Variasi Waktu terhadap Morfologi	39
4.4	Pengaruh Variasi Rapat Arus Terhadap Morfologi	41
4.5	Pengaruh Variasi Rapat Arus pada Efisiensi Arus	43
4.6	Pengaruh Variasi Waktu pada Efisiensi Arus	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	46
5.2	Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA		48
LAMPIRAN.....		49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Beberapa sifat hasil serbuk tembaga dari beberapa metode.....	6
Tabel 2.2 Sifat fisik tembaga <i>massive</i> (sepenuhnya padat).....	8
Tabel 2.3 Aspek rasio rata-rata morfologi	21
Tabel 3.1 Daftar kebutuhan alat	23
Tabel 3.2 Daftar kebutuhan bahan	24
Tabel 3.3 Variasi konsentrasi $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	27
Tabel 3.4 Variasi waktu proses	27
Tabel 3.5 Variasi rapat arus.....	27
Tabel 3.6 Morfologi serbuk tembaga pada variasi konsentrasi $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	28
Tabel 3.7 Morfologi serbuk tembaga pada variasi waktu proses	29
Tabel 3.8 Morfologi serbuk tembaga pada variasi rapat arus	30
Tabel 3.9 Foto sem morfologi serbuk tembaga	31
Tabel 3.10 Aspek rasio rata-rata variasi konsentrasi CuSO_4	32
Tabel 3.11 Aspek rasio rata-rata variasi waktu	32
Tabel 3.12 Aspek rasio rata-rata variasi rapat arus	32
Tabel 3.13 Berat serbuk tembaga dan efisiensi arus pada variasi waktu	33
Tabel 3.14 Berat serbuk tembaga dan efisiensi arus pada variasi rapat arus	33
Tabel 3.15 Ukuran partikel serbuk tembaga pada variasi konsentrasi CuSO_4	33
Tabel 3.16 Ukuran partikel serbuk tembaga pada variasi waktu	34
Tabel 3.17 Ukuran partikel serbuk tembaga pada variasi rapat arus	34
Tabel 4.1 Perbandingan morfologi partikel serbuk tembaga hasil percobaan dengan penelitian Pavlovic.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram alir metodologi penelitian.....	3
Gambar 2.1 Bentuk-bentuk serbuk.....	5
Gambar 2.2 Skematik proses elektrolisis pembuatan serbuk tembaga	11
Gambar 2.3 Pengurangan efisiensi arus diikuti dengan pengurangan kehalusan serbuk dalam produksi serbuk tembaga melalui jalur elektrolisis.....	14
Gambar 2.4 Skema Pertumbuhan Serbuk	16
Gambar 2.5 Kurva hasil elektrolisis dan morfologi endapan serbuk tembaga.....	17
Gambar 2.6 Mikrograf permukaan partikel serbuk tembaga	18
Gambar 2.7 Fotomikrograf SEM dari endapan serbuk tembaga.....	19
Gambar 2.8 Contoh ukuran butiran serbuk untuk perhitungan aspek rasio	21
Gambar 3.1 Diagram alir percobaan serbuk tembaga	24
Gambar 3.2 Proses elektrolisis tembaga	26
Gambar 4.1 Foto SEM morfologi serbuk pada kondisi konsentrasi CuSO_4 15 g/L rapat arus $0,3 \text{ A/cm}^2$, dan waktu 20 menit.....	35
Gambar 4.2 Foto SEM morfologi serbuk pada kondisi waktu 10 menit, konsentrasi CuSO_4 20 g/L, dan rapat arus $0,3 \text{ A/cm}^2$	36
Gambar 4.3 Foto SEM morfologi serbuk pada kondisi rapat arus $0,1 \text{ A/cm}^2$, konsentrasi CuSO_4 20 g/L, dan waktu 20 menit.....	36
Gambar 4.4 Morfologi serbuk tembaga pada variasi konsentrasi.....	37
Gambar 4.5 Grafik variasi konsentrasi terhadap aspek rasio morfologi serbuk tembaga.....	38
Gambar 4.6 Grafik variasi konsentrasi terhadap ukuran partikel.....	38
Gambar 4.7 Morfologi serbuk tembaga pada variasi waktu	39
Gambar 4.8 Grafik variasi waktu terhadap aspek rasio morfologi serbuk tembaga	40

Gambar 4.9 Grafik variasi waktu terhadap ukuran partikel serbuk tembaga.....	40
Gambar 4.10 Morfologi serbuk tembaga pada variasi rapat arus	41
Gambar 4.11 Grafik variasi rapat arus terhadap aspek rasio morfologi serbuk tembaga.....	41
Gambar 4.12 Grafik variasi rapat arus terhadap ukuran partikel	42
Gambar 4.13 Grafik variasi rapat arus terhadap efisiensi arus elektrolisis serbuk tembaga.....	43
Gambar 4.14 Grafik variasi waktu terhadap efisiensi arus elektrolisis serbuk tembaga.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	49
Lampiran B.....	52
Lampiran C.....	61