

**STUDI PENGARUH RAPAT ARUS DAN KONSENTRASI ION
TEMBAGA TERHADAP EFISIENSI ARUS PADA ELEKTROLISIS
SERBUK TEMBAGA MENGGUNAKAN ANODA *INERT* TIMAH HITAM**

TUGAS AKHIR

GIGIH SAFARDWIYANSYAH

12318007



**FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
AGUSTUS 2022**

**STUDI PENGARUH RAPAT ARUS DAN KONSENTRASI ION
TEMBAGA TERHADAP EFISIENSI ARUS PADA ELEKTROLISIS
SERBUK TEMBAGA MENGGUNAKAN ANODA *INERT* TIMAH HITAM**

TUGAS AKHIR

GIGIH SAFARDWIYANSYAH

12318007

Disusun sebagai Salah Satu Persyaratan untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Metalurgi Institut Teknologi Sains Bandung



**FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
AGUSTUS 2022**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas akhir ini disusun oleh saya sendiri,
Dengan sumber baik yang dikutip atau dirujuk
Telah Saya nyatakan benar.**

Nama : Gigih Safardwiyansyah

NIM : 12318007

Tanda Tangan :



Tanggal : 05 Agustus 2022

**STUDI PENGARUH RAPAT ARUS DAN KONSENTRASI ION
TEMBAGA TERHADAP EFISIENSI ARUS PADA ELEKTROLISIS
SERBUK TEMBAGA MENGGUNAKAN ANODA *INERT* TIMAH HITAM**

TUGAS AKHIR

GIGIH SAFARDWIYANSYAH

12318007

Disusun sebagai Salah Satu Persyaratan untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Metalurgi Institut Teknologi Sains Bandung

Menyetujui,

Kota Deltamas, 05 Agustus 2022

Dosen Pembimbing

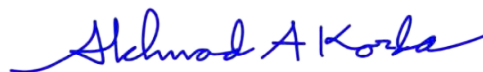


Dr. Soleh Wahyudi, S.T., M.T.

NIP. 0410017105

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Metalurgi



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

NIP. 197412042008011011

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dengan judul “Studi Pengaruh Rapat Arus Dan Konsentrasi Ion Tembaga Terhadap Efisiensi Arus Pada Elektrolisis Serbuk Tembaga Menggunakan Anoda Inert Timah Hitam”. Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Metalurgi di Institut Teknologi Sains Bandung.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa dalam hal penulisan dan isi laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna dan masih terdapat kekurangan didalamnya baik itu dalam hal pembahasan penelitian dikarenakan keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi kemampuan tugas akhir ini.

Terlelesainya tugas akhir ini tidak lepas dari bimbingan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Sehingga dalam kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini, ucapan terima kasih ini penulis sampaikan terutama kepada yang saya hormati:

1. Teristimewa kepada orang tua, kakak dan keluarga penulis yang selalu memberikan do'a, motivasi dan dukungan baik secara moril maupun materil kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Ari Darmawan Pasek, M.Sc selaku Rektor Institut Teknologi Sains Bandung.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Syoni Soepriyanto, M.Sc. selaku Wakil Rektor Bidang Akademik dan Kemahasiswaan Institut Teknologi Sains Bandung.
4. Bapak Dr. Eng. Ir. Akhmad Ardian Korda, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Metalurgi Institut Teknologi Sains Bandung.

5. Bapak Andrie Harmaji, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Metalurgi Institut Teknologi Sains Bandung.
6. Bapak Dr. Soleh Wahyudi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah bersedia membimbing, mengarahkan memberikan ilmu serta solusi pada setiap permasalahan yang dihadapi penulis pada penulisan tugas akhir ini.
7. Bapak/Ibu dosen dan staff di lingkungan Institut Teknologi Sains Bandung, khususnya Program Studi Teknik Metalurgi yang telah memberikan solusi, motivasi dan banyak membantu penulis untuk dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini.
8. Bapak Herlan, Arif, Iwan dan Beben selaku staff Rekayasa Plating yang telah banyak sekali membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Seluruh teman - teman mahasiswa program studi Teknik Metalurgi yang telah memberikan dukungan dan bantuan kepada penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
10. Naufal Dhiya Ulhaq R.M. Fajar Gunawan dan Rio Weldi yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir serta menemani penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita para pembaca dan semua pihak khususnya dalam bidang metalurgi.

Kota Deltamas, 05 Agustus 2022

Penulis



Gigih Safardwiyansyah

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

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

Nama : Gigih Safardwiyansyah

NIM : 123.18.007

Program Studi : Teknik Metalurgi

Fakultas : Teknik dan Desain

Jenis karya : Tugas Akhir

demikian demi 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 PENGARUH RAPAT ARUS DAN KONSENTRASI ION TEMBAGA
TERHADAP EFISIENSI ARUS PADA ELEKTROLISIS SERBUK
TEMBAGA MENGGUNAKAN ANODA *INERT* TIMAH HITAM**

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 : 05 Agustus 2022

Yang menyatakan



(Gigih Safardwiyansyah)

DAFTAR ISI

| | |
|--|----------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI | vi |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiii |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 2 |
| 1.4 Ruang Lingkup | 3 |
| 1.5 Metodologi Penelitian..... | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1 Serbuk Tembaga..... | 6 |
| 2.1.1 Sifat Serbuk Tembaga..... | 6 |
| 2.1.2 Karakteristik Serbuk Tembaga..... | 8 |
| 2.1.3 Aplikasi Serbuk Tembaga..... | 8 |
| 2.2 Sintesis Serbuk Tembaga dengan Metode Elektrolisis..... | 9 |
| 2.2.1 Metode Pembuatan Serbuk Tembaga | 9 |
| 2.2.2 Sel Elektrolisis..... | 11 |
| 2.2.3 Reaksi Sel..... | 12 |
| 2.2.4 Mekanisme Terbentuknya Serbuk | 13 |
| 2.2.5 Persamaan Faraday dan Perhitungan Efisiensi Arus | 13 |
| 2.2.6 Konsumsi Energi | 15 |
| 2.3 Parameter Elektrolisis | 15 |

| | |
|---|-----------|
| 2.3.1 Pengaruh Rapat Arus Terhadap Efisiensi Arus..... | 15 |
| 2.3.2 Pengaruh Konsentrasi Ion Tembaga Terhadap Efisiensi Arus . | 18 |
| 2.3.3 Pengaruh Waktu Terhadap Konsentrasi Ion Cu..... | 19 |
| BAB III PROSEDUR DAN HASIL PERCOBAAN | 20 |
| 3.1 Peralatan dan Bahan | 20 |
| 3.2 Perancangan Percobaan | 21 |
| 3.3 Prosedur Percobaan | 22 |
| 3.3.1 Preparasi Sampel dan Larutan Elektrolit | 23 |
| 3.3.2 Proses Elektrolisis Serbuk Tembaga | 25 |
| 3.3.3 Proses <i>Scrapping</i> Serbuk Tembaga | 26 |
| 3.3.4 Proses Pengeringan Anoda dan Katoda..... | 27 |
| 3.3.5 Proses Pengeringan Serbuk Tembaga..... | 27 |
| 3.3.6 Proses Pengayakan Serbuk Tembaga | 28 |
| 3.4 Karakterisasi..... | 28 |
| 3.4.1 Pengujian SEM-EDX..... | 29 |
| 3.4.2 Pengujian XRD..... | 30 |
| 3.4.3 Pengujian PSA..... | 31 |
| 3.4.4 Pengujian Colorimeter | 31 |
| 3.4.5 Perhitungan Faraday dan Efisiensi Arus..... | 32 |
| 3.4.6 Perhitungan Konsumsi Energi..... | 33 |
| BAB IV PEMBAHASAN | 34 |
| 4.1 Pengaruh Rapat Arus Terhadap Efisiensi Arus..... | 34 |
| 4.2 Pengaruh Konsentrasi Ion Tembaga Terhadap Efisiensi Arus..... | 37 |
| 4.3 Pengaruh Waktu Terhadap Konsentrasi Ion Cu Di Larutan | 40 |
| 4.4 Karakteristik Serbuk Tembaga..... | 42 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 45 |
| 5.1 Kesimpulan | 45 |
| 5.2 Saran | 46 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 47 |
| LAMPIRAN | 49 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 3. 1 Daftar Kebutuhan Alat..... | 20 |
| Tabel 3. 2 Daftar Kebutuhan Bahan | 21 |
| Tabel 3. 3 Perancangan Percobaan | 22 |
| Tabel 3. 4 Hasil Uji SEM-EDX Timah Hitam | 29 |
| Tabel 3. 5 Hasil Uji SEM-EDX Serbuk Tembaga..... | 30 |
| Tabel 3. 6 Hasil Uji XRD Serbuk Tembaga..... | 30 |
| Tabel 3. 7 Hasil Uji PSA Serbuk Tembaga..... | 31 |
| Tabel 3. 8 Hasil Uji Colorimeter | 31 |
| Tabel 3. 9 Berat Serbuk Tembaga yang Dihasilkan | 32 |
| Tabel 3. 10 Hasil Perhitungan Konsumsi Energi | 33 |
| Tabel 4. 1 Karakteristik Serbuk Tembaga Hasil SEM-EDX | 42 |
| Tabel 4. 2 Karakteristik Serbuk Tembaga Hasil PSA..... | 43 |
| Tabel 4. 3 Karakteristik Serbuk Tembaga Hasil XRD | 43 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1. 1 Metodologi Penelitian..... | 4 |
| Gambar 2. 1 Bentuk - Bentuk Serbuk..... | 7 |
| Gambar 2. 2 Sel Elektrolisis..... | 12 |
| Gambar 2. 3 Pengurangan Efisiensi Arus Diikuti dengan Pengurangan Kehalusan Serbuk dalam Produksi Serbuk Tembaga Melalui Jalur Elektrolisis | 14 |
| Gambar 2. 4 Grafik Efek Rapat Arus terhadap Efisiensi Arus | 16 |
| Gambar 2. 5 Grafik Pengaruh Arus Listrik Terhadap Endapan Tembaga..... | 16 |
| Gambar 2. 6 Grafik Pengaruh Konsentrasi Ion Cu Terhadap Endapan Tembaga. 18 | |
| Gambar 3. 1 Diagram Alir Percobaan..... | 23 |
| Gambar 3. 2 Plat Anoda Timah Hitam | 24 |
| Gambar 3. 3 Plat Katoda <i>Stainless Steel 316L</i> | 24 |
| Gambar 3. 4 Pembuatan Larutan Elektrolit..... | 25 |
| Gambar 3. 5 Proses Elektrolisis..... | 26 |
| Gambar 3. 6 Serbuk Tembaga hasil Elektrolisis | 26 |
| Gambar 3. 7 Pengeringan Serbuk Tembaga..... | 27 |
| Gambar 3. 8 Pengecekan Serbuk Tembaga dengan <i>Moisture Meter</i> | 28 |
| Gambar 3. 9 Penimbangan Serbuk Tembaga | 28 |
| Gambar 4. 1 Grafik Pengaruh Rapat Arus Terhadap Endapan Serbuk Tembaga . 34 | |
| Gambar 4. 2 Grafik Pengaruh Rapat Arus Terhadap Efisiensi Arus | 35 |
| Gambar 4. 3 Grafik Pengaruh Rapat Arus Terhadap Konsumsi Energi | 37 |
| Gambar 4. 4 Grafik Pengaruh Konsentrasi Ion Tembaga Terhadap Endapan Serbuk Tembaga | 38 |
| Gambar 4. 5 Grafik Pengaruh Konsentrasi Ion Tembaga Terhadap Efisiensi Arus | 39 |
| Gambar 4. 6 Grafik Pengaruh Konsentrasi Ion Tembaga Terhadap Konsumsi Energi..... | 40 |
| Gambar 4. 7 Grafik Variasi Waktu terhadap Penurunan Konsentrasi Ion Cu dalam Larutan Pada Kondisi Rapat Arus $1,25 \text{ A/cm}^2$ dan Konsentrasi Cu $0,2\text{M}$ | 41 |
| Gambar 4. 8 Karakteristik Serbuk Tembaga Hasil XRD..... | 44 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| Lampiran A. Meja Kerja Proses Elektrolisis..... | 49 |
| Lampiran B. Proses Elektrolisis Serbuk Tembaga | 49 |
| Lampiran C. Data Hasil Penelitian | 50 |
| Lampiran D. Contoh Hasil Serbuk Tembaga | 50 |
| Lampiran E. Hasil Pengujian SEM-EDX Anoda Timah Hitam..... | 51 |
| Lampiran F. Hasil Pengujian PSA Efisiensi Arus Rendah | 52 |
| Lampiran G. Hasil Pengujian PSA Efisiensi Arus Tinggi | 54 |
| Lampiran H. Hasil Pengujian SEM-EDX Efisiensi Arus Rendah..... | 56 |
| Lampiran I. Hasil Pengujian SEM-EDX Efisiensi Arus Tinggi..... | 57 |
| Lampiran J. Contoh Perhitungan Hasil Penelitian..... | 58 |