

**STUDI PENGENDAPAN LOGAM SENG
PADA LOGAM BESI SECARA LISTRIK
MENGUNAKAN SEL HULL**

TESIS

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan Program Magister Kimia
Institut Teknologi Bandung**

OLEH

ADRIANA ANTENG ANGGOROWATI

**PROGRAM PASCASARJANA
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG**

1994

STUDI PENGENDAPAN LOGAM SENG
PADA LOGAM BESI SECARA LISTRIK
MENGUNAKAN SEL HULL

TESIS

OLEH
ADRIANA ANTENG ANGGOROWATI
20591009

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a final vertical stroke, positioned above a horizontal line.

(Dr. B U C H A R I)

Tanggal : 16 April 1994

PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS

Tesis magister yang tidak dipublikasikan ini, terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Institut Teknologi Bandung, terbuka untuk umum, dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang. Sebagai referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tesis ini, harus seijin Direktur Program Pascasarjana Institut Teknologi Bandung.

Perpustakaan yang meminjamkan tesis ini untuk keperluan anggotanya diharapkan mengisi nama, alamat dan tanda tangan peminjam serta tanggal peminjaman.

Nama	Alamat	Tanggal	Tanda tangan
-----	-----	-----	-----
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh rasa syukur penulis panjatkan doa kepada Allah Bapa di surga atas kasih karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

Dari lubuk hati yang dalam penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Buchari selaku pembimbing yang dengan penuh kesabaran, keterbukaan dan kesungguhan memberikan pengarahan dan bimbingan serta dorongan dan semangat dalam pelaksanaan penelitian.
2. Para dosen Program Magister Kimia Institut Teknologi Bandung yang telah menyampaikan ilmu pengetahuan dan wawasan baik secara formal maupun nonformal.
3. Tim Manajemen Program Doktor, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan serta Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya yang telah memberikan bantuan biaya untuk mengikuti program magister ini.
4. Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Kimia yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk mengikuti Program Magister Kimia di Institut Teknologi Bandung.
5. Teman-teman peserta Program Magister Kimia Institut Teknologi Bandung, yang telah memberikan sumbangan pemikiran dan dorongan semangat hingga penulis dapat menyelesaikan tulisan ini.

6. Ir. Yohanes Trilaksono Dibyo Suprpto yang dengan sabar dan penuh pengertian serta setia dalam membantu penulis hingga dapat menyelesaikan studi.
7. Bapak, Ibu dan adik-adik yang selalu memberikan semangat serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan studi.
8. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam studi hingga selesainya penelitian ini.

Semoga Bapa Yang Maha Baik senantiasa melimpahkan berkat serta kasih-Nya kepada kita semua dan akhirnya harapan penulis, semoga tulisan ini dapat bermanfaat.

Bandung, April 1994

Penulis

ABSTRAK

Proses pengendapan logam seng pada besi (benda kerja) secara listrik menggunakan sel Hull telah dipelajari, untuk mengetahui pengaruh faktor geometri sel terhadap densitas arus, distribusi endapan, pola endapan, ukuran dan bentuk butiran. Jika pengaruh ini dapat dikaji maka tidak menutup kemungkinan masalah keseragaman hasil pengendapan pada benda kerja yang tidak berbentuk plat dapat diatasi. Dengan menggunakan metoda Spektrofotometri Serapan Atom dapat dilakukan penentuan komposisi endapan, sedangkan ukuran dan bentuk butiran dapat diamati dengan Scanning Electron Microscope. Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa geometri sel sangat mempengaruhi keseragaman hasil pengendapan. Dengan memandang ujung benda kerja yang terdekat anoda sebagai titik acuan, maka pada posisi permukaan benda kerja yang semakin jauh dari titik acuan tersebut, densitas arus dan distribusi endapannya semakin kecil. Bentuk dan ukuran butir endapan untuk posisi yang jauh maupun dekat dengan titik acuan tidak sama.

ABSTRACT

Zinc electrodeposition on iron using Hull cell had been studied in order to investigate the effects of geometry factor on current densities, distributions and patterns of deposits, grain's sizes and morfs. If the effects can be obtained, uniformity problems of the deposits on working cathode that has no regular shape can be solved. The compositions of deposit were measured using Atomic Absorption Spectrophotometry, while grains' sizes and morfs were measured and observed using Scanning Electron Microscope. The conclusion of this research is that geometry factor effects on uniformity of the deposits. Assuming the nearest cathode from anode as a reference point, it was obtained that the current densities and deposits' distributions as that position is the highest, while at the farthest position at cathode is the lowest. The grains' morfs and sizes of the deposits differ at different positions from the reference point.

DAFTAR ISI

	Halaman
PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
I. PENDAHULUAN.....	1
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Sel Hull.....	5
B. Proses Elektrolisis.....	9
C. Spektrofotometri Serapan Atom.....	19
D. <i>Scanning Electron Microscope</i>	22
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	27
A. Alat dan Bahan.....	27
B. Pembuatan Larutan.....	28
C. Prosedur Kerja.....	29
1. Proses perlakuan awal.....	30
2. Proses pelapisan.....	30
3. Proses pengamatan hasil pelapisan.....	31

a.	Penentuan distribusi endapan.....	32
b.	Penentuan pola endapan.....	33
c.	Penentuan ukuran butir dan morfologi endapan.....	33
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
A.	Penentuan Kondisi Pengendapan Logam Seng pada Permukaan Benda Kerja.....	35
1.	Penentuan arus dan potensial yang diterapkan.....	35
2.	Pemilihan jenis elektrolit.....	40
B.	Analisis Logam Dasar dan Logam Anoda.....	51
1.	Penentuan komposisi logam dasar (katoda).....	51
2.	Penetapan kemurnian logam anoda.....	54
C.	Penentuan Distribusi Endapan, Distribusi Arus dan Efisiensi Arus.....	55
1.	Penentuan distribusi endapan.....	55
2.	Penentuan distribusi kuat arus dan efisiensi arus.....	58
D.	Penentuan Densitas Arus.....	61
E.	Penurunan Persamaan Densitas Arus Percobaan sebagai Fungsi Selang Jarak Sepanjang Benda Kerja.....	66
F.	Penentuan Pola Endapan pada Permukaan Benda Kerja.....	70
G.	Penentuan Ukuran Butir dan Pengamatan Endapan.....	73
H.	Penentuan Kemurnian Endapan yang Melapisi Benda Kerja....	78
V.	KESIMPULAN.....	79
A.	Kesimpulan.....	79
B.	Tindak Lanjut.....	80

DAFTAR PUSTAKA.....	82
LAMPIRAN.....	84

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
GAMBAR-1 SEL HULL DIPANDANG DARI ATAS.....	5
GAMBAR-2 RANGKAIAN ALAT ELEKTROLISI DENGAN SEL HULL	8
GAMBAR-3 POLA PENGENDAPAN PADA PERMUKAAN BENDA KERJA MENGGUNAKAN SEL HULL.....	9
GAMBAR-4 HUBUNGAN ANTARA ARUS DAN POTENSIAL SEL PADA PROSES ELEKTROLISIS.....	16
GAMBAR-5 KURVA KUAT ARUS vs POTENSIAL YANG DITERAPKAN.....	18
GAMBAR-6 KOMPONEN-KOMPONEN SPEKTROFOTOMETER SERAPAN ATOM.....	21
GAMBAR-7 SUSUNAN ALAT PEMBENTUK BAYANGAN <i>OM</i> , <i>TEM</i> DAN <i>SEM</i>	26
GAMBAR-8 POLA PEMOTONGAN KATODA.....	33
GAMBAR-9 POLA PENGENDAPAN DENGAN PROSES PENGADUKAN.....	40
GAMBAR-10 RANGKAIAN PENGGANTI SEL ELEKTROLISIS.....	41
GAMBAR-11 KURVA ARUS vs POTENSIAL UNTUK BENDA KERJA 1 DAN 2 PADA TEMPERATUR 13°-16° C MENGGUNAKAN ELEKTROLIT B.....	43

GAMBAR-12 KURVA ARUS vs POTENSIAL UNTUK BENDA KERJA 3 DAN 4 PADA TEMPERATUR 30°-33° C MENGUNAKAN ELEKTROLIT B.....	44
GAMBAR-13 KURVA ARUS vs POTENSIAL UNTUK BENDA KERJA 5 DAN 6 PADA TEMPERATUR 13°-16° C MENGUNAKAN ELEKTROLIT A.....	45
GAMBAR-14 KURVA ARUS vs POTENSIAL UNTUK BENDA KERJA 7 DAN 8 PADA TEMPERATUR 30°-33° C MENGUNAKAN ELEKTROLIT A.....	46
GAMBAR-15 POLA PENGAMBILAN CUPLIKAN PADA LOGAM DASAR.....	52
GAMBAR-16 KURVA BERAT ENDAPAN LOGAM SENG vs JARAK KATODA-ANODA.....	58
GAMBAR-17 KURVA KUAT ARUS vs JARAK KATODA-ANODA..	60
GAMBAR-18 DENSITAS ARUS TEORI DAN PERCOBAAN vs log x.....	64
GAMBAR-19 DENSITAS ARUS PERCOBAAN vs x.....	65
GAMBAR-20 FOTO BENDA KERJA YANG TERLAPISI DENGAN ENDAPAN LOGAM SENG.....	71
GAMBAR-21 FOTO ENDAPAN PADA PERMUKAAN BENDA KERJA MENGGUNAKAN SEM (Elektrolit A).....	74
GAMBAR-22 FOTO ENDAPAN PADA PERMUKAAN BENDA KERJA MENGGUNAKAN SEM (Elektrolit B).....	76

DAFTAR TABEL

	Halaman
TABEL-1	DESNITAS ARUS PADA BERBAGAI UKURAN SEL..... 7
TABEL-2	PERBEDAAN <i>SCANNING ELECTRON MICROSCOPE</i> (<i>SEM</i>) DAN <i>TRANSMISSION ELECTRON MICROSCOPE</i> (<i>TEM</i>)..... 24
TABEL-3	PERBEDAAN <i>SCANNING ELECTRON MICROSCOPE</i> (<i>SEM</i>) DAN <i>OPTICAL MICROSCOPE (OM)</i> 25
TABEL-4	POTENSIAL DAN ARUS YANG DITERAPKAN SELAMA PENGENDAPAN..... 38
TABEL-5	HARGA RESISTANSI SEL SELAMA PROSES PENGENDAPAN..... 47
TABEL-6	HASIL UJI-t UNTUK TIAP PASANGAN BENDA KERJA YANG MEMPUNYAI KONDISI PERCOBAAN SAMA..... 48
TABEL-7	HASIL UJI-t UNTUK MENGETAHUI PENGARUH PERBEDAAN TEMPERATUR TERHADAP RESISTANSI ELEKTROLIT..... 49
TABEL-8	HASIL UJI-t UNTUK MENGETAHUI PENGARUH PERBEDAAN JENIS ELEKTROLIT TERHADAP RESISTANSI ELEKTROLIT..... 50
TABEL-9	BERAT CUPLIKAN DAN BERAT LOGAM SENG, BESI TEMBAGA DAN TIMAH TIAP LOKASI DALAM LOGAM DASAR..... 53

TABEL-10	PROSENTASE SENG, BESI, TEMBAGA DAN TIMAH DALAM LOGAM DASAR.....	53
TABEL-11	HASIL PENENTUAN KADAR LOGAM SENG DALAM ANODA.....	55
TABEL-12	BERAT LOGAM SENG YANG TERENDAPKAN PADA BENDA KERJA, II, DAN III.....	57
TABEL-13	DISTRIBUSI KUAT ARUS PADA BENDA KERJA I, II, DAN III.....	59
TABEL-14	EFISIENSI ARUS UNTUK BENDA KERJA I, II DAN III	61
TABEL-15	DENSITAS ARUS TEORI DAN PERCOBAAN PADA SETIAP SELANG JARAK SEPANJANG KATODA ATAU BENDA KERJA.....	62
TABEL-16	DENSITAS ARUS PERCOBAAN PADA SETIAP SELANG JARAK SEPANJANG BENDA KERJA I, II DAN III.....	66
TABEL-17	HARGA n DAN m UNTUK BENDA KERJA I, II DAN III	67
TABEL-18	PERBEDAAN DENSITAS ARUS HASIL PERHITUNGAN DAN TEORI.....	68
TABEL-19	HASIL PERHITUNGAN UJI- t UNTUK MENGETAHUI PERBEDAAN DUA PERSAMAAN PADA PENENTUAN DENSITAS ARUS.....	69
TABEL-20	HASIL PENGAMATAN FOTO MENGGUNAKAN SEM...	77
TABEL-21	KADAR LOGAM SENG DALAM ENDAPAN.....	78

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN-1	PEMBUATAN KURVA BAKU PENETAPAN ION SENG (II) yang pertama..... 84
LAMPIRAN-2	PENGUKURAN SERAPAN ION SENGG (II) YANG TERENDAPKAN PADA BENDA KERJA I, II, III..... 86
LAMPIRAN-3	CARA PERHITUNGAN PENENTUAN ENDAPAN LOGAM SENGG PADA BENDA KERJA..... 87
LAMPIRAN-4	CARA PERHITUNGAN PENENTUAN KUAT ARUS SEPANJANG BENDA KERJA..... 88
LAMPIRAN-5	CARA MENGHITUNG DENSITAS ARUS SECARA TEORITIS DAN SECARA PERCOBAAN..... 89
LAMPIRAN-6	PEMBUATAN KURVA BAKU PENETAPAN ION SENG (II) yang ke dua..... 90
LAMPIRAN-7	PEMBUATAN KURVA BAKU PENETAPAN ION BESI (II)..... 93
LAMPIRAN-8	PEMBUATAN KURVA BAKU PENETAPAN ION TEMBAGA (II)..... 96
LAMPIRAN-9	PEMBUATAN KURVA BAKU PENETAPAN ION TIMAH (II)..... 99
LAMPIRAN-10	KONDISI PERCOBAAN..... 101
LAMPIRAN-11	CARA MELAKUKAN UJI-t..... 102

LAMPIRAN-12	CARA MELAKUKAN ANALISIS VARIANSI.....	103
LAMPIRAN-13	TABEL DISTRIBUSI t.....	105
LAMPIRAN-14	TABEL DISTRIBUSI F.....	106