

# **TUGAS SARJANA**

## **KOROSI GALVANIS PADA *STEEL* AISI 1018 - Cu DENGAN VARIASI PEMBIASAN *SCRAP STEEL* SEBAGAI ANODA KEDUA PADA MEDIUM NaCl**



*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Kesarjanaan Strata Satu  
(S-1) di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro*

**DISUSUN OLEH :  
ANGGA RACHMAWAN SETIADI  
L2E 004 372**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2010**



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
FAKULTAS TEKNIK**

Jl. Prof. H. Sudarto, SH. Tembalang-Semarang Kotak Pos 1269  
Telp. (024) 7460053, 7460055; Fax. (024) 7460055; E-mail : ftundip@semarang.wasantara.net.id

---

**TUGAS SARJANA**

Diberikan kepada : Nama : Angga Rachmawan Setiadi

NIM : L2E 004 372

Pembimbing : 1. Ir. Budi Setiyana, MT

2. -

Jangka Waktu : 8 (Delapan) bulan

Judul : “Korosi Galvanis pada *Steel AISI 1018 – Cu* dengan Variasi  
Pembiasan *Scrap Steel* sebagai Anoda Kedua pada Medium NaCl”

Isi Tugas : Melakukan analisa laju korosi pada pasangan galvanik *Steel AISI 1018* dan tembaga terhadap media pengkorosi NaCl yang di kondisikan sebagai air laut Salinitas 35‰ dengan pembiasan anoda kedua *scrap steel* dalam jangka waktu 10 hari.

Semarang, 01 Maret 2010

Dosen Pembimbing

Ir. Budi Setiyana, MT

NIP. 196503131991021001

Mengetahui,

Koordinator Tugas Sarjana

Dr. MSK. Tony Suryo Utomo, ST, MT

NIP. 197104211999031003

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Sarjana yang berjudul **“Korosi Galvanis pada Steel AISI 1018 – Cu dengan Variasi Pembiasan Scrap Steel sebagai Anoda Kedua pada Medium NaCl”** telah disetujui pada:

Hari : Senin  
Tanggal : 1 Maret 2010

Menyetujui,  
Pembimbing



Ir. Budi Setiyana, MT

NIP. 196503131991021001

Mengetahui,  
Koordinator Tugas Akhir



Dr. MSK. Tony Suryo Utomo, ST, MT

NIP. 197104211999031003

## ABSTRAKSI

Korosi adalah proses degradasi/deteorisasi/perusakan material yang terjadi disebabkan oleh pengaruh lingkungan sekelilingnya. Sehingga sangat merugikan bagi dunia perindustrian dan rumah tangga. Untuk itu perlu dilakukan penanggulangan agar dapat mengurangi potensi terjadinya korosi. Salah satu cara yang banyak dilakukan untuk menanggulangi korosi yaitu dengan metode proteksi katoda. Yang mana dari metode proteksi katoda ini dengan menggunakan anoda korban.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas jenis anoda korban pada perlindungan katodik dengan melakukan uji korosi galvanik antara baja AISI 1018 dan tembaga dengan pencelupan anoda korban kedua *scrap steel* dalam lingkungan pengganti air laut. Kinerja yang diukur adalah potensial proteksi, arus galvanik, kapasitas anoda, laju konsumsi, dan waktu induksi.

Hasil penelitian menunjukkan dengan menggunakan pembiasan anoda korban kedua ketahanan korosi bernilai layak (*fair*) dengan memperbaiki tingkat korosi yang terjadi dibandingkan pada saat menggunakan satu anoda korban. Demikian pula potensial proteksi dan waktu induksi anoda yang terlihat baik. Dengan foto mikro tampak bahwa pola korosi yang terjadi menunjukkan baja AISI 1018 tidak terkorosi secara merata, melainkan terjadinya korosi *pitting* pada permukaan.

Kata kunci : proteksi katodik, anoda korban, lingkungan pengganti air laut, baja AISI 1018.

## **ABSTRACT**

*Corrosion is the degradation / deterioration / destruction of material which caused by the environment. So that is very harmful for the world and industrial household. It needs to be done for prevention in order to reduce the potential for corrosion. One way that many do to cope with the corrosion of the cathode protection method. Which of these cathode protection method using anode victims.*

*The purpose of this research is to determine the effectiveness of the victim at the anode cathodic protection by galvanic corrosion tests of AISI 1018 steel and copper immersion second victim in a steel scrap substitute seawater environment. Performance is measured is the potential protection, galvanic current, the anode capacity, the rate of consumption, and time of induction.*

*The results showed by using the second victim of refraction anode corrosion resistance reasonable value (fair) to improve the corrosion rate occurred compared to when using a single anode victims. It is also found that this method gives good potential protection and shows inducted time pretty well. From the micro photographs, it is found that steel AISI 1018 corrode locally by pitting formation*

*Keywords : cathodic protection, sacrificial anode, substitute ocean water, steel AISI 1018*

## LEMBAR PERSEMBAHAN

*Teruntuk :*

*My Mom yang selalu mendoakanku dan memberiku kasih sayang yang kelak tidak akan bias aku ganti dengan apa pun.*

*Eyang yang selalu bisa memberikan aku segalanya dengan perjuangan dan semangatnya hingga aku bisa membuat beliau bangga.. Miss you so bad!!*

*My Partner :*

*RifQy Amarta, hahaha..sorry bro sering bikin dirimu jengkel.. ;p*

*MY FRIENDS :*

*ANGKATAN 2004, U ARE THE BEST!!!!!!*

*THANK'S*

## KATA PENGANTAR

Segala puji penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“KOROSI GALVANIS PADA *STEEL AISI 1018* - Cu DENGAN VARIASI PEMBIASAN *SCRAP STEEL* SEBAGAI ANODA KEDUA PADA MEDIUM NaCl”**.

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat untuk menyelesaikan studi Strata-1 (S-1) di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang. Penyusunan Tugas Akhir ini tidak akan terlaksana tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada Ir. Budi Setiyana, MT selaku dosen pembimbing, yang telah meluangkan waktu dan tenaganya untuk memberikan masukan, arahan, saran serta bimbingan dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini. Terima kasih juga atas kesabaran menghadapi keterbatasan penyusun dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Selain itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Dipl. Ing. Berkah Fajar, TK. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang.
2. Seluruh Dosen dan staf pengajar Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang atas ilmu yang telah diberikan.
3. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan kampus Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
4. Bapak Margono, selaku laboran Metalurgi, yang juga telah banyak membantu baik dalam bentuk masukan, saran, dan lainnya.
5. Semua pihak yang tidak dapat penyusun sebutkan satu per satu yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu dalam menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir.

Penyusun sadar bahwa laporan Tugas Akhir ini mungkin masih belum sempurna. Kritik, saran dan masukan akan sangat dihargai. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Semarang, Maret 2010

Angga Rachmawan Setiadi



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN TUGAS SARJANA .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
ABSTRAKSI .....	iv
ABSTRACT .....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
NOMENKLATUR .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Metode Penelitian .....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II DASAR TEORI .....</b>	<b>5</b>
2.1 Korosi.....	5
2.2 Jenis Korosi.....	6
2.2.1 Korosi Kering.....	6
2.2.2 Korosi Basah .....	8
2.2.3 Korosi Mikrobiologis .....	15
2.3 Reaksi Korosi.....	15
2.3.1 Reaksi Anoda .....	16
2.3.2 Reaksi Katoda .....	17

2.4 Proses Korosi di Dalam Logam .....	18
2.5 Faktor-faktor Pengaruh Laju Korosi.....	19
2.5.1 Konsentrasi Garam Terlarut.....	19
2.5.2 Temperatur .....	20
2.5.3 Konsentrasi Elektron.....	21
2.5.4 pH Elektrolit.....	21
2.5.5 Polarisasi Struktur .....	22
2.5.6 Pasivasi.....	25
2.5.7 Konsentrasi Oksigen .....	25
2.5.8 Organisme Biologi .....	29
2.6 Laju Korosi .....	30
2.7 Pencegahan Korosi .....	31
2.7.1 Proteksi Katodik.....	31
2.7.2 Arus Tanding ( <i>Impressed Current CP</i> ).....	34
2.7.3 Anoda Korban ( <i>CP Galvanic</i> ).....	35
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>38</b>
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	38
3.2 Persiapan Pengujian .....	39
3.2.1 Persiapan Spesimen Anoda Korban dan Baja Karbon.....	39
3.2.2 Persiapan Lingkungan Pengganti Air Laut .....	40
3.2.3 Peralatan Pendukung Dalam Pengujian .....	41
3.2.4 Pengujian Korosi.....	42
3.3 Benda Uji .....	44
3.3.1 Pengkodean Benda Uji.....	45
3.4 Pengujian Benda Uji .....	45
3.4.1 Karakteristik Media Pengkorosi .....	45
3.4.2 Pengujian Korosi.....	47
3.5 Perlakuan Benda Uji Setelah Dichelup.....	50
3.6 Perhitungan Laju Korosi .....	52

3.7 Pengujian Metalografi.....	53
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>57</b>
4.1 Data Hasil Pengujian .....	57
4.1.1 Korosi Baja Karbon .....	57
4.1.2 Potensial Setengah Sel Anoda dan Katoda.....	58
4.1.3 Uji Celup Anoda dan Katoda.....	58
4.1.4 Potensial Proteksi .....	59
4.1.5 Arus Galvanik.....	60
4.1.6 Kapasitas dan Laju Konsumsi .....	60
4.1.7 Waktu Induksi.....	61
4.2 Perhitungan Laju Korosi.....	61
4.3 Analisa Hasil Pengujian.....	63
4.3.1 Laju Korosi Baja karbon.....	63
4.3.2 Potensial Setengah Sel Anoda dan Katoda.....	66
4.3.3 Hasil Uji Celup Anoda dan Katoda .....	67
4.3.4 Analisa Kapastitas dan Laju Konsumsi Anoda.....	67
4.3.5 Ketahanan Laju Korosi Baja Karbon.....	67
4.3.6 Waktu Induksi.....	68
4.4 Metalografi.....	68
4.4.1 Analisa Metalografi.....	70
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>72</b>
5.1 Kesimpulan .....	72
5.2 Saran .....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

TABEL 2.1	Konsentrasi Ion atau Molekul pada Air Laut dengan Salinitas.....	19
TABEL 2.2	Standar emf series logam .....	23
TABEL 2.3	Perbandingan laju korosi antara MPY dengan satuan metrik yang lain ...	31
TABEL 3.1	Kandungan garam terlarut (g/l) dalam larutan pengganti air laut .....	41
TABEL 3.2	Pengkodean benda uji anoda korban selama 10 hari.....	45
TABEL 3.3	Karakteristik NaCl.....	46
TABEL 3.4	Konsentrasi Ion atau molekul pada air Laut dengan salinitas 35 ‰.....	47
TABEL 3.5	Perbandingan laju korosi antara MPY dengan satuan metrik yang lain ...	53
TABEL 4.1	Hasil pengujian <i>steel AISI 1018</i> selama 10 hari.....	57
TABEL 4.2	Potensial Setengah Sel Elektroda Terhadap Ag/AgCl .....	58
TABEL 4.3	Hasil pengujian pencelupan pasangan anoda katoda .....	59
TABEL 4.4	Arus Galvanik (mA).....	60
TABEL 4.5	Kapasitas dan Laju Konsumsi .....	60
TABEL 4.6	Laju korosi untuk perlakuan selama 10 hari .....	63

## DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2.1	Proses pengkorosian material .....	5
GAMBAR 2.2	Korosi Seragam .....	7
GAMBAR 2.3	Korosi Erosi.....	8
GAMBAR 2.4	Korosi Sumuran.....	9
GAMBAR 2.5	Korosi Galvanik.....	10
GAMBAR 2.6	Korosi Retak Tegang.....	10
GAMBAR 2.7	Korosi Celah.....	11
GAMBAR 2.8	Korosi Lelah (Fatigue).....	12
GAMBAR 2.9	Korosi Transkristalin .....	12
GAMBAR 2.10	Kavitasi ( <i>Cavitation</i> ) .....	13
GAMBAR 2.11	Korosi Batas Butir .....	14
GAMBAR 2.12	<i>Dealloying</i> .....	14
GAMBAR 2.13	Sel korosi .....	16
GAMBAR 2.14	Proses Korosi di Dalam Logam.....	19
GAMBAR 2.15	Pengaruh Kandungan NaCl terhadap Laju Korosi Besi .....	20
GAMBAR 2.16	Pengaruh Temperatur terhadap laju korosi.....	21
GAMBAR 2.17	Pengaruh pH elektrolit pada laju korosi .....	22
GAMBAR 2.18	Reaksi reduksi hidrogen dengan kontrol aktivasi .....	24
GAMBAR 2.19	Polarisasi konsentrasi selama reduksi hidrogen .....	24
GAMBAR 2.20	Laju korosi pada logam sebagai fungsi dari potensial elektron.....	25
GAMBAR 2.21	Konsentrasi oksigen vs kedalaman laut.....	26
GAMBAR 2.22	Efek konsentrasi oksigen pada laju korosi baja karbon.....	26
GAMBAR 2.23	Grafik penurunan massa relatif di berbagai zona lingkungan air laut. 27	
GAMBAR 2.24	Efek wetness pada laju korosi .....	28
GAMBAR 2.25	Pengaruh Oksigen pada laju korosi berbagai logam di berbagai lingkungan.....	29

GAMBAR 2.26 Jenis Katodik Proteksi; (a) Anoda Korban, (b) Arus Tanding .....	32
GAMBAR 3.1 Diagram alir penelitian .....	38
GAMBAR 3.2 <i>Scrap Steel</i> .....	39
GAMBAR 3.3 Baja karbon AISI 1018 .....	39
GAMBAR 3.4 Tembaga .....	40
GAMBAR 3.5 Multi tester .....	41
GAMBAR 3.6 pH meter .....	42
GAMBAR 3.7 Pengujian Celup Korosi .....	44
GAMBAR 3.8 Diagram Alir Pengujian Laju Korosi .....	52
GAMBAR 3.9 Diagram alir metalografi .....	56
GAMBAR 4.1 Korosi Baja Karbon .....	57
GAMBAR 4.2 Potensial Proteksi .....	59
GAMBAR 4.3 Waktu Induksi .....	61
GAMBAR 4.4 Pengurangan berat baja tercelup sebelum dan setelah pencelupan .....	63
GAMBAR 4.5 Foto Makro Korosi Lubang pada pencelupan tunggal <i>Steel 1018</i> .....	68
GAMBAR 4.6 Foto Makro Korosi Lubang pada pencelupan <i>Steel 1018 - Cu</i> .....	69
GAMBAR 4.7 Foto Makro Korosi Lubang pada pencelupan <i>Steel 1018 – Scrap Steel</i> .....	69
GAMBAR 4.8 Foto Makro Korosi Lubang pada pencelupan <i>Steel 1018 – Cu</i> dengan Pembiasan <i>Scrap Steel</i> .....	70
GAMBAR 4.9 Mekanisme terjadinya slip .....	70

## NOMENKLATUR

- A* : Luas spesimen yang terkorosi ( $\text{in}^2$ )
- D* : Densitas material ( $\text{gram/cm}^3$ )
- m* : Massa (mg)
- T* : Temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ )
- t* : Waktu (jam)
- W* : Berat yang hilang akibat terkorosi (mg)