



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS KOROSI EROSI PADA BAJA KARBON SEDANG AKIBAT
ALIRAN AIR LAUT**

TUGAS AKHIR

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

Disusun Oleh :

**RIAWAN PRIHADI
L2E606048**

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

2012

HALAMAN TUGAS AKHIR

- Diberikan Kepada : Nama : Riawan Prihadi
NIM : L2606048
- Dosen Pembimbing : Dr. Ing. Ir. A.P.Bayuseno, MSc
- Jangka Waktu : 6 (enam) bulan
- Judul : **Analisis Korosi Erosi Pada Baja Karbon Sedang Akibat Aliran Air Laut**
- Isi Tugas : 1. Pengujian korosi erosi pada media air laut dengan baja karbon sedang.
2. Menganalisa hasil SEM korosi erosi material uji setelah 100 jam menggunakan alat uji korosi erosi.
3. Menghitung penurunan nilai kekerasan pada daerah terkorosi dengan daerah yang tidak terkorosi pada material uji.
4. Menghitung laju korosi erosi pada material uji setelah 100 jam pengujian menggunakan alat uji korosi erosi.

Semarang, 15 Maret 2012


Pembimbing

Dr. Ing. Ir. A.P.Bayuseno, MSc

NIP. 196205201989021001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi/Tesis/Disertasi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Riawan Prihadi
NIM : L2E606048
Tanda Tangan : 
Tanggal : 15 Maret 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Riawan Prihadi

NIM : L2E 606 048

Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Analisis Korosi Erosi Pada Baja Karbon Sedang Akibat Aliran Air Laut.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan/Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ing. Ir. A.P.Bayuseno, MSc

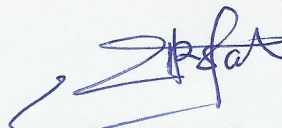
Penguji : Ir. Djoeli Satrijo, MT

Penguji : Ir. Dwi Basuki Wibowo, MS

()
()
()

Semarang, 15 Maret 2012

Ketua Jurusan Teknik Mesin


Dr. Sulardjaka

NIP.197104201998021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Riawan Prihadi
NIM : L2E606048
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin
Departemen : Universitas Diponegoro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

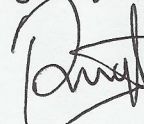
ANALISIS KOROSI EROSI PADA BAJA KARBON SEDANG AKIBAT ALIRAN AIR
LAUT

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro 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 : Semarang
Pada Tanggal : 15 Maret 2012

Yang menyatakan



(Riawan Prihadi)
NIM. L2E606048

Motto

*"Hidup Penuh Perjuangan, maka
perjuangkanlah kehidupanmu untuk meraih
cita-cita."*

Persembahan

**Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada :
Kedua orangtuaku tercinta, Supriyono dan
Poniyem, kakakku Ary Dedi Setiawan dan
Adikku Ita Setyaningrum yang senantiasa
memberikan dorongan dan do'a tidak pernah
putus.**

ABSTRAK

Baja adalah salah satu jenis logam yang paling banyak digunakan dalam bidang teknik. Penggunaan baja dapat disesuaikan dengan kebutuhan karena banyak sekali macamnya dengan sifat dan karakter yang berbeda-beda. Tetapi umur penggunaan logam juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Salah satunya disebabkan oleh korosi erosi air laut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa korosi erosi pada baja karbon sedang akibat aliran air laut. Beberapa pengujian yang dilakukan antara lain: komposisi kimia (*spectrometry*), *SEM+EDS*, kekerasan mikro (*micro vickers*) dan perhitungan laju korosi dalam *mpy* (*mils penetration per year*).

Perhitungan laju korosi menunjukkan spesimen ini masih memiliki resistansi terhadap korosi yang tergolong baik. Pengujian *SEM+EDS* menunjukkan spesimen mengalami keausan dan teroksidasi sehingga pada permukaan spesimen yang terkena korosi membentuk fasa besi oksida. Kekerasan pada daerah yang terkorosi lebih rendah daripada daerah yang tidak terkena korosi, sehingga menyebabkan kekuatannya menurun.

Kata Kunci: Korosi, baja karbon, komposisi kimia, kekerasan mikro, *SEM+EDS*, *mpy* (*mils penetration per year*), besi oksida.

ABSTRACT

Steel is one of the most material widely used in the field of engineering. The use of steel can be found in many application or needs because it has the specific characteristic. But damage of steel can be influenced by many factors. One of them is caused by erosion corrosion in the sea water. This study purposes to analyze the corrosion erosion in the medium of carbon steel caused by the flow of sea water. Some of the tests performed include: chemical composition (spectrometry), *SEM+EDS*, micro hardness (micro Vickers) and the calculation of corrosion rate in mpy (mils penetration per year).

The calculation of the rate of corrosion showed that specimen still having resistance to corrosion is quite good. *SEM+ EDS* testing showed that specimen has occurred wear and oxidized on the surface of the specimen which are exposed to corrosion of the iron oxide phase formed. Hardness on the corroded area is lower that of areas not exposed by corrosion, causing the strength decrease.

Keywords: Corrosion, carbon steel, chemical composition, micro hardness, SEM + EDS, mpy (mils penetration per year), iron oxide.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat, taufik, hidayah dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan sebaik-baiknya. Tugas Akhir yang berjudul " **Analisis Korosi Erosi Pada Baja Karbon Sedang Akibat Aliran Air Laut**" ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Dalam kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan rasa hormat dan terimakasih setulus-tulusnya kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan kepada penyusun selama penyusunan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Bapak Dr. Ing. Ir. A.P.Bayuseno, MSc selaku dosen pembimbing , yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan masukan-masukan kepada penulis untuk menyusun tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua saya Ayahanda Supriyono dan ibunda Poniem serta kakakku Ary Dedi Setiawan dan Adikku Ita Setyaningrum yang telah mencurahkan cinta, kasih sayang, dorongan dan doa yang tidak pernah putus sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
3. Teman seperjuangan Danang Sugi Atmojo dan Erizal Dwi Handoko yang selalu mendukung dan membantu dalam pelaksanaan tugas akhir maupun penyelesaian laporan ini.
4. Saudara-saudara 2006 Teknik Mesin Universitas Diponegoro yang selalu memberikan dorongan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Dengan penuh kerendahan hati, penyusun menyadari akan kekurangan dan keterbatasan pengetahuan yang penyusun miliki, untuk itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini

dapat bermanfaat bagi pembaca dan semakin menambah kecintaan dan rasa penghargaan kita terhadap Teknik Mesin Universitas Diponegoro.

Semarang, 15 Maret 2012

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN TUGAS SARJANA	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSUTUJUAN	v
MOTTO.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
NOMENKLATUR.....	xviii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	1
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Metodologi Penelitian	2
1.5. Sistematika Penulisan.....	3

BAB II DASAR TEORI

2.1 Keausan dan oksidasi	4
2.1.1 Keausan	4
2.1.2 Oksidasi.....	6

2.2 Jenis-jenis Korosi.....	9
2.3 Korosi Erosi	19
2.3.1 Mekanisme Korosi Erosi.....	20
2.3.2 Pengaruh Kecepatan Aliran	20
2.4 Pengendalian Korosi Erosi.....	22
2.5 Perhitungan Laju Korosi	24
2.6 Baja Karbon.....	26

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode yang Digunakan	30
3.2 Diagram Alir Penelitian	30
3.3 Pengujian Komposisi	38
3.3.1 Prosedur Pengujian	38
3.3.2 Material Uji Komposisi.....	41
3.4. Pengujian <i>SEM+EDS</i>	41
3.4.1 Peralatan Pengujian.....	41
3.4.2 Prosedur Pengujian	42
3.5. Pengujian Kekerasan.....	45

BAB IV DATA DAN ANALISIS HASIL PENGUJIAN

4.1 Data dan Analisis Hasil Pengujian Komposisi.....	49
4.1.1 Data Hasil Pengujian Komposisi Paduan Bahan Coupon Baja karbon..	49
4.1.2 Pembahasan Komposisi Paduan Bahan Coupon Baja Karbon	50
4.2 Data Hasil Uji <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i> dan <i>Energy Dispersive Spectrometry(EDS)</i>	50
4.2.1 Coupon Baja ST 70.....	51
4.2.1.1 Data dan Hasil Uji <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i> <i>Coupon Baja ST 70</i>	51
4.2.1.2 Data dan Hasil Uji <i>Energy Dispersive Spectrometry (EDS)</i> <i>Coupon Baja ST 70</i>	54

4.2.2 <i>Coupon</i> Baja ST 90.....	55
4.2.2.1 Data dan Hasil Uji <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i> pada <i>Coupon</i> Baja ST 90.....	55
4.2.2.2 Data dan Hasil Uji <i>Energy Dispersive Spectrometry (EDS)</i> <i>Coupon</i> Baja ST 90.....	57
4.3 Hasil Uji Kekerasan Menggunakan <i>Mikro Vickers Hardnes</i>	58
4.3.1 Hasil Uji Kekerasan Pada <i>Coupon</i> Baja ST 70.....	59
4.3.2 Hasil Uji Kekerasan Pada <i>Coupon</i> Baja ST 90.....	60
4.4 Perhitungan Laju Korosi.....	61
4.4.1 Perhitungan Laju Korosi <i>Coupon</i> Baja ST 70.....	62
4.4.2 Perhitungan Laju Korosi <i>Coupon</i> Baja ST 90.....	63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan.....	65
5.2. Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Korosi seragam.....	12
Gambar 2.2 Korosi dwi logam.....	12
Gambar 2.3 Korosi celah.....	14
Gambar 2.4 Korosi sumuran.....	14
Gambar 2.5 Korosi erosi.....	15
Gambar 2.6 Korosi retak tegang.....	16
Gambar 2.7 Korosi batas butir.....	16
Gambar 2.8 korosi <i>dealloying</i>	17
Gambar 2.9 Korosi mikrobiologis.....	17
Gambar 2.10 Korosi kavitasi.....	18
Gambar 2.11 Fenomena korosi erosi.....	19
Gambar 2.12 Potongan pipa <i>stainless steel</i> yang mengalami <i>pitting</i>	21
Gambar 2.13 Bentuk kerusakan <i>horseshoe</i> akibat kecepatan fluida yang tinggi.....	21
Gambar 2.14 Desain pencegahan korosi erosi.....	23
Gambar 2.15 Pencegahan korosi erosi oleh pemisahan fasa yang berbeda.....	23
Gambar 2.16 Diagram fasa baja karbon.....	26
Gambar 2.17 Klasifikasi untuk baja paduan.....	27
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	32
Gambar 3.2 <i>Coupon</i> , a) baja ST 70, b) baja ST 90.....	32
Gambar 3.3 Dimensi <i>coupon</i>	33
Gambar 3.4 Skema alat uji korosi erosi.....	34
Gambar 3.5 Alat uji korosi erosi.....	34
Gambar 3.6 Pompa sentrifugal.....	35
Gambar 3.7 Pipa <i>carbon steel</i>	35
Gambar 3.8 <i>Elbow</i>	35
Gambar 3.9 Drum plastik.....	36
Gambar 3.10 Rangkaian <i>coupon</i> baja karbon sedang.....	36

Gambar 3.11 Timbangan digital Sartorius BSA620-CW.....	37
Gambar 3.12 Diagram alir pengujian komposisi	40
Gambar 3.13 a). Spesimen Uji komposisi <i>coupon</i> baja ST 70, b). Spesimen Uji Komposisi <i>coupon</i> baja ST 90	41
Gambar 3.14 Mesin SEM + EDS Jeol type JSM-6390A.....	41
Gambar 3.15 Diagram alir pengujian komposisi	44
Gambar 3.16 Mikro Hardness Vickers.....	45
Gambar 3.17 Diagram alir pengujian kekerasan	46
Gambar 3.18 Skema pengujian kekerasan	48
Gambar 4.1 Hasil SEM perbesaran 30x pengujian erosi korosi selama 100 jam.....	51
Gambar 4.2 Hasil SEM perbesaran 500x pengujian erosi korosi selama 100 jam.....	52
Gambar 4.3 Hasil SEM perbesaran 1500x pengujian erosi korosi selama 100 jam.....	52
Gambar 4.4 Daerah penembakan EDS <i>coupon</i> baja ST 70 pengujian erosi korosi selama 100 jam.....	54
Gambar 4.5 Data dan grafik hasil EDS <i>coupon</i> baja ST 70 pengujian erosi korosi selama 100 jam.....	54
Gambar 4.6 Hasil SEM perbesaran 30x pengujian erosi korosi selama 100 jam.....	55
Gambar 4.7 Hasil SEM perbesaran 500x pengujian erosi korosi selama 100 jam.....	56
Gambar 4.8 Hasil SEM perbesaran 1500x pengujian erosi korosi selama 100 jam.....	56
Gambar 4.9 Daerah penembakan EDS <i>coupon</i> baja ST 90 pengujian erosi korosi selama 100 jam.....	57
Gambar 4.10 Data dan grafik hasil EDS <i>coupon</i> baja ST 90 pengujian erosi korosi selama 100 jam.....	57
Gambar 4.11 Skema pengujian kekerasan <i>coupon</i>	59
Gambar 4.12 Grafik nilai kekerasan <i>coupon</i> baja ST 70	60
Gambar 4.13 Grafik nilai kekerasan <i>coupon</i> baja ST 90	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan nilai galvanik dari logam.....	13
Tabel 2.2 Nilai densitas logam.....	25
Tabel 2.3 Tingkat ketahanan material terhadap laju korosi	25
Tabel 2.4 Sistem penamaan <i>carbon steel</i> dan variasi <i>low-alloy steels</i> pada <i>AISI/UNS system</i>	29
Tabel 4.1 Komposisi kimia <i>coupon</i> baja ST 70 <i>coupon</i> baja ST 90	49
Tabel 4.2 Hasil pengujian kekerasan <i>coupon</i> baja ST 70	59
Tabel 4.3 Hasil pengujian kekerasan <i>coupon</i> baja ST 90	60
Tabel 4.4 Hasil pengujian korosi erosi <i>coupon</i> baja ST 70.....	62
Tabel 4.5 Hasil pengujian korosi erosi <i>coupon</i> baja ST 90.....	63
Tabel 4.6 Perbandingan laju korosi baja karbon antara pengujian dengan menggunakan aliran dengan tidak menggunakan aliran air laut.	64

NOMENKLATUR

Simbol	Definisi	Satuan
D	densitas logam	(gram/cm ³)
A	luas permukaan	(in ²)
t	lama waktu percobaan	(jam)
d	diameter	(in)
l	panjang	(in)
v	kecepatan	(m/s)

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Bardal, Einar, *Corrosion and Protection*, Department of Machine Design and Materials Technology, The Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway. 2003
- [2]. Callister Jr, William D, 1994, "*Materials Science and Engineering*", *eighth edition* Department of Metallurgical Engineering, The University of Utah. 2009.
- [3]. Fontana and Mars G. 1986, *Corrosion Engineering*, Mc Graw Hill, New York.
- [4]. Gadang Priyotomo, 2008, *Kamus Saku Korosi Material (Free E-Book Edisi Mahasiswa, Vol 1, No 1)*, Jakarta
- [5]. Karl Sieradzki, *Stress Corrosion Cracking*, Arizona State University. 2003.
- [6]. Kenneth R. Trethewey, John Chamberlain, "*Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan*", Terjemahan Alex Tri Kantjono Widodo, PT. Gramedia Pustaka, Jakarta. 1991.
- [7]. Schweitzer, Philip A, *Fundamentals of Corrosion*, United States of America. 2010
- [8]. Sukarmin, *Reaksi Oksidasi dan Reduksi*, Surabaya. 2004
- [9]. Supardi, H Rahmat, *Korosi*, Edisi Pertama, Penerbit Tarsito, Bandung. 1997.
- [10]. <http://staff.ui.ac.id/internal/131845371/material/kuliahteknologipelumas3.pdf>
- [11]. <http://www.scribd.com/somawardih/d/81924535-korosi-erosi>
- [12]. Olufemi Aramide, Fatai, Corrosion Inhibition of AISI/SAE Steel in a Marine Environment, *Metallurgical and Materials Engineering Dept., Federal University of Technology, Akure, Ondo State, Nigeria.*