



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI PENGARUH TEGANGAN DAN WAKTU
PERENDAMAN TERHADAP BENTUK KOROSI
PADA ALUMINIUM 1xxx DENGAN METODE
*BENT BEAM STRESS CORROSION TEST***

SKRIPSI

ELRIANDRI
04 04 04 024 Y

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
DEPARTEMEN TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL
DEPOK
DESEMBER 2008**



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI PENGARUH TEGANGAN DAN WAKTU
PERENDAMAN TERHADAP BENTUK KOROSI
PADA ALUMINIUM 1xxx DENGAN METODE
*BENT BEAM STRESS CORROSION TEST***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik

ELRIANDRI
04 04 04 024 Y

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
DEPARTEMEN TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL
DEPOK
DESEMBER 2008**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : ELRIANDRI

NPM : 04 04 04 024 Y

Tanda Tangan :

Tanggal : 31 Desember 2008

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : ELRIANDRI

NPM : 04 04 04 024 Y

Program Studi : Teknik Metalurgi & Material

Judul Skripsi : Studi Pengaruh Tegangan dan Waktu Perendaman terhadap Bentuk Korosi pada Aluminium 1xxx dengan Metode *Beam Stress Corrosion Test*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Metalurgi & Material, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Johny Wahyuadi Soedarsono, DEA (.....)

Penguji : Ir. Andi Rustandi, MT (.....)

Penguji : Deni Ferdian, ST, MSc (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 31 Desember 2008

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.,

Alhamdulillah penulis haturkan puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan ridhoNya sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul "Studi Pengaruh Tegangan dan Waktu Perendaman Terhadap Bentuk Korosi pada Aluminium 1xxx dengan Metode *Bent Beam Stress Corrosion Test*". Laporan skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan sebagai mahasiswa Departemen Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Pada kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan atas terselesaikannya laporan, diantaranya ialah:

1. Orang tua dan keluarga yang selalu menyertai segala kegiatan dengan keikhlasan do'a restu yang tidak putus – putusnya.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Johny Wahyuadi Soedarsono, DEA., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberi bimbingan dan pengarahan untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Ir. Andi Rustandi, MT., yang merupakan pembimbing akademik sekaligus penguji skripsi.
4. Bapak Denny selaku penguji skripsi
5. Bapak Zainal, Bapak Udin, dan Bapak Mamat atas bantuannya dalam pengerjaan skripsi ini.
6. Asisten Laboratorium Korosi 2004, Aan, Asher, Maro, Fafa, Endi, dan Ery.
7. Teman – temanku metalurgi 04, yang memberikan dukungan, dan semangat pada penulis.
8. Romi SJK, yang memberikan motivasi pada penulis.
9. Atoik, Angel, Didil Jumex, Deo, Desi, Isma, Sakti, sohib-ku yang memberikan semangat pada penulis.
10. Fadil, Koye dan Apes, teman – teman Pondok Arnanda yang memberikan bantuan dalam pengerjaan skripsi ini.

11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan moril maupun materil selama penulis melaksanakan tugas akhir dan menyusun laporan ini, terima kasih.

Semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak yang memerlukan informasi mengenai Pengujian menggunakan *Bent Beam Stress Corrosion Stress*.
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Depok, 31 Desember 2008



ELRIANDRI

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

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ELRIANDRI
NPM : 040404024Y
Program Studi : Metalurgi
Departemen : Metalurgi & Material
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**STUDI PENGARUH TEGANGAN DAN WAKTU PERENDAMAN
TERHADAP BENTUK KOROSI PADA ALUMINIUM 1xxx
DENGAN METODE *BENT BEAM STRESS CORROSION TEST***

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 31 Desember 2008

Yang menyatakan,

(ELRIANDRI)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG PENELITIAN	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN	2
1.3 RUANG LINGKUP PENELITIAN	2
1.4 SISTEMATIKA PENELITIAN	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 DEFENISI DAN MEKANISME KOROSI	4
2.2 KOROSI SERAGAM	4
2.3 KOROSI <i>INTERGRANULAR</i>	4
2.4 KOROSI SUMURAN (<i>PITTING</i>)	4
2.5 KOROSI RETAK TEGANG	8
2.5.1 Mekanisme Pertumbuhan Korosi Retak Tegang.....	8
2.5.2 Faktor Penyebab Terjadinya Korosi Retak Tegang	11
2.6 KOROSI PADA ALUMINIUM <i>ALLOY</i>	14
2.6.1 Lapisan Pasif <i>Aluminium Alloys</i>	14
2.6.2 Pengaruh Ion Cl ⁻ Pada <i>Aluminium alloys</i>	15
2.7 METODE PENGUJIAN RETAK TEGANG.....	16

2.7.1	Mekanisme Pengujian Retak Tegang.....	16
2.7.2	Pengujian dengan Metode <i>two – point loaded</i>	17
2.8	PERHITUNGAN LAJU KOROSI.....	20
3.	METODE PENELITIAN.....	22
3.1	DIAGRAM ALIR PENELITIAN	22
3.2	MATERIAL YANG DIGUNAKAN	23
3.3	BAHAN PENELITIAN	23
3.4	ALAT YANG DIGUNAKAN	23
3.5	PROSEDUR KERJA	23
3.5.1	Preparasi Sampel Uji Tarik.....	23
3.5.2	Preparasi Sampel Uji Komposisi	24
3.5.3	Perhitungan Tegangan Aplikasi.....	24
3.5.4	Pembuatan Sampel Holder.....	25
3.5.5	Preparasi Permukaan Sampel.....	25
3.5.6	Pembuatan Larutan.....	26
3.6	PENGUJIAN KOROSI	27
3.6.1	Pencelupan Sampel didalam Lingkungan yang Korosif.....	27
3.6.2	Preparasi, Pembersihan dan Evaluasi Korosi.....	28
3.6.3	Pengamatan Metalografi	29
4.	HASIL PENELITIAN	31
4.1	PERSIAPAN SAMPEL	31
4.1.1	Hasil Uji Komposisi.....	31
4.1.2	Hasil Uji Tarik.....	31
4.1.3	Ukuran Sampel.....	32
4.1.4	Hasil Perhitungan Tegangan	32
4.2	HASIL PENGAMATAN MENGGUNAKAN MIKROSKOP.....	32
4.2.1	Hasil Pengamatan Awal	32
4.2.2	Hasil Pengamatan Akhir (setelah Pengujian).....	34
4.3	DATA HASIL PENGUJIAN RETAK TEGANG.....	47
4.3.1	Perhitungan Perubahan Berat.....	47

4.3.2	Perhitungan Diameter dan Kedalaman <i>Pitting</i>	48
4.3.3	Perhitungan Laju Korosi	48
5.	HASIL ANALISA PENELITIAN	50
5.1	ANALISA KUALITATIF.....	50
5.1.1	Pengamatan Visual Pengujian.....	50
5.1.2	Pengamatan Makro Permukaan Material Uji.....	51
5.1.3	Pengamatan Mikro Permukaan Material Uji.....	52
5.1.4	Pengamatan Mikro dari Tebal Material Uji	54
5.2	ANALISA KUANTITATIF.....	54
5.2.1	Pengaruh Tegangan terhadap Pengurangan Berat dan Laju Korosi	54
5.2.2	Pengaruh Tegangan terhadap Bentuk Korosi Sumuran	56
5.	KESIMPULAN.....	60
	DAFTAR ACUAN	62
	DAFTAR REFERENSI	64
	LAMPIRAN	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gambaran mengenai pitting factor	5
Gambar 2.2	Variasi bentuk morfologi pitting di permukaan	5
Gambar 2.3	Proses Autokatalis yang terjadi pada sebuah lubang korosi. Logam, M terlubangi oleh sebuah larutan NaCl yang teraerasi. Oksidasi yang sangat cepat terjadi pada lubang, sedangkan reduksi oksigen terjadi pada batas permukaan	6
Gambar 2.4	Polarisasi logam M (a) Menggambarkan aktif, pasif, dan transpasif. (b) Pada kondisi lingkungan yang berbeda	7
Gambar 2.5.	Pertumbuhan Retak yang Terjadi pada Proses SCC	9
Gambar 2.6	Pertumbuhan retak dari adanya inisiasi retak dengan cara slip-dissolution	9
Gambar 2.7	Pertumbuhan retak Galvele's surface mobility model	10
Gambar 2.8	Penjalaran retak sebagai fungsi waktu	10
Gambar 2.9	Kurva ketahanan relatif korosi retak tegang dari beberapa stainless steels komersial pada larutan panas magnesium klorida	12
Gambar 2.10	Skema lapisan pasif oksida yang terbentuk pada aluminium	14
Gambar 2.11	Diagram pourbaix aluminium yang memperlihatkan kondisi korosi, imun, dan pasif dari aluminium pada temperature 25°C. Asumsi lapisan pasif yang melindungi adalah bayerite, $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$	15
Gambar 2.12	Metode Pengujian Pembebanan untuk Korosi Retak Tegang; (a) U-Bend (b) C-Rings (c) Bent-Beam (d) Tensile	17
Gambar 2.13	Metode Pengujian dengan Bent Beam	17
Gambar 2.14	Metode Pengujian dengan two – Point Loaded	18
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	22
Gambar 3.2	Ukuran Material Uji untuk Pengujian Tarik (JIS Z 2201 No. 5)	24

Gambar 3.3	Pengujian Korosi dengan Pengaplikasian Tegangan di media larutan	27
Gambar 3.4	Daerah Pengamatan Mikrostruktur pada Sampel	29
Gambar 4.1	Foto Makro Sampel sebelum Pengujian dilakukan (Perbesaran 30X)	32
Gambar 4.2	Foto Mikro Sampel sebelum Pengujian dilakukan (Perbesaran 200X)	33
Gambar 4.3	Foto Mikro Sampel sebelum Pengujian dilakukan (Perbesaran 500X)	33
Gambar 4.4	Foto Makro Sampel dengan Aplikasi Tegangan 61 MPa selama 24 jam (Perbesaran 30X)	34
Gambar 4.5	Foto Makro Sampel dengan Aplikasi Tegangan 73 MPa selama 24 jam (Perbesaran 30X)	34
Gambar 4.6	Foto Makro Sampel dengan Aplikasi Tegangan 110 MPa selama 24 jam (Perbesaran 30X)	35
Gambar 4.7	Foto Makro Sampel dengan Aplikasi Tegangan 61 MPa selama 72 jam (Perbesaran 30X)	35
Gambar 4.8	Foto Makro Sampel dengan Aplikasi Tegangan 73 MPa selama 72 jam (Perbesaran 30X)	36
Gambar 4.9	Foto Makro Sampel dengan Aplikasi Tegangan 110 MPa selama 72 jam (Perbesaran 30X)	36
Gambar 4.10	Foto Makro Sampel dengan Aplikasi Tegangan 61 MPa selama 120 jam (Perbesaran 30X)	37
Gambar 4.11	Foto Makro Sampel dengan Aplikasi Tegangan 73 MPa selama 120 jam (Perbesaran 30X)	37
Gambar 4.12	Foto Makro Sampel dengan Aplikasi Tegangan 110 MPa selama 120 jam (Perbesaran 30X)	38
Gambar 4.13	Foto Mikro Sampel dengan Aplikasi Tegangan 61 MPa selama 24 jam (Perbesaran 200X)	38
Gambar 4.14	Foto Mikro Sampel dengan Aplikasi Tegangan 73 MPa selama 24 jam (Perbesaran 30X)	39

Gambar 4.15	Foto Mikro Sampel dengan Aplikasi Tegangan 110 MPa selama 24 jam (Perbesaran200X)	39
Gambar 4.16	Foto Mikro Sampel dengan Aplikasi Tegangan 24 MPa selama 72 jam (Perbesaran200X)	40
Gambar 4.17	Foto Mikro Sampel dengan Aplikasi Tegangan 73 MPa selama 72 jam (Perbesaran200X)	40
Gambar 4.18	Foto Mikro Sampel dengan Aplikasi Tegangan 110 MPa selama 72 jam (Perbesaran200X)	41
Gambar 4.19	Foto Mikro Sampel dengan Aplikasi Tegangan 24 MPa selama 120 jam (Perbesaran200X)	41
Gambar 4.20	Foto Mikro Sampel dengan Aplikasi Tegangan 73 MPa selama 120 jam (Perbesaran200X)	42
Gambar 4.21	Foto Mikro Sampel dengan Aplikasi Tegangan 110 MPa selama 120 jam (Perbesaran200X)	42
Gambar 4.22	Foto Mikro Sampel dengan Tegangan 61 MPa, Perendaman selama 24 jam (Perbesaran 500X)	43
Gambar 4.23	Foto Mikro Sampel dengan Tegangan 73 MPa, Perendaman selama 24 jam (Perbesaran 500X)	43
Gambar 4.24	Foto Mikro Sampel dengan Tegangan 110 MPa, Perendaman selama 24 jam (Perbesaran 500X)	44
Gambar 4.25	Foto Mikro Sampel dengan Tegangan 61 MPa, Perendaman selama 72 jam (Perbesaran 500X)	44
Gambar 4.26	Foto Mikro Sampel dengan Tegangan 73 MPa, Perendaman selama 72 jam (Perbesaran 500X)	45
Gambar 4.27	Foto Mikro Sampel dengan Tegangan 110 MPa, Perendaman selama 72 jam (Perbesaran 500X)	45
Gambar 4.28	Foto Mikro Sampel dengan Tegangan 61 MPa, Perendaman selama 120 jam (Perbesaran 500X)	46
Gambar 4.29	Foto Mikro Sampel dengan Tegangan 73 MPa, Perendaman selama 120 jam (Perbesaran 500X)	46
Gambar 4.30	Foto Mikro Sampel dengan Tegangan 110 MPa, Perendaman selama 120 jam (Perbesaran 500X)	47

Gambar 5.1	<i>Weight Loss</i> pada paduan 3004-H14 selama 1 minggu. Nilai pH dari larutan diatur dengan pemberian HCl dan NaOH, dan temperature pengujian pada 60 °C	50
Gambar 5.2	Korosi 99,5% Aluminium murni di larutan yang agresif	53
Gambar 5.3	Hasil Foto Mikro untuk selama 72 jam perendaman; (a) dengan tegangan 61 MPa; (b) dengan tegangan 73 MPa; (c) dengan tegangan 110 MPa	54
Gambar 5.4	Pengaruh Tegangan terhadap Pengurangan Berat	55
Gambar 5.5	Grafik Pengaruh Tegangan terhadap Laju Korosi	56
Gambar 5.6	Pengaruh waktu dan tegangan terhadap diameter <i>pitting</i> pada aplikasi tegangan yang maksimal	57
Gambar 5.7	Grafik pengaruh waktu dan tegangan terhadap kedalaman <i>pitting</i> pada puncak <i>bending</i>	57
Gambar 5.8	Pengaruh perbedaan Tegangan pada tiap permukaan sampel terhadap kedalaman penetrasi <i>pitting</i> dengan 24 jam perendaman	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kombinasi Paduan dan Lingkungan yang menyebabkan Korosi Retak Tegang	13
Tabel 2.2	Hubungan Satuan Laju Korosi sesuai dengan nilai K	21
Tabel 2.3	Perbandingan Ketahanan Korosi Material berdasarkan Laju Korosi	21
Tabel 3.1	Prosedur Pembersihan Kimia untuk Menghilangkan Produk Korosi	28
Tabel 4.1	Hasil Uji Komposisi Aluminium Alloy 1xxx	31
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Tarik Aluminium 1xxx (material uji)	31
Tabel 4.3	Sifat Mekanis dari Material Uji	31
Tabel 4.4	Ukuran Sampel Uji	32
Tabel 4.5	Hasil Perhitungan Tegangan dengan Metode <i>Two-Point Loaded</i>	32
Tabel 4.6	Perubahan Berat setelah Pengujian	47
Tabel 4.7	Besar Diameter <i>Pitting</i> setelah pengujian dilakukan	48
Tabel 4.8	Besar Penetrasi Kedalaman <i>Pitting</i> setelah pengujian dilakukan	48
Tabel 4.9	Laju Korosi Material Uji (<i>mm/year</i>)	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	ASTM Standard G 1 – 03, <i>Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimen</i>	66
Lampiran 2	ASTM Standard G 39 – 03, <i>Standard Practice for Preparation and Use of Bent-Beam Stress-Corrosion Test Specimens</i>	76
Lampiran 3	Hasil Uji Tarik Spesimen Uji Aluminium Alloy 1xxx	84
Lampiran 4	Hasil Uji Komposisi Material Uji Aluminium Alloy 1xxx	87

