

**PENGARUH TEGANGAN DAN KONSENTRASI NaCl
TERHADAP KOROSI RETAK TEGANG PADA BAJA
DARI SPONS BIJIH LATERIT**

SKRIPSI

Oleh

BUDI SETIAWAN

04 03 04 015 8



**DEPARTEMEN METALURGI DAN MATERIAL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GANJIL 2007/2008**

**PENGARUH TEGANGAN DAN KONSENTRASI NaCl
TERHADAP KOROSI RETAK TEGANG PADA BAJA
DARI SPONS BIJIH LATERIT**

SKRIPSI

Oleh

BUDI SETIAWAN

04 03 04 015 8



**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN METALURGI DAN MATERIAL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA**

GANJIL 2007/2008

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

PENGARUH TEGANGAN DAN KONSENTRASI NaCl TERHADAP KOROSI RETAK TEGANG PADA BAJA DARI SPONS BIJIH LATERIT

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Departemen Teknik Metalurgi dan material Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 13 Januari 2008

Budi Setiawan

NPM 04 03 04 015 8

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

PENGARUH TEGANGAN DAN KONSENTRASI NaCl TERHADAP KOROSI RETAK TEGANG PADA BAJA DARI SPONS BIJIH LATERIT

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Departemen Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 4 Januari 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 13 Januari 2008

Prof. Dr. Ir. Johny Wahyuadi Soedarsono, DEA

NIP 131 627 863

UCAPAN TERIMA KASIH

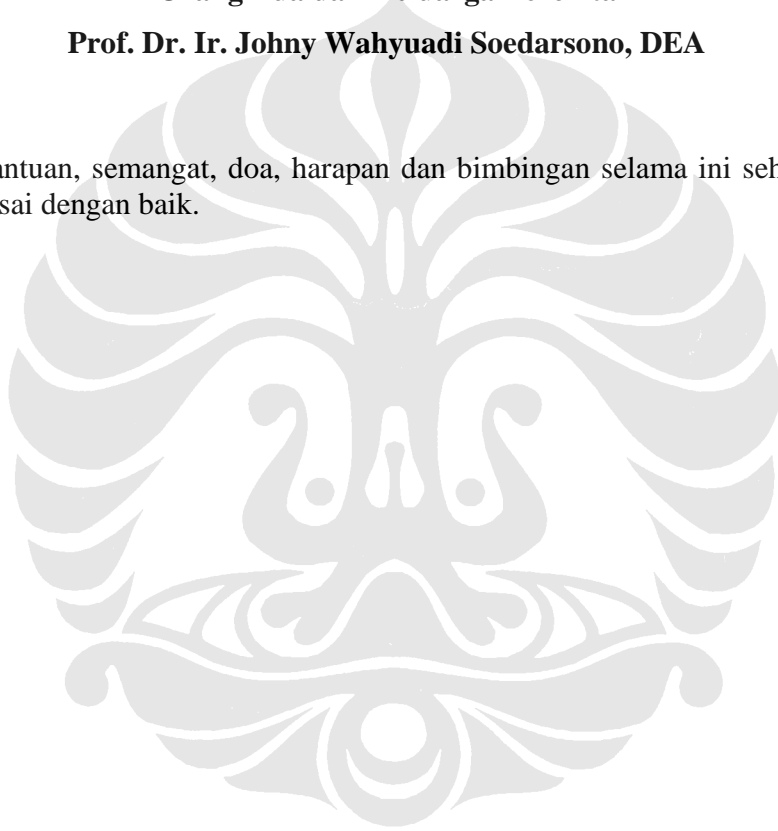
Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Allah SWT

Orang Tua dan Keluarga Tercinta

Prof. Dr. Ir. Johnny Wahyuadi Soedarsono, DEA

atas segala bantuan, semangat, doa, harapan dan bimbingan selama ini sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.



DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 BATASAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN	2
1.4 RUANG LINGKUP PENELITIAN	3
1.5 SISTEMATIKA PENELITIAN	4
BAB II DASAR TEORI	5
2.1. PENGERTIAN KOROSI RETAK TEGANG	5
2.2. PENYEBAB TERJADINYA KOROSI RETAK TEGANG	7
2.2.1. Faktor Lingkungan	7
2.2.2. Faktor Tegangan	16
2.3. JENIS KOROSI YANG TERJADI	25
2.3.1. Mekanisme dan Teori	25
2.3.1.1. <i>Korosi Seragam</i>	26
2.3.1.2. <i>Korosi Pitting</i>	27
2.4. METODE PENGUJIAN KOROSI RETAK TEGANG	30

2.4.1. Mekanisme Pengujian Pada SCC	30
2.4.2. Rumus pada <i>Two-Point Loaded Specimen</i>	32
2.5. PERHITUNGAN KECEPATAN KOROSI	35
BAB III METODE PENELITIAN	37
3.1. DIAGRAM ALIR PENELITIAN	37
3.2. MATERIAL YANG DIGUNAKAN	38
3.3. BAHAN PENELITIAN	38
3.4. ALAT YANG DIGUNAKAN	38
3.5. PREPARASI SAMPEL	38
3.5.1. Preparasi Sampel Uji Tarik	40
3.5.2. Preparasi Sampel Uji Komposisi	41
3.5.3. Preparasi Sampel Uji Metalografi	42
3.5.4. Preparasi Sampel Uji Korosi Retak Tegang	43
3.5.4.1. <i>Pembuatan Specimen Holder</i>	44
3.5.4.2. <i>Penghitungan Tegangan Aplikasi</i>	44
3.5.4.3. <i>Preparasi Kondisi Permukaan</i>	46
3.6. PEMBUATAN LARUTAN	46
3.6.1. Pembuatan Larutan NaCl 0,1%, 0,3% dan 0,5%	46
3.6.2. Pembuatan Zat Etsa Nital 2%	47
3.7. PENGUJIAN KOROSI RETAK TEGANG	47
3.7.1. Pencelupan Sampel dalam Lingkungan korosif	47
3.7.2. Preparasi, Pembersihan dan Evaluasi Spesimen Uji Korosi	48
BAB IV DATA PENGUJIAN DAN PENGOLAHAN DATA	50
4.1. PERSIAPAN SAMPEL	50
4.1.1. Hasil Uji Komposisi	50
4.1.2. Hasil Uji Tarik	51
4.1.3. Ukuran Sampel	51
4.1.4. Hasil Perhitungan Tegangan	52
4.2. Hasil Pengamatan Visual	52
4.2.1. Hasil Pengamatan Permukaan	52
4.2.2. Hasil Pengamatan Struktur Mikro	55

4.3. Hasil Pengujian Korosi Retak Tegang	56
4.3.1. Sampel Uji Korosi Retak Tegang	56
4.3.2. Data Pengujian Korosi Retak Tegang	57
4.3.2.1. <i>Perhitungan Perubahan Berat</i>	57
4.3.2.2. <i>Perhitungan Diameter, dan Kedalaman Pitting</i>	58
4.3.2.3. <i>Perhitungan Laju Korosi Material</i>	58
BAB V PEMBAHASAN	60
5.1. ANALISA KUALITATIF	60
5.1.1. Pengamatan Makro	60
5.1.2. Pengamatan Struktur Mikro	62
5.2. ANALISA KUANTITATIF	63
5.2.1. Pengaruh terhadap Pengurangan Berat dan Laju Korosi	63
5.2.1.1. <i>Pengaruh Komposisi Material</i>	64
5.2.1.2. <i>Pengaruh Tegangan Aplikasi</i>	66
5.2.1.3. <i>Pengaruh Lingkungan</i>	67
5.2.2. Pengaruh terhadap Diameter Pitting	68
5.2.2.1. <i>Pengaruh Komposisi Material</i>	69
5.2.2.2. <i>Pengaruh Tegangan Aplikasi</i>	70
5.2.2.3. <i>Pengaruh Lingkungan</i>	70
5.2.3. Pengaruh terhadap Kedalaman Pitting	71
5.2.3.1. <i>Pengaruh Komposisi Material</i>	71
5.2.3.2. <i>Pengaruh Tegangan Aplikasi</i>	72
5.2.3.3. <i>Pengaruh Lingkungan</i>	74
BAB VI KESIMPULAN	75
DAFTAR ACUAN	78
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN	82

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Pola retakan <i>transgranular</i> dan <i>intergranular</i>	6
Gambar 2.2. Tegangan tarik, Kondisi material yang rentan serta adanya media korosif yang diperlukan untuk terjadinya korosi retak tegang	7
Gambar 2.3. Efek konsentrasi NaCl terhadap korosi baja	9
Gambar 2.4. Diagram Pourbaix Fe	11
Gambar 2.5. Efek kedalaman air laut pada korosi baja	14
Gambar 2.6. Skema polarisasi aktif-pasif	15
Gambar 2.7. Pengaruh penambahan ion klor pada diagram potensial dinamik	16
Gambar 2.8. Skema diagram laju perambatan retak sebagai fungsi dari intensitas tegangan ujung retakan menggambarkan daerah tahap perambatan retak 1, 2, dan 3 yang diidentifikasi dengan <i>plateau velocity</i> dan <i>threshold stress intensity</i>	17
Gambar 2.9. Contoh kurva kecepatan retak-intensitas tegangan dari korosi retak tegang, menunjukkan efek dari komposisi paduan dan <i>cold work</i> pada korosi retak tegang <i>austenitic stainless steels</i> di dalam sebuah larutan klorida panas	19
Gambar 2.10. Skema dari proses ujung retakan pada lingkungan yang dibantu oleh perambatan retak	20
Gambar 2.11. Pola retakan <i>transgranular</i> pada <i>stainless steel</i> (kiri). Pola retakan <i>intergranular</i> pada perunggu (kanan)	22
Gambar 2.12. Kurva ketahanan relatif terhadap korosi retak tegang dari beberapa <i>stainless steels</i> komersial pada larutan panas magnesium klorida 42%	22

Gambar 2.13. Kurva laju perambatan retak korosi retak tegang sebagai fungsi dari kedalaman retakan selama pembebanan tarik	24
Gambar 2.14. Perpanjangan spesimen sebagai fungsi dari waktu selama pengujian korosi retak tegang dengan pembebanan yang konstan	24
Gambar 2.15. Gambaran mengenai <i>pitting factor</i> (p/d)	25
Gambar 2.16. 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	26
Gambar 2.17. Peristiwa korosi seragam	27
Gambar 2.18. Mekanisme penetrasi ke lapisan pasif	28
Gambar 2.19. Mekanisme pemecahan lapisan pasif	29
Gambar 2.30. Metode pengujian pembebanan untuk korosi retak tegang. (a) <i>U-bend</i> (b) <i>C-ring</i> (c) <i>Bent-beam</i> (d) <i>Tensile</i>	31
Gambar 2.31. Skematik spesimen dan konfigurasi holder pada metode <i>bent-beam specimen</i>	32
Gambar 2.32. Metode pengujian two-point loaded specimen	33
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	37
Gambar 3.2. Skematis sampel uji tarik	41
Gambar 3.3. Sampel uji komposisi	42
Gambar 3.4. Sampel uji metalografi	42
Gambar 3.5. Lokasi pengambilan sampel dan pengamatan mikrostruktur	45
Gambar 3.6. Sketsa dan ukuran <i>specimen holder</i>	44
Gambar 3.7. Sampel uji korosi retak tegang	45
Gambar 3.8. Susunan sampel pengujian korosi retak tegang	48
Gambar 4.1. Foto permukaan sampel X elastis pada larutan NaCl 0,1%	52
Gambar 4.2. Foto permukaan sampel Y elastis pada larutan NaCl 0,1%	52
Gambar 4.3. Foto permukaan sampel X plastis pada larutan NaCl 0,1%	53
Gambar 4.4. Foto permukaan sampel Y plastis pada larutan NaCl 0,1%	53
Gambar 4.5. Foto permukaan sampel X elastis pada larutan NaCl 0,3%	53

Gambar 4.6.	Foto permukaan sampel Y elastis pada larutan NaCl 0,3%	54
Gambar 4.7.	Foto permukaan sampel X plastis pada larutan NaCl 0,3%	54
Gambar 4.8.	Foto permukaan sampel Y plastis pada larutan NaCl 0,3%	54
Gambar 4.9.	Foto permukaan sampel X elastis pada larutan NaCl 0,5%	54
Gambar 4.10.	Foto permukaan sampel Y elastis pada larutan NaCl 0,5%	55
Gambar 4.11.	Foto permukaan sampel X plastis pada larutan NaCl 0,5%	55
Gambar 4.12.	Foto permukaan sampel Y plastis pada larutan NaCl 0,5%	55
Gambar 4.13.	Baja X pada 0,3% NaCl	56
Gambar 4.14.	Baja Y pada 0,5% NaCl	56
Gambar 4.15.	Baja Y pada 0,1% NaCl	56
Gambar 4.16.	Baja Y pada 0,3% NaCl	56
Gambar 4.17.	Baja Y pada 0,5% NaCl	56
Gambar 5.1.	Pengendapan elemen pada batas butir	62
Gambar 5.2.	<i>Intergranular cracking</i> yang terjadi karena adanya segregasi elemen pada batas butir	63
Gambar 5.3.	Pengaruh tegangan terhadap pengurangan berat	66
Gambar 5.4.	Pengaruh tegangan terhadap laju korosi	66
Gambar 5.5.	Adsorpsi ion Cl ⁻ ke logam Fe menyebabkan peristiwa oksidasi Fe semakin cepat	68
Gambar 5.6.	Pengaruh tegangan terhadap diameter <i>pitting</i>	69
Gambar 5.7.	Pengaruh tegangan terhadap kedalaman <i>pitting</i>	71
Gambar 5.8.	Mekanisme inisiasi <i>pitting</i>	72
Gambar 5.9.	Skema inisiasi dan pertumbuhan retak	73
Gambar 5.10.	Skema pemutusan lapisan pasif	74

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Sistem Paduan-Lingkungan yang Menyebabkan Korosi Retak Tegang	8
Tabel 2.2 Perbandingan Nilai Konstanta, K, untuk Satuan yang Berbeda	36
Tabel 2.3 Perbandingan Ketahanan Korosi Material Berdasarkan Nilai Laju Korosi	36
Tabel 3.1. Pembagian penggunaan sampel uji	40
Tabel 3.1 Prosedur Pembersihan Kimia untuk Menghilangkan Produk Korosi	49
Tabel 4.1. Hasil Uji Komposisi Baja dari spons bijih laterit Y	50
Tabel 4.2. Hasil Uji Komposisi Baja dari spons bijih laterit X	50
Tabel 4.3. Hasil Uji Tarik	51
Tabel 4.4. Ukuran Sampel Uji	51
Tabel 4.5. Perhitungan Tegangan	52
Tabel 4.6. Sampel Uji Korosi Retak Tegang	56
Tabel 4.7. Perubahan Berat Setelah Pengujian	57
Tabel 4.8. Ukuran Diameter dan Kedalaman <i>Pitting</i>	58
Tabel 4.9. Laju Korosi Material	59

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Standar ASTM G 39-99 <i>Standard Practice for Preparation and Use of Bent-Bean Stress-Corrosion Test Specimen</i>	82
Lampiran 2 Standar ASTM G 1-03 <i>Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens</i>	90
Lampiran 3 Hasil Uji Komposisi	100
Lampiran 4 Hasil Uji Tarik	103