



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS RETAKAN KOROSI TEGANGAN PADA
STAINLESS STEEL AISI 430 DENGAN VARIASI PEMBEBANAN
DALAM MEDIA KOROSI HCL 1M**

TUGAS AKHIR

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

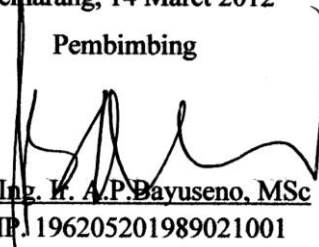
Disusun oleh:

**MEIKANANTA ARLIANDI WIGUNA
L2E606035**

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
SEMARANG
2012**

HALAMAN TUGAS AKHIR

- Diberikan Kepada : Nama : Meikananta Arliandi Wiguna
NIM : L2E606035
- Dosen Pembimbing : Dr. Ing. Ir. A.P.Bayuseno, MSc
- Jangka Waktu : 6 (Enam) bulan
- Judul : **Analisis Retakan Korosi Tegangan Pada *Stainless Steel AISI 430* Dengan Variasi Pembebanan Dalam Media Korosi HCL 1M**
- Isi Tugas : 1. Pengujian *stress corrosion cracking* pada media HCl 1M.
2. Menghitung tegangan tarik, pertambahan panjang material uji *stress corrosion cracking* pada media HCl 1M.
3. Uji Kekerasan pada material uji *stress corrosion cracking* pada media HCl 1M.
4. Uji Mikrografi pada material uji *stress corrosion cracking* pada media HCl 1M.

Semarang, 14 Maret 2012
Pembimbing

Dr. Ing. Ir. A.P. Bayuseno, MSc
NIP. 196205201989021001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas sarjana ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh sebutan keahlian di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah atau karya tugas sarjana ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang, 14 Maret 2012

Yang Menyatakan,



Meikananta Arliandi Wiguna
L2E606035





HALAMAN PENGESAHAN

Naskah Tugas Sarjana ini diajukan oleh:

Nama : Meikananta Arliandi Wiguna
NIM : L2E606035
Jurusan/ Program Studi : Teknik Mesin
Judul : Analisis Retakan Korosi Tegangan Pada *Stainless Steel*
AISI 430 Dengan Variasi Pembebanan Dalam Media
Korosi HCL 1M

Telah berhasil dipertahankan dihadapan tim penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

| | | |
|--------------|------------------------------------|---|
| Pembimbing I | : Dr. Ing. Ir. A.P Bayuseno, MSc | () |
| Penguji | : Dr. Ir. Eflita Yohana, MT | () |
| Penguji | : Dr. Joga Dharma Setiawan, MSc | () |
| Penguji | : Dr. Ing. Ir. Ismoyo Haryanto, MT | () |

Semarang, 14 Maret 2012

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Sularjaka, ST, MT

NIP. 197104201998021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Meikananta Arliandi Wiguna
NIM : L2E606035
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 dan dosen pembimbing saya yang berjudul :

ANALISIS RETAKAN KOROSI TEGANGAN *STAINLESS STEEL* AISI 430
DENGAN VARIASI PEMBEBANAN DALAM MEDIA KOROSI HCL 1M

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 : 14 Maret 2012
Yang menyatakan



Meikananta Arliandi Wiguna
NIM. L2E606035

**“UNTUK SEBUAH KESUKSESAN, KARAKTER SESEORANG
LEBIH PENTING DARI SEBUAH INTELEGENSI.”**

Karya ini kupersembahkan untuk :

Kedua orang tuaku tercinta (Zuliyono dan Ngaripah) serta adikku tersayang Meibi Murbi Arlianata yang senantiasa memberikan dorongan dan do'a tidak pernah putus.

ABSTRACT

Stress Corrosion Cracking is the term given to intergranular or transgranular cracking on the metal due to the combined activity between the tension and the specific environment. This very common form of corrosion encountered in industrial environments such as the shipbuilding industry, petroleum, and industrial - metal construction industry. In this final project is intended to understand Stress Corrosion Cracking theoretically in this material and assessing the influence of load variations toward Stress Corrosion Cracking Stainless Steel AISI 430 so as to determine the effect of corrosive media on the length, duration and type of fracture cracks that occur in the test specimen. At this final test is a test conducted by the Stress Corrosion Cracking test equipment. The test equipment principally is to create a condition of the specimen in order to get the tension on the corrosive environment. Tension applied tensile stress in the form derived from static load on the lever system. Corrosive conditions can be generated from the tub is filled with a solution in accordance with the plan of testing performed. Metallographic analysis is intended to observe the microstructure of the test specimen and the form of cracks that occur in the test specimen after the testing process.

Key words: Stress Corrosion Cracking, AISI 430 Stainless Steel, Metallography

ABSTRAK

Korosi retak tegang (*Stress Corrosion Cracking*) adalah istilah yang diberikan untuk peretakan intergranular atau transgranular pada logam akibat kegiatan gabungan antara tegangan dan lingkungan khusus. Bentuk korosi ini lazim sekali dijumpai di lingkungan industri seperti : industri perkapalan, perminyakan, dan industri – industri konstruksi logam. dalam tugas akhir ini dimaksudkan untuk memahami fenomena *Stress Corrosion Cracking* secara teoritis dalam material dan mengkaji pengaruh variasi pembebanan terhadap *Stress Corrosion Cracking Stainless Steel AISI 430* sehingga dapat mengetahui pengaruh media korosi terhadap pertambahan panjang, lamanya waktu patah dan jenis retak yang terjadi pada benda uji. Pada tugas akhir ini pengujian yang dilakukan adalah pengujian dengan alat uji *Stress Corrosion Cracking*, prinsip kerja alat uji ini adalah untuk menciptakan suatu kondisi spesimen agar mendapatkan tegangan pada lingkungan yang korosif. Tegangan yang diberikan berupa tegangan tarik yang berasal dari pembebanan statik pada sistem pengungkit. Kondisi korosif dapat dihasilkan dari bak yang diisi dengan larutan sesuai dengan rencana pengujian yang dilakukan. Analisa metalografi dimaksudkan untuk mengamati struktur mikro spesimen uji dan bentuk retak yang terjadi pada spesimen uji setelah dilakukan proses pengujian. Kata kunci : *Stress Corrosion Cracking, Stainless Steel AISI 430, Metalografi.*

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 Retakan Korosi Tegangan Pada *Stainless Steel* AISI 430 Dengan Variasi Pembebanan Dalam Media Korosi HCL 1M**”.

Dalam kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan rasa hormat dan terimakasih setulus-tulusnya kepada :

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 Bapak Zuliyono dan Ibu Ngaripah serta saudaraku tersayang Meibi Murbi Arlianata yang telah mencurahkan cinta, kasih sayang, dorongan dan doa yang tidak pernah putus sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
3. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu demi kelancaran penyelesaian 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, 14 Maret 2012

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--------------------------------------|-------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| HALAMAN TUGAS AKHIR..... | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS..... | iii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSUTUJUAN..... | v |
| MOTTO..... | vi |
| HALAMAN PERSEMBAHAN..... | vii |
| ABSTRACT..... | viii |
| ABSTRAK..... | ix |
| KATA PENGANTAR | x |
| DAFTAR ISI..... | xi |
| DAFTAR GAMBAR..... | xiv |
| DAFTAR TABEL | xvii |
| NOMENKLATUR | xviii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2. Alasan Pemilihan Judul..... | 2 |
| 1.3. Tujuan Penelitian..... | 2 |
| 1.4. Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.5. Metodologi Penelitian..... | 2 |
| 1.6. Sistematika Penulisan..... | 3 |

| | |
|--|--------|
| BAB II DASAR TEORI..... | 5 |
| 2.1 Korosi..... | 5 |
| 2.2. Macam-Macam Korosi..... | 7 |
| 2.3. <i>Stress Corrosion Cracking</i> | 14 |
| 2.4. Baja Tahan Karat..... | 22 |
| 2.5. Penyebab <i>Stress Corrosion Cracking</i> pada <i>Stainless Steel</i> | 29 |
| BAB III METODE ANALISIS..... | 31 |
| 3.1. Diagram Alir Penelitian..... | 31 |
| 3.2. Perencanaan Alat Uji <i>Stress Corrosion Cracking</i> | 32 |
| 3.3. Kriteria Pengujian..... | 32 |
| 3.4. Parameter yang Diuji..... | 32 |
| 3.5. Kontruksi Alat Uji..... | 33 |
| 3.6. Geometri Material Uji..... | 34 |
| 3.7. Prosedur Pengujian..... | 34 |
| 3.7.1 Pembuatan Beban Alat Uji | 34 |
| 3.7.2 Perlindungan Korosi pada Alat Uji | 35 |
| 3.7.3 Media Korosi..... | 35 |
| 3.7.4 Pengujian | 35 |
| 3.8. Pengujian Komposisi..... | 37 |
| 3.8.1 Prosedur Pengujian..... | 37 |

| | |
|---|-----------|
| 3.9 Metalografi..... | 40 |
| 3.10 Pengujian Kekerasan..... | 40 |
| 3.11 Waktu dan Tempat Pengujian..... | 42 |
| 3.12. Analisa Hasil Pengujian..... | 43 |
| BAB IV DATA DAN ANALISA HASIL PENGUJIAN..... | 44 |
| 4.1. Karakteristik Material Uji..... | 44 |
| 4.1.1 Komposisi Kimia dan Sifat Mekanis Material Uji..... | 44 |
| 4.1.2 Konversi Nilai Beban ke Tegangan Specimen Alat Uji..... | 45 |
| 4.2. Data Hasil Pengujian..... | 49 |
| 4.2.1. Pengujian Material Tanpa Media Korosi..... | 49 |
| 4.2.2. Pengujian Material Dengan Media Korosi..... | 50 |
| 4.3. Grafik Data Hasil Pengujian..... | 53 |
| 4.3.1. Benda uji <i>Stainless Steel</i> AISI 430 Variasi Tegangan..... | 53 |
| 4.3.2. Grafik kekerasan dengan variasi tegangan..... | 54 |
| 4.4 Analisa Hasil Pengujian..... | 56 |
| 4.4.1 Analisa Teoritis..... | 56 |
| 4.4.1.1. Pengaruh Tegangan terhadap <i>Stress Corrosion</i> <i>Cracking</i> | 56 |
| 4.4.1.2. Pengaruh Media Korosi..... | 58 |
| 4.4.2 Analisa Hasil Pengujian..... | 58 |
| 4.4.2.1. Pengaruh Tegangan terhadap Ketahanan <i>SCC Stainless</i> <i>Steel AISI 430</i> | 58 |

| | |
|----------------------|----|
| 4.5 Metalografi..... | 60 |
| BAB V PENUTUP..... | 63 |
| 5.1. Kesimpulan..... | 63 |
| 5.2. Saran..... | 63 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Korosi seragam..... | 7 |
| Gambar 2.2 | Korosi Sumuran..... | 8 |
| Gambar 2.3 | Korosi Erosi..... | 8 |
| Gambar 2.4 | Korosi dwi logam..... | 9 |
| Gambar 2.5 | Korosi Retak Tegang..... | 11 |
| Gambar 2.6 | Korosi Celah | 11 |
| Gambar 2.7 | Korosi mikrobiologis..... | 12 |
| Gambar 2.8 | Korosi kavitasi..... | 12 |
| Gambar 2.9 | Korosi Antar Butir..... | 13 |
| Gambar 2.10 | Korosi <i>Dealloying</i> | 14 |
| Gambar 2.11 | Keterkaitan Tiga Kondisi yang Menyebabkan SCC..... | 15 |
| Gambar 2.12 | Peran undakan sesar (<i>slip step</i>) dalam peretakan lingkungan..... | 17 |
| Gambar 2.13 | Hubungan antara kerentanan terhadap peretakan dan kurva potensiodinamik. a) logam dengan laju pemasifan rendah. b) logam dengan laju pemasifan tinggi..... | 20 |
| Gambar 2.14 | Mekanisme penjalaran retak..... | 21 |
| Gambar 2.15 | Jenis retakan <i>Stress Corrosion Cracking</i> A) <i>Intergranular</i> B) <i>Transgranular</i> | 30 |
| Gambar 3.1 | Diagram alir penelitian..... | 31 |
| Gambar 3.2 | Layout Alat Uji <i>Stress Corrosion Cracking</i> | 33 |
| Gambar 3.3 | Geometri spesimen uji..... | 34 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 3.4 | Beban alat uji SCC..... | 34 |
| Gambar 3.5 | Skema pengujian SCC..... | 35 |
| Gambar 3.6 | Titik acuan pengukuran..... | 37 |
| Gambar 3.7 | Diagram alir pengujian komposisi..... | 39 |
| Gambar 3.8 | Mikro Hardness Vickers..... | 40 |
| Gambar 3.9 | Diagram alir pengujian kekerasan..... | 41 |
| Gambar 4.1 | DBB Sistem Pengungkit..... | 45 |
| Gambar 4.2 | DBB spesimen dalam menerima gaya tarik..... | 47 |
| Gambar 4.3 | Grafik variasi tegangan terhadap waktu patah Spesimen <i>Stainless Steel</i> AISI 430 variasi tegangan..... | 53 |
| Gambar 4.4 | Grafik pengujian kekerasan mikro vickers untuk bahan <i>Stainless Steel</i> AISI 430 dengan variasi tegangan 189,27 MPa, 248,05 MPa dan 306,45..... | 54 |
| Gambar 4.5 | Lingkar Mohr untuk tegangan 306,45 MPa..... | 54 |
| Gambar 4.6 | Bentuk struktur mikro benda uji sebelum pengujian SCC..... | 60 |
| Gambar 4.7 | Bentuk struktur mikro benda uji setelah pengujian SCC beban 50 kg...60 | |
| Gambar 4.8 | Bentuk struktur mikro benda uji setelah pengujian SCC beban 40 kg...61 | |
| Gambar 4.9 | Bentuk struktur mikro benda uji setelah pengujian SCC beban 30 kg...61 | |
| Gambar 4.10 | Bentuk retak pada benda uji..... | 62 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|---|----|
| Tabel 2.1 | Perbandingan nilai galvanik dari logam | 10 |
| Tabel 2.2 | Komposisi baja <i>stainless matensitic</i> | 23 |
| Tabel 2.3 | Komposisi baja <i>stainless ferritik</i> | 24 |
| Tabel 2.4 | Komposisi baja <i>stainless austenitic</i> | 25 |
| Tabel 2.5 | Komposisi baja <i>stainless dupleks</i> | 27 |
| Tabel 2.6 | Komposisi baja stainless pengerasan endapan..... | 28 |
| Tabel 2.7 | Jenis-jenis lingkungan yang menyebabkan SCC pada logam..... | 29 |
| Tabel 4.1 | Komposisi kimia material uji..... | 44 |
| Tabel 4.2 | Sifat mekanik dari material uji..... | 45 |
| Tabel 4.3 | Konversi beban ke tegangan pada alat uji SCC..... | 48 |
| Tabel 4.4 | Nilai pengujian kuat tarik pada benda uji tanpa pengujian..... | 49 |
| Tabel 4.5 | Nilai pengujian kekerasan (VHN) pada benda uji tanpa pengujian..... | 49 |
| Tabel 4.6 | Data pada tegangan 189.27 MPa..... | 50 |
| Tabel 4.7 | Data pada tegangan 248.05 MPa..... | 51 |
| Tabel 4.8 | Data pada tegangan 306.45 MPa..... | 51 |
| Tabel 4.9 | Nilai kekerasan mikro vickers benda uji pada berbagai pembebanan..... | 52 |
| Tabel 4.10 | Hubungan antara nilai kekerasan material dengan kekuatan tarik..... | 54 |
| Tabel 4.11 | Hubungan antara nilai kekerasan dengan kekuatan tarik pada benda uji..... | 55 |
| Tabel 4.12 | Perhitungan besar batas butir pada benda uji..... | 62 |

NOMENKLATUR

| <u>Lambang</u> | <u>Keterangan</u> | <u>Satuan</u> |
|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| | <i>Load / Pembebanan</i> | N (Newton) |
| F_{max} | <i>Maximum Force / Gaya Maksimum</i> | N (Newton) |
| σ | <i>Stress / Tegangan</i> | MPa (N/mm ²) |
| ϵ | <i>Strain / Regangan</i> | % |
| t | <i>Time / Waktu</i> | h (hour) |

Singkatan:

SCC = Stress Corrosion Cracking