

**TUGAS AKHIR**  
**KARAKTERISASI HYDROGEN INDUCED CRACKING BAJA**  
**TAHAN KARAT 316L DI LINGKUNGAN 3,5% NACL**  
**DENGAN VARIASI WAKTU 1, 2, 3, DAN 4 MINGGU**  
Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Program  
Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah  
Yogyakarta



**UMY**  
UNIVERSITAS  
MUHAMMADIYAH  
YOGYAKARTA

Unggul & Islami

Disusun oleh :  
**DHAMARA BANARRIZQA**  
20190130062

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2024

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah asli hasil karya saya dan di dalamnya tidak terdapat karya (tulisan) yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi lain sebelumnya. Selain itu, karya tulis ilmiah ini juga tidak berisi pendapat atau hasil penelitian yang sudah dipublikasikan oleh orang lain selain referensi yang ditulis dengan menyebutkan sumbernya di dalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 15 Oktober 2024

Yang menyatakan



Dhamara Banarrizqa



## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahilal'ailahin dengan memanjatkan Puji dan syukur kehadirat Allah S.W.T, yang telah memberikan kekuatan, Rahmat dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam senantiasa tercurah limpahkan kepada Nabi kita Muhammad S.A.W, sehingga dapat menyelesaikan laporan proposal. Tugas Akhir yang berjudul **Karakterisasi *Hydrogen Induced Cracking* Baja Tahan Karat 316L Di Lingkungan 3,5% Nacl Dengan Variasi Waktu 1, 2, 3, Dan 4 Minggu.**

Penelitian ini dilakukan karena populasi yang sangat besar sehingga memerlukan penyediaan fasilitas kesehatan yang memadai. Dengan penyediaan fasilitas kesehatan mendorong untuk mempersiapkan bahan-bahan yang dapat mendukung Pembuatan peralatan medis yang tahan lama dan aman. stainless steel jenis AISI 316L menjadi pilihan utama dalam industri medis karena sifat-sifat tersebut. AISI 316L merupakan stainless steel austenitik yang mengandung molybdenum, yang meningkatkan tahan akan korosi terutama terhadap asam yang sering ditemui pada lingkungan medis maupun biologis.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana di Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penulis menyadari penulisan laporan ini jauh dari kesempurnaan, itu dikarenakan keterbatasan dari penulis. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dalam penulisan laporan tugas akhir ini, semoga laporan ini berguna bagi penulis dan untuk pihak-pihak lain sebagai acuan untuk kebutuhan ilmu pengetahuan.



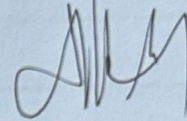
Dalam proses pengerjaan dan penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari pengarahan dan bimbingan diberbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir kepada:

1. Bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel. S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Dr Ir. H. Mudjijana, M.Eng selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan serta masukan, dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. Muh. Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan serta masukan, dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. selaku penguji yang telah memberi arahan serta masukan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Segenap Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Seluruh rekan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Angkatan 2019 yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu telah memberikan semangat dan dukungannya.
7. Kedua orang tua yang tidak hentinya memberikan doa, semangat dan dukungannya agar penulis dapat mencapai cita-cita yang diimpikan.
8. Teman-teman dekat, saudara, dan seseorang yang penulis tidak dapat sebutkan namanya, yang telah senantiasa menemani dan memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.



Semoga Allah SWT memberikan imbalan yang berlimpah ganda atas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Serta semoga laporan ini memberikan manfaat kepada penulis khususnya dan kepada pembaca umumnya. Aamiin.

Yogyakarta, 15 oktober 2024



Dhamara Banarriqa

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI .....</b>	<b>4</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	4
2.1.1 Penelitian Terdahulu Menggunakan Bahan Berbeda .....	4
2.1.2 Penelitian Terdahulu Menggunakan Metode Berbeda .....	4
2.2 Dasar Teori.....	5
2.2.1 Pengertian Baja Tahan Karat 316L .....	5

2.2.2	Klasifikasi Sifat - Sifat <i>Stainless Steel</i> .....	6
2.3	Jenis Pengujian.....	7
2.3.1	Pengujian HIC .....	7
2.3.2	Uji Kekerasan Vickers .....	11
2.3.3	Pengujian Struktur Mikro.....	13
2.3.4	Pengujian SEM .....	14
2.3.5	Pengujian EDS ( <i>energy dispersive spectroscopy</i> ) .....	15
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
3.1	Bahan Penelitian.....	17
3.2	Alat Yang Digunakan.....	17
3.3	Diagram Alir .....	18
3.4	Pembuatan Alat H <sub>IC</sub> .....	18
3.5	Pengujian.....	19
3.5.1	Pengujian Struktur Mikro dan EDS .....	19
3.5.1	Uji Kekerasan.....	21
3.5.3	Pengujian H <sub>IC</sub> .....	21
3.3.4	Pengujian SEM ( <i>Scanning Elektron Microscope</i> ) .....	25
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>27</b>
4.1	Hasil Pengujian .....	27
4.1.1	Struktur Mikro dan EDS Dengan Menggunakan SEM.....	27
4.1.2	Hasil Pengujian Kekerasan Vickers .....	28
4.1.3	Hasil Pengujian Hydrogen Induced Cracking (HIC) .....	29
4.1.4	Hasil Topografi .....	31
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP.....</b>	<b>41</b>
5.1	Kesimpulan .....	41

5.2 Saran.....	42
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>43</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>47</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pergerakan Retak selama Perambatan Retak).....	8
Gambar 2. 2 Pengaruh Tebal Spesimen Terhadap Intensitas tegangan .....	10
Gambar 2. 3 Skema <i>Cantilever Bram</i> .....	11
Gambar 2. 4 Skema Uji Vickers .....	12
Gambar 2. 5 Uji Vickers .....	13
Gambar 2. 6 Alat Uji SEM Jeol JCM 7000 .....	15
Gambar 3. 1 Diagram Alir .....	18
Gambar 3. 2 Alat Uji H <sub>IC</sub> .....	19
Gambar 3. 3 Alat SEM JSM-IT700HR.....	20
Gambar 3. 4 Sampel Uji Struktur Mikro.....	21
Gambar 3. 5 Benda Uji H <sub>IC</sub> (a) Ukuran Takik (b) Sampel Pengujian.....	22
Gambar 3. 6 Wadah Spesimen Uji HIC .....	23
Gambar 3. 7 Pemasangan Alat Uji.....	23
Gambar 3. 8 Penyimpanan Spesimen.....	24
Gambar 3. 9 Perendaman Spesimen Menggunakan Nitrogen Cair.....	25
Gambar 3. 10 Spesimen Uji SEM.....	26
Gambar 4. 1 Struktur mikro Perbesaran 500X.....	27
Gambar 4. 2 Grafik Pengujian Kekerasan.....	29
Gambar 4. 3 Grafik Defleksi Terhadap Lama Waktu Perendaman .....	31
Gambar 4. 4 Perbesaran 55X dan 1500X.....	32
Gambar 4. 5 Perambatan retak perendaman 1 minggu di larutan 3,5% NaCl memiliki rata-rata 0,187 mm.....	34
Gambar 4. 6 Perambatan retak perendaman 2 minggu di larutan 3,5% NaCl memiliki rata-rata 0,189 mm.....	34
Gambar 4. 7 Perambatan retak perendaman 3 minggu di larutan 3,5% NaCl memiliki rata-rata 0,193 mm.....	34
Gambar 4. 8 Perambatan retak perendaman 4 minggu di larutan 3,5% NaCl memiliki rata-rata 0,223 mm.....	35

Gambar 4. 9 Kedalaman Retak .....	35
Gambar 4. 10 Grafik Hubungan faktor Intensitas Tegangan ( $K_I$ ) Terhadap Perambatan Retak ( $da/dt$ ).....	36
Gambar 4. 11 Grafik Hubungan Laju Perambatan Retak ( $da/dt$ ) Terhadap Defleksi ( $\delta$ ).....	37
Gambar 4. 12 Grafik Hubungan $K_I$ Terhadap Defleksi ( $\delta$ ).....	39



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat Mekanik SS AISI 316L .....	6
Tabel 2. 2 Unsur-unsur Kimia SS 316L.....	6
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian EDS.....	28
Tabel 4. 2 Nilai Uji Kekerasan.....	29

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Defleksi 1 minggu (Spesimen 1) .....	47
Lampiran 2. Defleksi 2 Minggu (Spesimen 2).....	48
Lampiran 3. Defleksi 3 Minggu (Spesimen 3).....	49
Lampiran 4. Defleksi 4 Minggu (Spesimen 4).....	50
Lampiran 5. Gambar SEM .....	51
Lampiran 6. Desain Spesimen.....	53
Lampiran 7. Hasil EDS Titik 1 .....	54
Lampiran 8. Hasil EDS Titik 2 .....	55
Lampiran 9. Hasil EDS Titik 3 .....	56
Lampiran 10. Hasil EDS Titik 4 .....	57
Lampiran 11. Hasil EDS Titik 5 .....	58
Lampiran 12. Hasil EDS .....	59
Lampiran 13. Hasil EDS Dari Beberapa Titik .....	60
Lampiran 14. Struktur mikro.....	61
Lampiran 15. Panjang retak .....	62



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$\delta$	: defleksi
$d$	: kedalaman takik
$B$	: lebar benda uji
$B_N$	: lebar benda uji bersih dengan mengurangi dalamnya alur
$\emptyset$	: diameter
$\epsilon$	: regangan
$g$	: Percepatan gravitasi
$L$	: panjang lengan
$M$	: momen
$m$	: massa
$P$	: beban ( <i>load</i> )
VHN	: Vickers Hardness Number
$t$	: tebal benda uji
$W_t$	: berat beban
$\Theta$	: sudut
$\mu\text{m}$	: Mikrometer ( 1/1000 mm )
$\sigma$	: Tegangan
$\sigma_{\text{uts}}$	: <i>ultimate tensile stress</i>
$\sigma_{\text{ys}}$	: <i>yield stress</i> ( tegangan luluh )
$K_{\text{IC}}$	: <i>fracture toughness</i> ( ketangguhan )
$K_{\text{I}}$	: <i>stress intensity factor</i> ( faktor intensitas tetegangan )