

# **SKRIPSI**

## **KOROSI DI BAWAH INSULASI PADA BAJA A36 DI *PWHT* DALAM MEDIA AIR LAUT**



**MUHAMMAD SURYAWAN ALHADDAT**

**03051181924009**

**PROGAM STUDI TEKNIK MESIN**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2024**



# **SKRIPSI**

## **KOROSI DI BAWAH INSULASI PADA BAJA A36 DI *PWHT* DALAM MEDIA AIR LAUT**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH:**

**MUHAMMAD SURYAWAN ALHADDAT**

**03051181924009**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2024**



# HALAMAN PENGESAHAN

## KOROSI DI BAWAH INSULASI PADA BAJA A36 DI *PWHT* DALAM MEDIA AIR LAUT

### SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik  
Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

**MUHAMMAD SURYAWAN ALHADDAT**

**03051181924009**

**Indralaya, 11 Maret 2024**

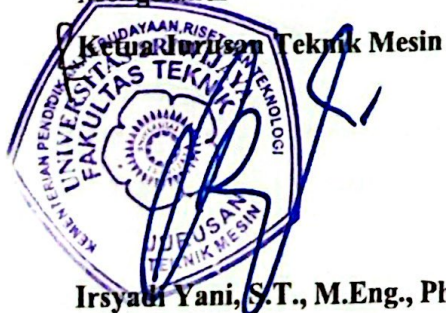
**Diperiksa dan Disetujui Oleh**

**Pembimbing**



**Mengetahui**

**Ketua Jurusan Teknik Mesin**



**Irsyad Yani, S.T., M.Eng., Ph.D. IPM.**

**NIP. 19711225 199702 1 001**

**Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T.**

**NIP. 19630719 199003 2 001**



JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No.  
Diterima Tanggal  
Paraf

: 000 / rm / AC / 2024

: 25 - 04 - 2024



SKRIPSI

NAMA : MUHAMMAD SURYAWAN ALHADDAT

NIM : 03051181924009

JURUSAN : TEKNIK MESIN

JUDUL SKRIPSI : KOROSI DI BAWAH INSULASI PADA  
BAJA A36 DI *PWHT* DALAM MEDIA AIR  
LAUT

DIBUAT TANGGAL : 11 JANUARI 2023

SELESAI TANGGAL : 29 FEBUARI 2024



Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Mesin  
Irsyad Yam S.T., M.Eng., Ph.D., IPM.  
NIP. 197112251997021001

Palembang, 11 Maret 2024

Diperiksa dan Disetujui oleh  
Pembimbing



Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T  
NIP. 196307191990032001





## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "Korosi Di Bawah Insulasi pada Baja A36 di PIWHT Dalam Media Air Laut" telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 11 Maret 2024.

Palembang, 11 Maret 2024

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Ketua Penguji:

1. Nurhabibah Paramitha Eka Utami, S.T., M.T.  
NIP. 19891117 201504 2 003

Sekretaris Penguji:

2. Akbar Teguh Prakoso, S.T., M.T.  
NIP. 19920412 202203 1 009

Penguji:

3. Prof. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP. 19790927 200312 1 004

  
(.....)  
  
(.....)  
  
(.....)

Palembang, 11 Maret 2024

Diperiksa dan disetujui oleh,  
Pembimbing Skripsi



Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T.  
NIP. 19630719 199003 2 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP. 19711225 199702 1 001



## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

*Alhamdulillahirobbilalamin* puji syukur penulis haturkan atas kehadiran Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang telah memberikan Rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat beserta salam kepada Nabi Muhammad *Shalallahu Alaihi Wassalam*, yang telah menuntun kita dari zaman jahiliyah menuju zaman yang terang benderang.

Skripsi yang berjudul “KOROSI DI BAWAH INSULASI PADA BAJA A36 DI PWHT DALAM MEDIA AIR LAUT”, disusun untuk melengkapi salah satu syarat mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

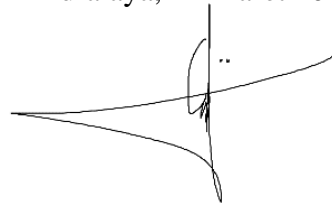
Pada kesempatan ini dengan setulus hati penulis menyampaikan rasa penuh terima kasih atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penulisan ini, oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Iwan dan Ibu Sri Wahyuni yang telah mendidik dan merawat saya dengan penuh kasih sayang serta yang penulis sayangi.
2. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D. IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D. IPP. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Gunawan, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Pembina Mahasiswa Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak sekali memberikan arahan, saran serta nasihat dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.
6. Nurhabibah Paramitha Eka Utami, S.T., M.T. selaku Dosen Pengarah yang membantu dalam pembuatan skripsi ini.

7. Seluruh tenaga pendidik dan kependidikan di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, yang telah memberikan ilmu dan pelajaran yang bermanfaat kepada penulis selama masa perkuliahan.
8. Seluruh Sahabat penulis di lingkungan rumah, sekolah, dan perkuliahan terkhusus rekan-rekan Teknik Mesin 2019 yang selalu menemani penulis dan memberikan semangat untuk menyelesaikan masa perkuliahan.
9. Seluruh pihak yang telah mendukung penulis dalam pembuatan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak sekali kekurangan karena keterbatasan wawasan penulis. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun untuk kelanjutan skripsi ini akan sangat membantu. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang.

Indralaya, 11 Maret 2024



Muhammad Suryawan Alhaddat  
NIM.03051181924009

# HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Suryawan Alhaddat

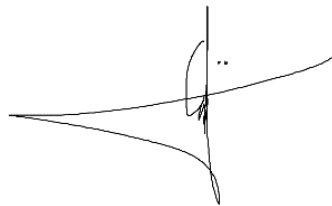
NIM : 03051181924009

Judul : Korosi di Bawah Insulasi pada Baja A36 di *PWHT* Dalam Media  
Air Laut

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, 11 Maret 2024



Muhammad Suryawan Alhaddat

NIM. 03051181924009



## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

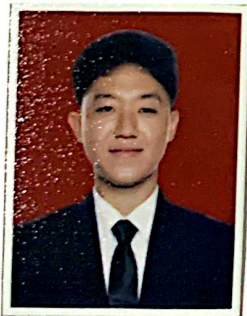
Nama : Muhammad Suryawan Alhaddat

NIM : 03051181924009

Judul : Korosi di Bawah Insulasi pada Baja A36 di *PWHT* Dalam Media Air Laut

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, 11 Maret 2023



Muhammad Suryawan Alhaddat

NIM. 03051181924009





# RINGKASAN

## KOROSI DI BAWAH INSULASI PADA BAJA A36 DI *PWHT* DALAM MEDIA AIR LAUT

Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, 11 Maret 2024

Muhamamd Suryawan Alhaddat, dibimbing oleh Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T  
xxix + 81 Halaman, 16 Tabel, 47 Gambar, 14 Lampiran

### RINGKASAN

Penelitian ini menggali tantangan yang terus-menerus dari korosi di bawah insulasi (CUI) di sektor industri, khususnya dengan fokus pada baja ASTM A36 yang mengalami Perlakuan Panas Pasca Las (*PWHT*) dan insulasi di lingkungan laut yang agresif. Meskipun *PWHT* merupakan metode umum untuk menghilangkan tegangan sisa pada struktur yang dilas, kombinasinya dengan lingkungan laut dan insulasi dapat mempercepat korosi, sehingga membahayakan integritas dan keselamatan struktur. Penelitian ini bertujuan untuk memahami mekanisme korosi, mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh, dan mengusulkan strategi mitigasi yang efektif untuk CUI selama *PWHT* di lingkungan laut, sehingga berkontribusi pada pengembangan langkah-langkah pencegahan korosi yang kuat. Parameter spesifik dan batasan penelitian meliputi penggunaan material ASTM A36, teknik Shielded Metal Arc Welding (SMAW), isolasi listrik, dan air laut dari lokasi tertentu, dengan analisis korosi mengikuti standar ASTM G31-72. Dengan menggunakan pengujian kekerasan, uji kehilangan berat, uji impak, serta uji metalografi agar dapat mencapai tujuannya antara lain menganalisis fenomena korosi dibawah insulasi pada baja ASTM A36 di *PWHT* dan memberikan manfaat praktis sebagai referensi bagi praktisi pengendalian korosi dan penelitian yang relevan. Tinjauan literatur menggarisbawahi tantangan dalam mendeteksi CUI, menekankan sifat korosif air laut karena salinitasnya dan faktor-faktor yang

mempengaruhi korosi, termasuk ion klorida dan variabilitas lingkungan. Dari hasil pengujian yang dilakukan terjadi perubahan nilai kekerasan dan nilai impak pada spesimen yang dilakukan PWHT dikarenakan batas butir pada struktur mikro semakin kecil yang menyebabkan peningkatan nilai dari pengujian tersebut. Pada akhirnya, penelitian ini berupaya memberikan kontribusi untuk mengatasi tantangan kompleks CUI di lingkungan kelautan, yang bertujuan untuk meningkatkan keandalan dan daya tahan komponen struktural dalam lingkungan industri.

Kata Kunci : Korosi di bawah insulasi, *PWHT*, Baja Karbon A36

# SUMMARY

## CORROSION UNDER INSULATION OF A36 STEEL WITH PWHT IN SEAWATER MEDIA

Scientific Papers in the form of a Thesis, 11 Maret 2024

Muhamamd Suryawan Alhaddat, supervised by Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T

xxix + 81 Pages, 16 Tables, 47 Figures, 14 Appendices.

### SUMMARY

This research explores the persistent challenge of corrosion under insulation (CUI) in the industrial sector, specifically focusing on ASTM A36 steel subjected to Post-Weld Heat Treatment (PWHT) and insulation in aggressive marine environments. Although PWHT is a common method for eliminating residual stresses in welded structures, its combination with the marine environment and insulation can accelerate corrosion, thereby compromising the integrity and safety of the structure. This research aims to understand corrosion mechanisms, identify influencing factors, and propose effective mitigation strategies for CUI during PWHT in marine environments, thereby contributing to the development of robust corrosion prevention measures. Specific parameters and research limitations include the use of ASTM A36 materials, Shielded Metal Arc Welding (SMAW) techniques, electrical insulation, and seawater from certain locations, with corrosion analysis following ASTM G31-72 standards. By using hardness testing, weight loss tests, impact tests, and metallographic tests in order to achieve its objectives, including analyzing corrosion phenomena under insulation on ASTM A36 steel in PWHT and providing practical benefits as a reference for practitioners of corrosion control and relevant research. The literature review underscores the challenges in detecting CUI, emphasizing the

corrosive nature of seawater due to its salinity and factors that influence corrosion, including chloride ions and environmental variability. From the results of the tests carried out, there was a change in the hardness value and impact value of the specimens carried out by PWHT because the grain boundaries in the microstructure became smaller which caused an increase in the value of the test. Ultimately, this research seeks to contribute to addressing the complex challenges of CUI in marine environments, aiming to improve the reliability and durability of structural components in industrial environments.

Keywords: Corrosion under insulation, PWHT, Carbon Steel A36

# DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN .....	ix
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	xiii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS .....	xv
RINGKASAN .....	xvii
SUMMARY .....	xix
DAFTAR ISI .....	xxi
DAFTAR GAMBAR .....	xxv
DAFTAR TABEL .....	xxvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xxix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Batasan Penelitian .....	3
1.4    Tujuan Penelitian.....	3
1.5    Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1    Korosi dibawah Insulasi .....	5
2.1.1    Pengertian <i>Corrossion Under Insulation</i> .....	5
2.2    Korosi Air Laut.....	5
2.2.1    Pengertian Korosi di Air Laut .....	6
2.2.2    Konsistensi dan Ion Utama .....	8
2.2.3    Variabilitas Ion Minor .....	9
2.2.4    Pengaruh Organisme Biologis.....	10
2.3    Korosi Pada Baja Karbon .....	11
2.3.1    Definisi Baja Karbon .....	11
2.3.2    Mekanisme Korosi pada Sistem Pelayanan Air .....	13
2.3.3    Konsistensi dan Ion Utama.....	14
2.4    Korosi pada Baja Karbon .....	15
2.4.1    Laju Korosi .....	15

2.4.2	Pengelasan SMAW .....	16
2.4.3	Penyebab Korosi di daerah lasan .....	16
2.5	Korosi pada Jalur Pipa .....	17
2.5.1	Korosi Eksternal .....	17
2.5.2	Proteksi Katodik dari Jalur Pipa Laut .....	19
2.6	Post Weld Heat Treatment (PWHT) .....	19
2.7	CUI Failure in Carbon Steel .....	19
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>21</b>
3.1	Tujuan Operasional Penelitian .....	21
3.2	Metode Penelitian .....	21
3.3	Waktu dan Tempat Penelitian .....	21
3.4	Diagram Alir Penelitian .....	22
3.5	Persiapan Alat dan Bahan Penelitian .....	24
3.6	Uraian Prosedur Penelitian .....	24
3.6.1	Studi Literalur .....	24
3.6.2	Persiapan Material .....	25
3.6.3	Proses Pembuatan Kampuh .....	25
3.6.4	Proses Pengelasan SMAW .....	25
3.6.5	Pengujian Dye Penetran .....	27
3.6.6	Proses Post Weld Heat Treatment .....	28
3.6.7	Pembuatan Spesimen .....	29
3.6.8	Proses Pengujian Weighloss .....	29
3.6.9	Proses Insulasi Material .....	30
3.6.10	Proses Perendaman Spesimen Dalam Air Laut .....	30
3.7	Metode Pengujian .....	31
3.7.1	Laju Korosi .....	31
3.7.2	Pengujian Kekerasan .....	31
3.7.3	Metalografi .....	33
3.7.4	Pengujian Impak .....	34
3.8	Analisa Pengolahan Data .....	35
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>37</b>
4.1	Analisa Komposisi Kimia .....	37

4.2	Hasil Pengujian <i>Dye Penetrant</i> .....	38
4.3	Hasil Pengujian Laju Korosi .....	39
4.4	Hasil Perhitungan Kekerasan .....	43
4.5	Hasil Pengamatan Metalografi .....	45
4.5.1	Struktur Mikro dan Mikro .....	45
4.6	Hasil Pengujian Impak .....	57
4.7	Permukaan Patah Spesimen Impak .....	60
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		63
5.1	Kesimpulan .....	63
5.2	Saran .....	64
DAFTAR PUSTAKA .....		65
LAMPIRAN .....		69





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Pitting Corrosion (What is A Pitting Resistance)</i> .....	7
Gambar 2.2	Mikroorganisme (Wilkinson, 2022) .....	10
Gambar 2.3	Pengelasan SMAW ( <i>Pengelasan SMAW</i> ) .....	16
Gambar 2.4	<i>Corrosion of Pipelines</i> (Bondada, Pratihara and Kumar, 2018) .....	18
Gambar 2.5	<i>General image of process column and site of failure (indicated in red)</i> (Geary, 2013) .....	20
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian .....	23
Gambar 3.2	Pembuatan kampuh material.....	25
Gambar 3.3	Pengelasan SMAW (Ojahan and Winata, 2013) .....	26
Gambar 3.4	Simbol Pengelasan Baja ASTM A36 (Society, 2004).....	26
Gambar 3.5	Skema pengujian <i>Dye Penetrant</i> (Yunianto dkk., 2023).....	28
Gambar 3.6	Proses <i>post weld heat treatment</i> menggunakan <i>furnace</i> .....	28
Gambar 3.7	Proses perendaman spesimen las dan PWHT .....	30
Gambar 3.8	Alat uji kekerasan brinell.....	32
Gambar 3.9	Alat amplas .....	33
Gambar 3.10	Alat spesimen <i>dryer</i> dan <i>mounting</i> .....	33
Gambar 3.11	Alat uji metalografi.....	33
Gambar 3.12	Alat uji dampak .....	34
Gambar 3.14	Bentuk 3 dimensi spesimen dampak .....	34
Gambar 4.1	Cacat pengelasan .....	37
Gambar 4.2	<i>Line Welding Area</i> .....	37
Gambar 4.3	Perbandingan laju korosi .....	39
Gambar 4.4	Laju korosi spesimen perendaman dengan waktu 7 hari .....	40
Gambar 4.5	Laju korosi spesimen perendaman dengan waktu 14 hari .....	41
Gambar 4.6	Nilai kekerasan brinell spesimen dikorosikan 7 Hari .....	42
Gambar 4.7	Nilai kekerasan brinell spesimen dikorosikan 14 Hari .....	43

Gambar 4.8	Metalografi spesimen W7I.....	45
Gambar 4.9	Metalografi spesimen W14I.....	46
Gambar 4.10	Metalografi spesimen W7 .....	47
Gambar 4.11	Metalografi spesimen W14.....	48
Gambar 4.12	Metalografi spesimen W .....	49
Gambar 4.13	Metalografi spesimen PW7I .....	50
Gambar 4.14	Metalografi spesimen PW14.....	51
Gambar 4.15	Metalografi spesimen PW7.....	52
Gambar 4.16	Metalografi spesimen PW7.....	53
Gambar 4.17	Metalografi spesimen PW .....	54
Gambar 4.18	Grafik tebal korosi seluruh spesimen metalografi .....	56
Gambar 4.28	Grafik hasil uji impak perendaman <i>Weld Metal</i> .....	58
Gambar 4.29	Grafik hasil uji impak perendaman HAZ.....	60

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kandungan khas dan ion yang ditemukan di air laut (D. Craig, A. Lane and H. Rose, 2006).....	8
Tabel 2.2	Konsentrasi terbanyak ion dan molekul yang melimpah di air laut 35% salinitas dikutip dari (ASM International, 2006).....	9
Tabel 2.3	<i>Tensile Requirements</i> (ASTM International, 2008).....	12
Tabel 2.4	<i>Chemical Requirements</i> (ASTM International, 2008).....	13
Tabel 3.1	Alat dan bahan penelitian.....	24
Tabel 3.2	Keterangan dan kode spesimen.....	29
Tabel 4.1	Komposisi kimia baja ASTM A36.....	36
Tabel 4.2	Komposisi air laut.....	37
Tabel 4.3	Perhitungan kehilangan berat pada setiap specimen.....	38
Tabel 4.4	Perhitungan laju korosi.....	39
Tabel 4.5	Nilai pengukuran tebal korosi terdalam.....	55
Tabel 4.6	Nilai pengukuran ketebalan korosi seluruh spesimen berdasarkan gambar metalografi.....	55
Tabel 4.7	Hasil pengujian impak pada <i>Weld Metal</i> .....	57
Tabel 4.8	Hasil pengujian impak pada HAZ.....	57
Tabel 4.9	Hasil uji impak spesimen las dan PWHT daerah <i>weld metal</i> .....	60
Tabel 4.10	Hasil uji impak spesimen las dan PWHT daerah HAZ.....	61



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Proses Pengelasan.....	71
Lampiran 2	Pengujian <i>Dye Penetran</i> .....	71
Lampiran 3	Proses <i>Post Weld Heat Treatment</i> .....	72
Lampiran 4	Proses Penimbangan Berat .....	72
Lampiran 5	Proses Insulasi Spesimen.....	73
Lampiran 6	Proses Perendaman Korosi Dalam Air Laut.....	73
Lampiran 7	Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i> .....	73
Lampiran 8	Pengujian Metalografi .....	74
Lampiran 9	Pengujian Impak.....	74
Lampiran 10	Komposisi Baja <i>ASTM A36</i> .....	75
Lampiran 11	Komposisi Kimia Elektroda E7018.....	76
Lampiran 12	Komposisi Kimia <i>Coating Tape Pvc</i> .....	77
Lampiran 13	Sertifikasi Pengelasan BNSP.....	78
Lampiran 14	Perhitungan Kekerasan <i>Brinell Bhn</i> .....	79



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sejak tahun 1950, pipa telah digunakan sebagai salah satu cara yang paling efisien dan murah untuk mengangkut minyak dan gas.

Lalu, diperkirakan sepertiga dari semua kegagalan logam disebabkan oleh korosi retak yang dibantu oleh lingkungan seperti retak dibantu hidrogen dan retak korosi tegangan (Woodtli dan Kieselbach, 2000). Mekanisme tersebut merupakan masalah khusus dalam industri minyak dan gas dengan perkiraan biaya tahunan sebesar £ 1.372 miliar (Papavinasam, 2013). Korosi baja timbul dari paparan media korosif seperti gas asam atau hidrogen sulfida ( $H_2S$ ), karbon dioksida ( $CO_2$ ) dan air bebas. Seringkali suhu dan tekanan operasi yang relatif tinggi terlibat yang selanjutnya dapat memperburuk laju serangan korosif.

Korosi lokal yang terjadi karena uap air dalam pipa isolasi disebut korosi di bawah isolasi (CUI). Kelembaban dapat memasuki insulasi secara langsung melalui pelapisan atau mungkin sudah ada di dalam lapisan pada saat pemasangan. Siklus kering/basah berikutnya meningkatkan ketersediaan spesies korosif agresif seperti: klorida. Spesies kemudian bermigrasi menuju antarmuka isolasi/pipa. Masalahnya semakin buruknya karena tapal efek mempertahankan spesies. Siklus suhu juga berkontribusi pada peningkatan laju serangan korosi. Penelitian telah menunjukkan bahwa mekanisme CUI kemudian dapat mengarah pada inisiasi bentuk serangan lain seperti SCC .

Pengendalian korosi pada baja karbon juga dapat dilakukan dengan insulasi maupun perlakuan panas (*heat treatment*) (Pratama dan Pratiwi, 2022). *Post-weld heat treatment* (PWHT) adalah pemanasan kembali area las setelah pengelasan untuk melunakkan area yang terkena panas las, meningkatkan ketangguhannya, dan menghilangkan tegangan sisa selama pengelasan. (Muharam, 2021).

Banyak penelitian telah dilakukan tentang uji korosi pada material ASTM A36 yang telah melalui perlakuan panas. Namun, belum banyak penelitian yang dilakukan tentang korosi yang menggunakan insulasi dengan perlakuan panas dan terkonsentrasi pada area hasil pengelasannya. Oleh karena itu, penelitian perlu dilakukan untuk mempelajari lebih lanjut hasil korosi di bawah insulasi. Hal ini dilakukan untuk mengkaji dan mempelajari lebih lanjut perubahan yang terjadi selama proses penelitian.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka mempunyai tujuan untuk meneliti *KOROSI DI BAWAH INSULASI PADA BAJA A36 DI PWHT DALAM MEDIA AIR LAUT*. Semoga para pembaca mendapatkan manfaat dari temuan penelitian ini.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Corrosion Under Insulation (CUI) masih menjadi tantangan yang terus-menerus di berbagai sektor industri, sehingga menimbulkan ancaman signifikan terhadap integritas dan umur panjang peralatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah spesifik korosi pada baja A36 ketika mengalami Perlakuan Panas Pasca Las (PWHT) lalu diisolasi, khususnya di lingkungan agresif air laut.

Proses perlakuan panas pasca pengelasan biasanya digunakan untuk menghilangkan tegangan sisa dan meningkatkan sifat mekanik struktur yang dilas. Namun, interaksi baja A36 dengan air laut, bila digabungkan dengan insulasi, dapat mempercepat korosi, sehingga mengganggu integritas struktural dan keamanan komponen penting. Terlepas dari langkah-langkah dan standar pencegahan yang ada, interaksi kompleks antara faktor-faktor yang berkontribusi terhadap CUI pada baja A36 dalam kondisi spesifik ini memerlukan penyelidikan mendalam lebih lanjut.

Penelitian ini akan mempelajari pemahaman mekanisme korosi, mengidentifikasi faktor-faktor utama yang mempengaruhi, dan mengusulkan strategi mitigasi yang efektif untuk mengatasi masalah korosi pada isolasi selama PWHT di lingkungan air laut. Dengan mendapatkan wawasan tentang proses dan kerentanan yang mendasarinya, penelitian ini bertujuan untuk



menyumbangkan pengetahuan berharga terhadap pengembangan langkah-langkah pencegahan korosi yang kuat, memastikan keandalan dan umur panjang struktur baja A36 dalam kondisi operasional serupa.

### 1.3 Batasan Penelitian

Batasan-batasan diterapkan agar inti dari masalah dapat diselesaikan dengan spesifik dan tidak melenceng dari judul penelitian ini.. Batasan penelitian ini meliputi:

1. Material uji yang digunakan ASTM A36
2. Jenis pengelasan yang digunakan SMAW dan dilakukan oleh *welder* dari UPTD BLK Palembang
3. Insulasi yang digunakan adalah insulasi listrik
4. Media uji korosi dengan air laut dari wilayah muntok, kabupaten bangka barat, provinsi kepulauan bangka Belitung
5. Proses PWHT menggunakan temperatur 600°C dan *holding time* selama 60 menit
6. Analisa korosi menggunakan metode *total immersion* standard ASTM G31-72 "*Laboratory Immersion Corrossion Testing of Metals*"
7. Pengujian yang dilakukan yaitu uji *Weight Loss*, uji kekerasan, Metalografi, dan Impak.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan dibuatnya "*Corrossion Under Insulation Dalam Air Laut Pada Baja ASTM A36 Yang Di Las Dan Di Post Weld Heat Treatment*" ialah sebagai berikut:

1. Menganalisis fenomena korosi dibawah insulasi pada baja A36 yang di *Post Weld Heat Treatment*

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan memberi manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai referensi bagi mereka yang bekerja dalam bidang pengendalian korosi.
2. Sebagai referensi untuk penelitian terkait lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alkahfi, A. dan Pratiwi, D.K. (2022) 'The Effect Of Time Variation On Corrosion Behavior ASTM A36 In Swamp Water From The Village Of Rambutan South Sumatra Province , Indonesia', *Journal of Mechanical Science and Engineering*, 20, pp. 13–19.
- Amosun, T.S. dkk. (2022) 'Effect of quenching media on mechanical properties of welded mild steel plate', *Mechanical Engineering for Society and Industry*, 3(1), pp.4–11. Available at: <https://doi.org/10.31603/mesi.7121>.
- Ananda, T.F. (2020) 'Pengaruh Proses Post Weld Heat Treatment Pada Hasil Pengelasan SMAW Terhadap Ketangguhan Baja Karbon Rendah', *Jurnal Teknik Mesin*, pp. 1–7.
- ASM International (2003) *ASM Handbook Volume 13A, Corrosion: Fundamentals, Testing, and Protection*.
- ASM International (2006) *ASM Handbook Volume 13C Corrosion: Environments and Industries*. Available at: <https://doi.org/10.1055/s-2007-984942>.
- ASTM International (2008) 'Standard Specification for Carbon Structural Steel 1: Annual Book of ASTM Standards', p. 4. Available at: <http://www.shunitesteel.com/wp-content/uploads/2013/05/A36/A36M-05-Standard-Specification-for-Carbon-Structural-Steel.pdf>.
- ASTM International (2015) 'Standard Specification for Carbon Structural Steel', *Annual Book of ASTM Standards, i(Reapproved)*, pp. 1–2. Available at: <https://doi.org/10.1520/A0036>.
- Azhar, Z.R. dkk. (2018) 'Coating Terhadap Karakteristik Korosi Dibawah Insulasi Pada Pipa Baja Astm a53 Grade B Insulasi Pada Pipa Baja Astm a53'.
- Azis, R.A., Suharno, S. dan Saputro, H. (2019) 'Pengaruh Variasi Diameter Elektroda E7018 Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan, dan Struktur Mikro Pengelasan pada Baja Karbon Rendah Jenis SS400 dengan Metode SMAW', *Jurnal Teknik*, 17(2), pp. 94–105. Available at: <https://doi.org/10.37031/jt.v17i2.53>.
- Bondada, V., Pratihari, D.K. dan Kumar, C.S. (2018) 'Detection and quantitative assessment of corrosion on pipelines through image analysis', *Procedia Computer Science*, 133, pp. 804–811. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.07.115>.

- D. Craig, B., A. Lane, R. dan H. Rose, D. (2006) 'Corrosion Prevention and Control : A Program Management Guide for Selecting Materials'.
- Geary, W. (2013) 'Analysis of a corrosion under insulation failure in a carbon steel refinery hydrocarbon line', *Case Studies in Engineering Failure Analysis*, 1(4), pp. 249–256. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.csefa.2013.09.001>.
- Gharibshahiyan, E. dkk. (2011) 'The effect of microstructure on hardness and toughness of low carbon welded steel using inert gas welding', *Materials and Design*, 32(4), pp. 2042–2048. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2010.11.056>.
- Ikumapayi, O.M. dkk. (2021) 'Effects of Heat Treatment on the Impact and Hardness Properties of Mild Steel [ASTM 36] Lap Welded Joint', *E3S Web of Conferences*, 309. Available at: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202130901078>.
- Ismael, Q. (2022) 'Investigation of mechanical properties of low carbon steel weldments for different welding processes', *SVU-International Journal of Engineering Sciences and Applications*, 3(2), pp. 116–122. Available at: <https://doi.org/10.21608/svusrc.2022.152920.1061>.
- Kumar, P., Arya, H.K. dan Verma, S. (2017) 'Effect of Post Weld Heat Treatment on Impact Toughness of SA 516 GR . 70 Low Carbon Steel Welded by Saw Process', 5(VII), pp. 971–974.
- Muharam, : Fa'iq Pungkas (2021) 'Pengaruh Temperatur Post Weld Heat Treatment ( Pwht ) Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Pada Sambungan Las Mig Baja Aisi 1000'.
- NACE (2016) SP 0198 Control of Corrosion Under Thermal Insulation and Fireproofing Materials.
- Ojahan, T. dan Winata, J. (2013) 'Perhitungan Laju Korosi pada Material Baja A36 Akibat Proses Pengelasan Smaw ( Shielded Metal Arc Welding )', *Jurnal Mechanical*, 4(1), pp. 38–44.
- Papavinasam, S. (2013) *Corrosion Control in the Oil and Gas Industry*, Corrosion Control in the Oil and Gas Industry. Available at: <https://doi.org/10.1016/C2011-0-04629-X>.
- Pengelasan SMAW : Pengertian, Elektroda, dan Variabel (no date). Available at: <https://www.allpro.co.id/pengelasan/smaw/> (Accessed: 26 January 2024).
- Pratama, R.G.P. dan Pratiwi, D.K. (2022) 'Pengaruh Variasi Perlakuan Panas 750 °C Terhadap Laju Korosi Aai Laut Pada ASTM A36'.

- Priyotomo, G. dkk. (2019) 'Korosi Baja Di Muara Baru Jakarta Dan Indramayu Dengan Simulasi Pasang Surut Uji Wet-Dry', 12(1), pp. 23–35.
- Purba, M.F.I. dan Fakhriza, F. (2020) 'Pengaruh Variasi Temperatur PWHT Dan Tanpa PWHT Terhadap Sifat Kekerasan Baja ASTM A 106 Grade B Pada Proses Pengelasan SMAW', *Journal of Welding Technology*, 2(1), pp. 13–18. Available at: [http://ejurnal.pnl.ac.id/Welding\\_Technology/article/view/1132%0Ahttp://ejurnal.pnl.ac.id/Welding\\_Technology/article/download/1132/1659](http://ejurnal.pnl.ac.id/Welding_Technology/article/view/1132%0Ahttp://ejurnal.pnl.ac.id/Welding_Technology/article/download/1132/1659).
- Putra, R. dkk. (2022) 'Analysis of Temperature Variations , Types of Insulation and Coating on Corrosion Under Insulation on ASTM A53 Pipes', 2(1), pp. 110–118.
- Roffey, P. dan Davies, E.H. (2014) 'The generation of corrosion under insulation and stress corrosion cracking due to sulphide stress cracking in an austenitic stainless steel hydrocarbon gas pipeline', *Engineering Failure Analysis*, 44, pp. 148157. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2014.05.004>.
- Setiawan, I. dan Ilman, M.N. (2013) 'Pengaruh Post Weld Heat Treatment Terhadap Sifat Mekanis dan Korosi Sambungan Las Spiral Saw pada Pipa Baja ASTM A252', *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 5(1), pp. 67–75.
- Society, A.W. (2004) American Welding Society, LIA Today.
- spesifikasi ASTM A36 | Beyond-steel & Metal (no date). Available at: <https://metal.beyond-steel.com/tag/spesifikasi-astm-a36/> (Accessed: 4 February 2024).
- Suryana, I.A. (2016) 'Analisa Pekaruh Temperatur Tempering Terhadap Struktur Mikro Dan Sifat Mekanik Baja AAR-M201 Grade E'.
- What is A Pitting Resistance Equivalent Number (PREN)? - Unified Alloys (no date). Available at: <https://www.unifiedalloys.com/blog/pitting-resistance-pren> (Accessed: 27 January 2024).
- Wilkinson, H. (2022) How To Repair Pitting Corrosion, BELZONA. Available at: <https://blog.belzona.com/why-you-should-be-concerned-about-pitting-corrosion-and-the-proven-solutions-to-combat-it/> (Accessed: 24 October 2022).
- Windarta (2014) 'Pengaruh Jenis Media Korosif Terhadap Laju Korosi Besi Cor Kelabu', *Sintek*, 8(2), pp. 1–6.
- Woodtli, J. dan Kieselbach, R. (2000) 'Damage due to hydrogen embrittlement and stress corrosion cracking', *Engineering Failure Analysis*, 7(6), pp. 427–450. Available at: [https://doi.org/10.1016/S1350-6307\(99\)00033-3](https://doi.org/10.1016/S1350-6307(99)00033-3).

