

**SKRIPSI**

**PENGARUH PENGELASAN TERHADAP KOROSI DI  
BAWAH ISOLASI DENGAN MEDIA AIR LAUT DAN AIR  
RAWA PADA BAJA ASTM A36**



**FAJAR GALIH PERMADI**

**03051281924061**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2023**



**SKRIPSI**

**PENGARUH PENGELASAN TERHADAP KOROSI DI  
BAWAH ISOLASI DENGAN MEDIA AIR LAUT DAN AIR  
RAWA PADA BAJA ASTM A36**

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



**OLEH  
FAJAR GALIH PERMADI  
03051281924061**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2023**



**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENGARUH PENGELASAN TERHADAP KOROSI DI  
BAWAH ISOLASI DENGAN MEDIA AIR LAUT DAN  
AIR RAWA PADA BAJA ASTM A36**

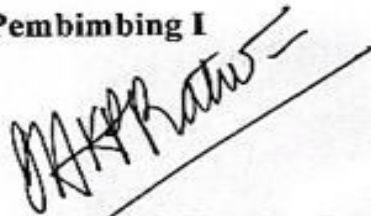
**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar sarjana Teknik  
Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:  
**FAJAR GALIH PERMADI**  
03051281924061

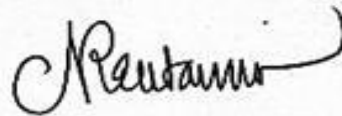
Palembang, Juli 2023

**Pembimbing I**



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

**Pembimbing II**



**Nurhabibah Paramitha E.U, S.T, M.T**  
NIP. 19891117 201504 2 003

**Mengetahui**  
**Ketua Jurusan Teknik Mesin**



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



JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No.  
Diterima Tanggal  
Paraf

: 023/TN/AK/2023

: 15/09/2023

: 

## SKRIPSI

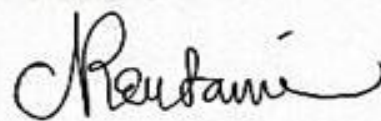
NAMA : FAJAR GALIH PERMADI  
NIM : 03051281924061  
JURUSAN : TEKNIK MESIN  
JUDUL SKRIPSI : PENGARUH PENGELASAN TERHADAP  
KOROSI DI BAWAH ISOLASI DENGAN  
MEDIA AIR LAUT DAN AIR RAWA PADA  
BAJA ASTM A36  
DIBUAT TANGGAL : 28 OKTOBER 2022  
SELESAI TANGGAL : 31 JULI 2023

Pembimbing I



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

Palembang, Agustus 2023  
Diperiksa dan disetujui oleh  
Pembimbing II



Nurhabibah Paramitha E.U, S.T, M.T  
NIP. 19891117 201504 2 003



Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

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





## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Pengaruh Pengelasan Terhadap Korosi di Bawah Isolasi dengan Media Air Laut dan Air Rawa pada Baja ASTM A36” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 31 Juli 2023.

Palembang, Juli 2023

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

1. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 197112251997021001

(.....)

Sekretaris :

2. Nurhabibah Paramitha Eka Utami, S.T, M.T  
NIP. 198911172015042003

(.....)

Anggota :

3. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP. 197909272003121004

(.....)

4. Gunawan, S.T, M.T  
NIP. 197705072001121001

(.....)

Pembimbing I

*Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi*

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

Palembang, Agustus 2023  
Diperiksa dan disetujui oleh  
Pembimbing II

*Nurhabibah Paramitha E.U.*

**Nurhabibah Paramitha E.U, S.T, M.T**  
NIP. 19891117 201504 2 003

**Mengetahui**  
**Ketua Jurusan Teknik Mesin**



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



## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah Subhanahuwata'ala atas rahmat-Nya yang diberikan sehingga saya dapat menyelesaikan Skripsi ini. Skripsi ini berjudul “Pengaruh Pengelasan Terhadap Korosi di Bawah Isolasi dengan Media Air Laut dan Air Rawa pada Baja ASTM A36”.

Skripsi ini dibuat bertujuan sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada proses penyusunan skripsi, penulis banyak mendapatkan bantuan, saran, dukungan serta do'a dari orang tua. Oleh sebab itu saya mengucapkan terima kasih kepada orang tua atas dukungan moril, bantuan, nasihat, dan materi yang telah diberikan pada penulis.

Penulis juga mengucapkan terima kasih banyak kepada pihak yang telah membantu penyusunan skripsi ini baik secara langsung ataupun tak langsung kepada:

1. Bapak Sukirok dan Ibu Robi Muraeni yang telah mendidik dan merawat saya dengan penuh kasih sayang, Devi Agustini Rahayu yang selalu membantu penulis dalam kesulitan, serta saudari Destia Putri Regita Cahyani yang penulis sayangi.
2. Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak sekali memberikan arahan, saran serta nasihat dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Nurhabibah Paramitha Eka Utami, S.T., M.T. selaku Dosen Pengarah yang membantu dalam pembuatan skripsi ini.
4. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D. IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D. IPP. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Gunawan, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Pembina Mahasiswa Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

7. Ir. Zainal Abidin, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang membantu penulis sejak awal perkuliahan.
8. 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.
9. 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.
10. Seluruh pihak yang telah mendukung penulis dalam pembuatan skripsi ini.

Hanya terima kasih yang dapat penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu, semoga Allah Subhanahuwata'ala membantu semua kebaikan yang sudah diberikan kepada saya dengan rahmat dan karunia-Nya. Akhir kata penulis mengharapkan agar skripsi ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang datang.

Palembang, Juli 2023



Fajar Galih Permadi

NIM. 03051281924061

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fajar Galih Permadi

NIM : 03051281924061

Judul : Pengaruh Pengelasan Terhadap Korosi di Bawah Isolasi dengan Media Air Laut Dan Air Rawa pada Baja ASTM A36

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

Palembang, Juli 2023



Fajar Galih Permadi  
NIM. 03051281924061



## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fajar Galih Permadi

NIM : 03051281924061

Judul : Pengaruh Pengelasan Terhadap Korosi di Bawah Isolasi dengan Media Air Laut Dan Air Rawa pada Baja ASTM A36

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



Palembang, Juli 2023



Fajar Galih Permadi  
NIM. 03051281924061





## RINGKASAN

### PENGARUH PENGELASAN TERHADAP KOROSI DI BAWAH ISOLASI DENGAN MEDIA AIR LAUT DAN AIR RAWA PADA BAJA ASTM A36

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 31 Juli 2023

Fajar Galih Permadi, dibimbing oleh Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T.

xxvii + 72 Halaman, 9 Tabel, 38 Gambar, 13 Lampiran

### RINGKASAN

Korosi lokal yang menyerang antarmuka logam antara permukaan logam dan isolasi dikenal sebagai korosi di bawah isolasi. Menurut sebuah penelitian, korosi di bawah isolasi menyumbang tingkat kebocoran tertinggi di industri kimia dan menyumbang untuk kerugian sekitar 40% sampai 60% dari biaya yang terkait dengan pemeliharaan pipa. Korosi di bawah isolasi adalah korosi eksternal dari pipa dan bejana baja tahan karat yang disebabkan oleh penetrasi air di bawah lapisan luar atau isolasi. Korosi di bawah isolasi biasanya tidak terdeteksi sampai isolasi lapisan dilepas untuk memungkinkan inspeksi atau sampai ada kebocoran ke atmosfer. Korosi di bawah isolasi adalah masalah utama yang mempengaruhi semua sektor penyulingan, petrokimia, listrik, dan industri di darat dan lepas pantai di seluruh dunia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa mengenai fenomena laju korosi di bawah isolasi pada baja ASTM A36 dengan media air laut dan air rawa. Penelitian ini dimulai dengan proses pengelasan baja ASTM A36 dengan ukuran 100 x 100 x 10 mm menggunakan elektroda E7018, dan dilanjutkan dengan pengujian *dye penetrant*. Kemudian, dilakukan proses penimbangan menggunakan timbangan digital dan isolasi material dengan *tape PVC* pada seluruh bagian kecuali bagian atas. Setelah itu, material dilakukan proses perendaman selama 7 dan 14 hari dengan media air laut dan air rawa. Setelah selesai kemudian dilakukan pengujian laju korosi, metalografi, kekerasan *brinell*, dan dampak. Hasil pengujian laju korosi

menunjukkan bahwa pada spesimen tanpa isolasi 7 hari dengan media air rawa memiliki laju korosi tertinggi sebesar 0,2135468 *mpy*. Kekerasan spesimen dengan media air rawa mendapat nilai tertinggi 136 BHN. Sedangkan, kekerasan spesimen dengan media air laut mendapat nilai tertinggi 170 BHN lebih tinggi 25%. Hal ini disebabkan karena pengaruh laju korosi sehingga kekerasan spesimen dengan media air laut lebih tinggi. Pada hasil pengujian impak menunjukkan bahwa pada spesimen dengan isolasi 7 hari menggunakan media air laut memiliki nilai tertinggi sebesar 206 *Joule*. Hal ini disebabkan karena korosi pada spesimen tersebut sangat kecil. Proses pengelasan menyebabkan hasil metalografi struktur mikro yang didapatkan dominan pada fasa *ferrite acicular* dan *widmanstatten*. Fasa tersebut terbentuk karena proses pendinginan lambat pada paduan logam. Korosi seragam dan korosi sumuran adalah jenis korosi yang terjadi di bawah isolasi.

Kata Kunci: korosi di bawah isolasi, ASTM A36, pengelasan

Kepustakaan: 21

## SUMMARY

### EFFECT OF WELDING ON CORROSION UNDER ISOLATION WITH SEAWATER AND SWAMP WATER MEDIA ON ASTM A36 STEEL

Scientific paper in the form of a thesis, July 31, 2023

Fajar Galih Permadi, supervised by Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T.

xxvii + 72 Pages, 9 Tables, 38 Figures, 13 Appendix

#### SUMMARY

Localized corrosion that attacks the metal interface between the metal surface and the insulation is known as corrosion under insulation. According to a study, corrosion under insulation accounts for the highest leakage rates in the chemical industry and accounts for losses of around 40% to 60% of the costs associated with pipeline maintenance. Corrosion under insulation is the external corrosion of stainless steel pipes and vessels caused by the penetration of water under the outer layer or insulation. Corrosion under insulation is usually not detected until the insulation layer is removed to allow inspection or until there is a leak to the atmosphere. Corrosion under insulation is a major problem affecting all sectors of the refining, petrochemical, power, and onshore and offshore industries worldwide. This study aims to analyze the phenomenon of corrosion rate under insulation on ASTM A36 steel with sea water and swamp water media. This study began with the welding process of ASTM A36 steel with a size of 100 x 100 x 10 mm using E7018 electrodes, and continued with dye penetrant testing. Then, a weighing process is carried out using digital scales and material insulation with PVC tape on all parts except the top. After that, the material was soaked for 7 and 14 days in sea water and swamp water media. After completion, tests for corrosion rate, metallography, brinell hardness, and impact were carried out. The results of the corrosion rate test showed that the specimen without isolation for 7 days with swamp water media had the highest

corrosion rate of 0.2135468 mpy. The hardness of specimens using swamp water media received the highest score of 136 BHN. Meanwhile, the hardness of specimens using seawater media received the highest score of 170 BHN, which was 25% higher. This is due to the influence of the corrosion rate so that the hardness of the specimen with seawater media is higher. The results of the impact test showed that the specimen with 7 days of isolation using seawater media had the highest value of 206 Joules. This is because the corrosion on the specimen is very small. The welding process led to metallographic microstructure results which were obtained dominantly in the acicular and widmanstatten ferrite phases. This phase is formed due to the slow cooling process in metal alloys. Uniform corrosion and pitting corrosion are types of corrosion that occur under insulation.

**Keywords:** corrosion under insulation, ASTM A36, welding

**Literature:** 21

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	v
SKRIPSI .....	vii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	xiii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS .....	xv
RINGKASAN .....	xvii
SUMMARY .....	xix
DAFTAR ISI .....	xxi
DAFTAR GAMBAR .....	xxiii
DAFTAR TABEL .....	xxv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	3
1.3    Batasan Penelitian .....	3
1.4    Tujuan .....	4
1.5    Manfaat .....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1    Korosi di Bawah Isolasi .....	5
2.1.1    Kondisi Terjadinya Korosi di Bawah Isolasi .....	6
2.1.2    Pencegahan Korosi di Bawah Isolasi .....	7
2.2    Korosi Air Laut .....	8
2.2.1    Faktor yang Mempengaruhi Korosi Air Laut .....	9
2.3    Korosi Air Rawa .....	10
2.3.2    Penyebab Korosi Air Rawa.....	10
2.4    Baja ASTM A36 .....	10
2.4.1    Korosi pada Baja Karbon .....	11
2.4.2    Korosi pada Pengelasan Baja Karbon .....	12

2.5	Pengelasan .....	13
2.6	Penelitian Terdahulu .....	13
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....		15
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	15
3.2	Persiapan Alat dan Bahan .....	16
3.3	Prosedur Penelitian.....	16
3.3.1	Studi Literatur .....	16
3.3.2	Preparasi Spesimen .....	17
3.3.3	Proses Pengelasan SMAW .....	17
3.3.4	Pengujian <i>Dye Penetrant</i> .....	18
3.3.5	Proses Penimbangan Berat .....	20
3.3.6	Proses Insulasi Material .....	21
3.3.7	Proses Perendaman Spesimen dalam Air Laut.....	21
3.4	Metode Penelitian.....	22
3.4.1	Laju Korosi.....	22
3.4.2	Uji Kekerasan .....	23
3.4.3	Uji Impak.....	25
3.4.4	Metalografi .....	27
3.5	Analisa Pengolahan Data .....	28
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....		29
4.1	Hasil Komposisi Kimia .....	29
4.2	Hasil Pengujian <i>Dye Penetrant</i> .....	31
4.3	Hasil Pengujian Laju Korosi .....	32
4.4	Hasil perhitungan Kekerasan .....	36
4.5	Hasil Pengujian Impak .....	37
4.5.1	Permukaan Patah Spesimen Impak .....	39
4.6	Hasil Pengamatan Metalografi .....	42
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		55
5.1	Kesimpulan.....	55
5.2	Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA.....		57
LAMPIRAN .....		59

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	<i>Corrosion Under Insulation</i> (Putra dkk., 2021) .....	5
Gambar 2. 2	Efek PH terhadap Korosi (de Vogrlaere, 2007) .....	6
Gambar 3. 1	Diagram Alir Penelitian.....	15
Gambar 3. 2	Pengelasan SMAW (Ojahan dan Winata, 2013) .....	17
Gambar 3. 3	Geometri dan Dimensi Pengelasan Baja ASTM A36 .....	18
Gambar 3. 4	Skema Pengujian <i>Dye Penetrant</i> (Yunianto dkk., 2023) .....	19
Gambar 3. 5	Penimbangan Berat Menggunakan Timbangan Digital .....	20
Gambar 3. 6	Proses Isolasi <i>Tape PVC</i> .....	21
Gambar 3. 7	Proses Perendaman Korosi. ....	22
Gambar 3. 8	Alat Uji Kekerasan <i>Brinell</i> (Teknik Mesin Unsri, Indralaya) ...	24
Gambar 3. 9	Alat Uji Impak (Teknik Mesin Unsri, Indralaya).....	25
Gambar 3. 10	Bentuk 3 Dimensi Spesimen Impak Standar JIS Z 2202. ....	25
Gambar 3. 11	Spesimen Uji Metalografi.....	27
Gambar 3. 12	Alat <i>Specimen Dryer</i> dan Mikroskop Metalografi .....	27
Gambar 4. 1	Tampak Depan.....	32
Gambar 4. 2	Tampak Belakang.....	32
Gambar 4. 3	Perbandingan Laju Korosi Dengan dan Tanpa Isolasi .....	34
Gambar 4. 4	Laju Korosi Spesimen Perendaman Tanpa Isolasi .....	34
Gambar 4. 5	Laju Korosi Perendaman Dengan Isolasi .....	35
Gambar 4. 6	Nilai Kekerasan Brinell Seluruh Spesimen Pengujian .....	36
Gambar 4. 7	Perbandingan hasil uji impak spesimen setelah perendaman....	38
Gambar 4. 8	Perpatahan L1 WM.....	39
Gambar 4. 9	Perpatahan L1 HAZ.....	39
Gambar 4. 10	Perpatahan L2 WM.....	39
Gambar 4. 11	Perpatahan L2 HAZ.....	39
Gambar 4. 12	Perpatahan L7 WM.....	40
Gambar 4. 13	Perpatahan L7 HAZ.....	40
Gambar 4. 14	Perpatahan L14 WM.....	40
Gambar 4. 15	Perpatahan L14 HAZ.....	40

Gambar 4. 16 Perpatahan L7+ WM .....	40
Gambar 4. 17 Perpatahan L7+ HAZ.....	40
Gambar 4. 18 Perpatahan L14+ WM .....	40
Gambar 4. 19 Perpatahan L14+ HAZ.....	40
Gambar 4. 20 Perpatahan R7 WM.....	41
Gambar 4. 21 Perpatahan R7 HAZ.....	41
Gambar 4. 22 Perpatahan R14 WM.....	41
Gambar 4. 23 Perpatahan R14 HAZ.....	41
Gambar 4. 24 Perpatahan R7+ WM .....	41
Gambar 4. 25 Perpatahan R7+ HAZ.....	41
Gambar 4. 26 Perpatahan R14+ WM .....	41
Gambar 4. 27 Perpatahan R14+ HAZ.....	41
Gambar 4. 28 Spesimen las tanpa perendaman (L1) .....	42
Gambar 4. 29 Spesimen las tanpa perendaman (L2).....	43
Gambar 4. 30 Spesimen las air laut 7 hari (L7).....	44
Gambar 4. 31 Spesimen las air laut dengan isolasi 7 hari (L7+).....	45
Gambar 4. 32 Spesimen las air laut 14 hari (L14).....	46
Gambar 4. 33 Spesimen las air laut dengan isolasi 14 hari (L14+).....	47
Gambar 4. 34 Spesimen las air rawa 7 hari (R7).....	48
Gambar 4. 35 Spesimen las air rawa dengan isolasi 7 hari (R7+).....	49
Gambar 4. 36 Spesimen las air rawa 14 hari (R14).....	50
Gambar 4. 37 Spesimen las air rawa dengan isolasi 7 hari (R7+).....	51
Gambar 4. 38 Tebal Korosi Seluruh Spesimen Pengujian Berdasarkan Gambar Metalografi.....	52



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Unsur Pokok dalam Air Laut (Benjamin, 2006) .....	8
Tabel 2. 2	Komposisi Baja ASTM A36 (Widyawati dkk., 2022).....	11
Tabel 3. 1	Alat dan Bahan Penelitian .....	16
Tabel 3. 2	Jumlah, Jenis, dan Kode Spesimen Pengujian .....	17
Tabel 4. 1	Komposisi Kimia Baja ASTM A36 (ASTM International, 2015)	29
Tabel 4. 2	Komposisi Kimia Elektroda E7018 (Nikko Steel, 2018).....	30
Tabel 4. 3	Komposisi Air Laut (Gaga Pisasefsio Pratama, 2022).....	30
Tabel 4. 4	Komposisi Air Rawa (Alkahfi A, 2022) .....	31
Tabel 4. 5	Komposisi Kimia Insulasi <i>Tape PVC</i> (DIRECTA (UK) Ltd, 1999) .....	31
Tabel 4. 6	Perhitungan kehilangan berat pada setiap spesimen .....	33
Tabel 4. 7	Perhitungan Laju Korosi .....	33
Tabel 4. 8	Hasil pengujian impak.....	38
Tabel 4. 9	Nilai Pengukuran Ketebalan Korosi Seluruh Spesimen Berdasarkan Gambar Metalografi .....	52



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses Pengelasan .....	59
Lampiran 2. Pengujian <i>Penetrant</i> .....	59
Lampiran 3. Proses Penimbangan Berat dan Isolasi .....	60
Lampiran 4. Proses Perendaman Korosi .....	60
Lampiran 5. Pengujian Kekerasan.....	60
Lampiran 6. Pengujian Metalografi.....	61
Lampiran 7. Pengujian Impak .....	62
Lampiran 8. Komposisi Kimia Baja ASTM A36.....	63
Lampiran 9. Komposisi Kimia Air Laut .....	64
Lampiran 10. Komposisi Kimia Air Rawa.....	65
Lampiran 11. Komposisi Kimia Elektroda E7018 .....	66
Lampiran 12. Komposisi Kimia <i>Coating Tape Pvc</i> .....	67
Lampiran 13. Perhitungan Kekerasan <i>Brinell</i> .....	68

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Korosi adalah penurunan kualitas logam yang disebabkan oleh reaksi oksidasi dan reduksi dengan lingkungan. Kerugian banyak terjadi akibat korosi karena memperpendek masa manfaat produk. Proses korosi pada logam dapat dipengaruhi oleh sejumlah elemen, termasuk komposisi kimia, elektroda las, dan konsentrasi garam (Widyawati dkk., 2022).

Berdasarkan studi literatur, hasil identifikasi pengujian kebocoran dan analisis kinerja isolasi dan kerusakan yang terjadi akibat *Corrosion Under Insulation* (CUI) pemipaan uap tekanan tinggi, medium dan rendah dengan total panjang 1533 meter pada sebuah pengolahan minyak bumi nasional yang terletak di daerah Jawa Tengah. Hasil analisa dan evaluasi berdasarkan sumber ASTM-C680, API 570, ASME B31.3 dan B31.4; diperoleh rekomendasi tindak lanjut perbaikan isolasi dan beberapa pemipaan, akibat kerusakan dan kebocoran panas sebesar 210 kW/jam serta perubahan struktur material permukaan dan penipisan pipa uap pada jalur tekanan tinggi. Disampaikan juga tindak lanjut yang diperlukan untuk mencegah kebocoran dan kerusakan *Corrosion Under Insulation* melalui pemilihan karakteristik material isolasi yang sesuai dengan kondisi proses dan faktor lingkungan setempat (Pujowidodo dkk., 2015).

Korosi lokal yang menyerang antarmuka logam antara permukaan logam dan isolasi dikenal sebagai *Corrosion Under Insulation* (CUI). Di pabrik-pabrik saat ini, *Corrosion Under Insulation* adalah penyebab utama kegagalan tak terduga. Menurut sebuah penelitian, faktor *Corrosion Under Insulation* menyumbang tingkat kebocoran tertinggi di industri kimia dan menyumbang untuk kerugian sekitar 40% sampai 60% dari biaya yang terkait dengan pemeliharaan pipa. Korosi di bawah isolasi adalah korosi eksternal dari pipa dan bejana baja tahan karat yang disebabkan oleh penetrasi air di bawah lapisan luar

atau isolasi. *Corrosion Under Insulation* biasanya tidak terdeteksi sampai isolasi lapisan dilepas untuk memungkinkan inspeksi atau sampai ada kebocoran ke atmosfer. *Corrosion Under Insulation* adalah masalah utama yang mempengaruhi semua sektor penyulingan, petrokimia, listrik, dan industri di darat dan lepas pantai di seluruh dunia. Meskipun ini bukan masalah baru, namun berpotensi menjadi signifikan. *Corrosion Under Insulation* harus disalahkan atas banyak kebocoran besar yang mengakibatkan insiden kesehatan dan keselamatan, kerugian produksi, dan anggaran pemeliharaan yang besar yang diperlukan untuk mengatasi masalah ini (Putra dkk., 2022).

Korosi sering kali terbentuk di permukaan pelat, namun pada area sambungan las bisa saja terjadi kecacatan selain dipengaruhi oleh media korosi, juga dipengaruhi dari proses pengelasan. Pengelasan adalah metode yang kuat untuk menyatukan dua logam. Pengelasan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilakukan dalam keadaan meleleh atau cair, seperti yang didefinisikan oleh *Dutch Industrie Normen (DIN)*. *Shielded Metal Arc Welding (SMAW)*, juga dikenal sebagai las elektroda terbungkus, adalah salah satu dari empat puluh jenis pengelasan saat ini. Namun, korosi dan sambungan las pada material baja tidak dapat dipisahkan. Kekuatan material dapat berkurang dan struktur dapat rusak karena korosi (Sultanul Azdkar dkk., 2018).

Penelitian tentang uji korosi pada material ASTM A36 yang di *As Weld* telah banyak dilakukan, akan tetapi penelitian tentang korosi yang menggunakan isolasi pada daerah hasil pengelasan dengan media air laut dan air rawa belum dilakukan. Oleh karena itu, dirasa perlu dilakukan penelitian untuk menganalisis lebih lanjut hasil dari terjadinya korosi dibawah isolasi, sehingga dapat dikaji dan dipelajari lebih lanjut perubahan-perubahan yang terjadi selama proses penelitian. Atas dasar tersebut penulis mengambil tugas akhir/skripsi: “PENGARUH PENGELASAN TERHADAP KOROSI DI BAWAH ISOLASI DENGAN MEDIA AIR LAUT DAN AIR RAWA PADA BAJA ASTM A36”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Pada industri minyak dan gas, jenis pipa yang digunakan umumnya terbuat dari material baja dengan mayoritas baja karbon. Baja karbon dipilih karena dapat mengatasi masalah rendahnya ketahanan terhadap korosi, yaitu salah satunya isolasi dengan ditambah lapisan anti korosi (Hardika, 2017). Kegagalan akibat *Corrosion Under Insulation* merupakan *main problem* mengingat umumnya penggunaan isolasi serta besarnya kerugian yang diakibatkan. Banyak penelitian tentang pengaruh pengelasan dengan laju korosi ASTM A36, namun perbandingan *Corrosion Under Insulation* pada material ASTM A36 dalam lingkungan air laut dan air rawa belum ditemukan.

## 1.3 Batasan Penelitian

Batasan-batasan yang ada dalam penelitian ini adalah:

1. Spesimen yang digunakan adalah baja ASTM A36 sesuai standar ISO 19277.
2. Metode pengelasan yang digunakan adalah SMAW yang dilakukan oleh *welder* dari UPTD BLKPPKT Provinsi Sumatera Selatan.
3. Isolasi yang digunakan terbuat dari *tape PVC* sesuai standar NACE SP 0198 (*Organic Foam*).
4. Media uji korosi yang digunakan adalah air laut yang berasal dari Daerah Muntok, Kabupaten Bangka Barat, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung dan air rawa yang berasal dari daerah KTM Sungai Rambutan, Kabupaten Ogan Ilir, Provinsi Sumatera Selatan.
5. Analisa korosi yang dilakukan menggunakan metode *total immersion* sesuai dengan standar ASTM G31-72 "*Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals.*"
6. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah *dye penetrant*, laju korosi, uji kekerasan, uji impak, metalografi.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa mengenai fenomena laju korosi di bawah isolasi pada baja ASTM A36 dengan media air laut dan air rawa.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini, yaitu:

1. Sebagai referensi bagi penelitian yang relevan.
2. Sebagai bahan masukan dan pertimbangan untuk teknisi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alkahfi, A., & Pratiwi, D. K. (2022). The Effect Of Time Variation On Corrosion Behavior ASTM A36 In Swamp Water From The Village Of Rambutan South Sumatera Province, Indonesia. *Journal of Mechanical Science and Engineering*, 9(2).
- Azdkar, M. S., Pratikno, H., & Titah, H. S. (2019). Analisis Pengelasan SMAW Pada Baja ASTM A36 dengan Variasi Elektroda Terhadap Sifat Mekanik Dan Ketahanan Biokorosi Di Lingkungan Laut. *Jurnal Teknik ITS*, 7(2).
- Baihaqi, R. A., Pratikno, H., & Hadiwidodo, Y. S. (2020). Analisis Sour Corrosion pada Baja ASTM A36 Akibat Pengaruh Asam Sulfat dengan Variasi Temperatur dan Waktu Perendaman di Lingkungan Laut. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2).
- De Vogelaere, F. (2009). Corrosion under insulation. *Process Safety Progress*, 28(1).
- Eltai, E., Al-Khalifa, K., Al-Ryashi, A., Mahdi, E., & Hamouda, A. M. S. (2016). Investigating the corrosion under insulation (CUI) on steel pipe exposed to Arabian Gulf sea water drops. *Key Engineering Materials*, 689, 148-153.
- Irawan, A. (2016). Analisis Korosi Pada Pipa Gas. Universitas Negeri Semarang.
- Jofalo, Z. N., & Tjahjanti, P. H. (2021). Analysis of Corrosion Breakdown Rate in Low Carbon Steel with Aluminum Coating. *Procedia of Engineering and Life Science*, 1(1).
- Khotasa, S. (2016). analisa pengaruh variasi arus dan bentuk kampuh pada pengelasan smaw terhadap kekuatan impact sambungan butt joint pada plat baja a36. Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Lestari, S., Sumsanto, M., Anugerah, P., & Sari, S. R. (2021). Analisis pH Air pada Lahan Rawa Pasang Surut Sebagai Potensi MINAPADI di Desa Sungai Dua. *Clarias: Jurnal Perikanan Air Tawar*, 2(2).
- Munasir. (2009). Laju Korosi Baja SC-42 dalam Medium Air Laut dengan Metode Immers Total, Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA.



- MK, S. N., & Misbah, M. N. (2012). Analisis pengaruh salinitas dan suhu air laut terhadap laju korosi baja a36 pada pengelasan SMAW. *Jurnal teknik ITS*, 1(1).
- Ojahan, T., & Winata, J. (2013). Perhitungan laju korosi pada material baja a36 akibat proses pengelasan smaw (Shielded Metal Arc Welding). *Jurnal Mechanical*, 4(1).
- Pujowidodo, H., & Nuryadin, B. (2015). Evaluasi Kinerja Insulasi dan Kerusakan CUI Pipa Distribusi Uap Unit Utility Plant Pengolahan Minyak. In *Prosiding Seminar Sains Nasional dan Teknologi* (Vol. 1, No. 1).
- Putra, R., Muhammad, M., Hafli, T., Islami, N., & Apandi, A. (2022). Analysis of Temperature Variations, Types of Insulation and Coating on Corrosion Under Insulation on ASTM A53 Pipes. *International Journal of Engineering, Science and Information Technology*, 2(1).
- Raouf, A. H., Gharibshahiyan, E., & Gharibshahian, M. A. (2011). Numerical simulation of friction stir welding process and effect of process parameter for Al6061-T6. In *International Congress on Advances in Welding Science and Technology for Construction, Energy and Transportation Systems*.
- Rimpung, I. K. (2017). Pengaruh perlakuan panas terhadap kekerasan Baja (St. 42) dengan temperatur pemanasan 800° C, metode brinell, di laboratorium uji bahan politeknik negeri bali. *Logic: Jurnal Rancang Bangun dan Teknologi*, 16(2), 87.
- Royani, A., Hanafi, M., Julistiono, H., & Manaf, A. (2022). Biokorosi dan teknologi pencegahannya di industri minyak dan gas. *Metalurgi*, 36(3).
- Rukminasari, N., & Nadiarti, K. (2014). Awaluddin, The Effect of Acidic Level of Media on Calcium Concentration and Growth halimeda sp. *Jurnal ilmu kelautan dan perikanan*, 24.
- Wahyu, M., & Irwan, A. (2020). Analisa Uji Impak Baja Carbon Steel 1045 Dengan Menggunakan Metode Charpy. *Jurnal Simetri Rekayasa Vol*, 2(01).
- Widyawati, F., Bahtiar, S., Hidayat, S., & Cibro, S. (2022). Analisis Laju Korosi Baja A36 dalam Media Air Laut Hasil Proses Pengelasan Metode FCAW dengan Variasi Waktu Perendaman. *Metal Indonesia*, 44(1).
- Yunianto, B., & Wicaksana, P. Analisis Cacat Hasil Pengelasan Pada Pipa ASTM A106 Grade B Menggunakan Magnetic Particle Test dan Liquid Penetrant Test di Workshop Las dan Inspeksi PPSDM MIGAS Cepu. *ROTASI*, 25(2).