

SKRIPSI

**PENGARUH *QUENCHING* SETELAH
PENGELASAN TERHADAP KOROSI DI BAWAH
INSULASI MEDIA AIR LAUT PADA BAJA A36**



**ARDA ROSHID RIDHO
03051281924027**

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

SKRIPSI

**PENGARUH *QUENCHING* SETELAH
PENGELASAN TERHADAP KOROSI DI BAWAH
INSULASI MEDIA AIR LAUT PADA BAJA A36**

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



**Oleh :
ARDA ROSHID RIDHO
03051281924027**

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

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH *QUENCHING* SETELAH PENGELASAN
TERHADAP KOROSI DI BAWAH INSULASI MEDIA
AIR LAUT PADA BAJA A36**

SKRIPSI

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

Oleh:

ARDA ROSHID RIDHO

03051281924027

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

Palembang, 11 Oktober 2023


Diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing Skripsi

A handwritten signature in black ink, which appears to read 'Diah Kusuma Pratiwi', is written over a horizontal line.

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

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. : 054/TM/AF/2023
Diterima Tanggal : 16-11-2023
Paraf : 

SKRIPSI

NAMA : ARDA ROSHID RIDHO
NIM : 03051281924027
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : PENGARUH *QUENCHING* SETELAH
PENGELASAN TERHADAP KOROSI DI
BAWAH INSULASI MEDIA AIR LAUT
PADA BAJA A36
DIBUAT TANGGAL : 28 OKTOBER 2022
SELESAI TANGGAL : 11 OKTOBER 2023

Palembang, 11 Oktober 2023

Diperiksa dan disetujui oleh

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

Pembimbing Skripsi



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

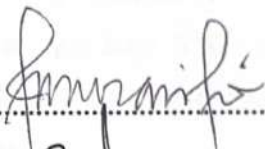
HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "Pengaruh *Quenching* Setelah Pengelasan Terhadap Korosi Di Bawah Insulasi Media Air Laut Pada Baja A36" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 11 Oktober 2023.

Palembang, Oktober 2023


Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi
Ketua :

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

()

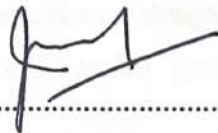
Sekretaris :

2. Akbar Teguh Prakoso S.T, M.T.
NIP. 199204122022031009

()


Anggota :

3. Gunawan, S.T, M.T, Ph.D.
NIP. 197705072001121001

()

Palembang, Oktober 2023

Mengetahui,

 Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yuni S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001

Diperiksa dan disetujui oleh,
Pembimbing Skripsi

()

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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan atas kehadiran Allah Swt. yang telah memberikan Rahmat, Nikmat, 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 dan penuh keilmuan.

Skripsi yang berjudul “Pengaruh *Quenching* Setelah Pengelasan Terhadap Korosi Di Bawah Insulasi Media Air Laut Pada Baja A36”, 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 hormat dan terima kasih yang tak terhingga atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Bapak Maridi dan Ibu Hanani yang telah mendidik saya dengan penuh rasa kasih sayang, serta seluruh saudara-saudariku yang saya banggakan.
2. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Prof. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Gunawan, S.T., M.T., Ph.D. selaku Pembina Mahasiswa Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Dr.Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T. sebagai Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak sekali memberikan arahan dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Nurhabibah Paramitha Eka Utami, S.T, M.T. selaku Dosen pengarah yang membantu dalam pembuatan skripsi ini.
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. Teman teman seperjuangan Teknik Mesin 2019 yang selalu menemani penulis untuk menyelesaikan masa perkuliahan.

Dalam penyusunan Laporan ini penulis menyadari adanya keterbatasan dalam wawasan dan ilmu yang penulis miliki, oleh karena itu penulis mohon maaf atas kekurangan dan membuka diri terhadap saran dan kritik yang bersifat membangun demi kebaikan selanjutnya, agar dalam penulisan laporan selanjutnya dapat lebih baik lagi. Akhirnya penulis mengharapkan semoga laporan ini bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Indralaya, 5 Agustus 2023



Arda Roshid Ridho

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Arda Roshid Ridho

NIM : 03051281924027

Judul : Pengaruh *Quenching* Setelah Pengelasan Terhadap Korosi Di Bawah Insulasi Media Air Laut Pada Baja 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 ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, 30 Oktober 2023



Arda Roshid Ridho
NIM. 03051281924027

HALAMAN PERNYATAAN INTERGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Arda Roshid Ridho

NIM : 03051281924027

Judul : Pengaruh *Quenching* Setelah Pengelasan Terhadap Korosi Di Bawah Insulasi Media Air Laut Pada Baja A36

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini. 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 siapapun.



Indralaya, 30 Oktober 2023



Arda Roshid Ridho

NIM. 03051281924027

RINGKASAN

PENGARUH *QUENCHING* SETELAH PENGELASAN TERHADAP KOROSI DI BAWAH INSULASI MEDIA AIR LAUT PADA BAJA A36

Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi, 11 Oktober 2023

Arda Roshid Ridho ; Dibimbing oleh Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T.

xxvii + 87 halaman, 14 tabel, 34 gambar, 12 lampiran

RINGKASAN

Korosi pada baja karbon rendah menjadi masalah utama dalam dunia industri, terutama industri perminyakan, gas, *refining*, dan kimia karena dapat mengakibatkan kerugian finansial yang besar, untuk total kerugian yang dialami perusahaan di Indonesia akibat korosi diperkirakan mencapai 2-5% dari produk domestik suatu negara. Korosi yang terjadi karena kerusakan insulasi (*Corrosion Under Insulation*) menjadi hal yang perlu diperhatikan oleh dunia industri karena permasalahan ini sulit diamati tetapi sangat berdampak terhadap proses industri. Salah satu cara untuk memperbaiki kualitas pengelasan dan ketahanan korosi adalah dengan *post weld heat treatment* (PWHT). Saat ini sulit ditemukan penelitian tentang korosi dibawah insulasi pada material pengelasan dan pengaruh heat treatment. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pendinginan cepat setelah pengelasan baja karbon rendah ASTM A36 terhadap peristiwa korosi dibawah insulasi dengan metode “*Water Immersion*” menggunakan air laut yang diambil dari daerah Muntok, Kabupaten Bangka Barat, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung selama 7 dan 14 hari. Pengelasan dilakukan dengan jenis *shield metal arc welding* (SMAW). Perlakuan panas diterapkan pada temperatur 880 C yang ditentukan melalui perhitungan *carbon equivalent* dengan lama waktu penahanan 60 menit kemudian didinginkan secara cepat dalam media air laut. Pengujian yang dilakukan adalah uji komposisi kimia, *non destructive test* berupa *dye penetrant* pada hasil pengelasan, uji kekerasan *brinell*, perhitungan laju korosi, uji impak *charpy*, dan pengamatan metalografi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *quenching*

meningkatkan kekerasan, ketangguhan, dan mempengaruhi laju korosi material setelah dilakukan perendaman korosi baik dengan penggunaan insulasi maupun tanpa insulasi. Perendaman material mengalami penghambatan laju korosi pada hari ke 14 karena terbentuk lapisan oksida yang menghalangi degradasi lebih lanjut. Hasil pengamatan metalografi menunjukkan bahwa setelah dilakukan pengelasan fasa yang terbentuk adalah fasa *pearlite*, *Ferrite accicular* dan *widmanstätten*.

Kata Kunci : *corrosion under insulation*, ASTM A36, pengelasan, *quenching*.

Kepustakaan : 36

SUMMARY

EFFECT OF POST WELD HEAT TREATMENT *QUENCHING* ON CORROSION UNDER INSULATION IN SEA WATER MEDIUM ON A36 STEEL

Scientific Writing in the form of a Thesis, 11 October 2023

Arda Roshid Ridho; Supervised of Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T.

xxvii + 87 pages, 14 tables, 34 figures, 12 attachment

SUMMARY

Corrosion in low carbon steel is a significant problem in the industrial world, particularly in the oil, gas, refining, and chemical industries, as it can result in significant financial losses. In Indonesia, it is estimated that corrosion-related losses account for 2-5% of the country's GDP. Corrosion occurring due to insulation damage (Corrosion Under Insulation) is a concern for the industrial sector because it is challenging to detect but has a substantial impact on industrial processes. One way to improve the quality of welding and corrosion resistance is through post-weld heat treatment (PWHT). Currently, there is limited research on corrosion under insulation in welded materials and the impact of heat treatment. This research aims to investigate the influence of rapid *quenching* after welding low carbon ASTM A36 steel on corrosion under insulation using the "Water Immersion" method, with seawater from the Muntok area, West Bangka Regency, Bangka Belitung Province, collected for 7 and 14 days. The welding was performed using shielded metal arc welding (SMAW). Heat treatment was applied at a temperature of 880°C, determined through carbon equivalent calculations, with a holding time of 60 minutes, followed by rapid cooling in seawater. Testing included chemical composition analysis, non-destructive testing such as dye penetrant testing on welds, Brinell hardness testing, corrosion rate calculations, Charpy impact testing, and metallographic observations. The research results indicate that *quenching* increases hardness, toughness, and affects the corrosion rate of the material after corrosion

immersion, with or without insulation. Material immersion experiences a corrosion rate inhibition on the 14th day due to the formation of an oxide layer that hinders further degradation. Metallographic observations show that after welding, the phases formed are pearlite, acicular ferrite, and Widmanstätten ferrite.

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

Literatures: 36

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------|
| HALAMAN PENGESAHAN | v |
| SKRIPSI | vii |
| HALAMAN PERSETUJUAN | ix |
| KATA PENGANTAR | xi |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI | xiii |
| HALAMAN PERNYATAAN INTERGRITAS | 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 | 3 |
| 1.3 Batasan Masalah | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 4 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 <i>Corrosion Under Insulation (CUI)</i> | 5 |
| 2.1.1 Jenis Korosi Pada CUI | 8 |
| 2.1.2 Syarat Terjadinya Korosi | 9 |
| 2.1.3 Korosi Celah (<i>Crevice Corrosion</i>) | 10 |
| 2.1.4 Laju Korosi | 11 |
| 2.2 Korosi Air Laut (<i>Sea Water Corrosion</i>) | 12 |
| 2.2.1 Sifat-sifat Air Laut | 13 |
| 2.2.2 Korosi Galvanik | 14 |
| 2.3 Korosi Pada Baja Karbon | 15 |
| 2.3.1 Klasifikasi Baja Karbon | 18 |
| 2.3.2 Baja Karbon Rendah ASTM A36 | 19 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 2.3.3 | Proses Terjadinya Korosi Pada Baja Karbon | 20 |
| 2.4 | Korosi Pada Baja Karbon Yang dilas | 21 |
| 2.4.1 | Klasifikasi Pengelasan..... | 22 |
| 2.4.2 | Las SMAW (<i>Shielded Metal Arc Welding</i>)..... | 23 |
| 2.4.3 | Struktur Mikro Las | 25 |
| 2.5 | <i>Heat Treatment</i> | 26 |
| 2.6 | Baja Yang Di- <i>Quenching</i> Air Garam..... | 27 |
| BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN | | 29 |
| 3.1 | Diagram Alir Penelitian | 29 |
| 3.2 | Persiapan Alat dan Bahan | 30 |
| 3.3 | Prosedur Penelitian | 31 |
| 3.3.1 | Studi Literatur | 31 |
| 3.3.2 | Preparasi Spesimen | 31 |
| 3.3.3 | Proses Pengelasan SMAW | 32 |
| 3.3.4 | Pengujian <i>Dye Penetrant</i> | 33 |
| 3.3.5 | Proses Penimbangan Berat | 34 |
| 3.3.6 | Preparasi Bahan Insulasi | 35 |
| 3.3.7 | Preparasi Air Laut | 35 |
| 3.4 | Metode Penelitian | 35 |
| 3.4.1 | <i>Weight Loss</i> | 35 |
| 3.4.2 | Kekerasan | 36 |
| 3.4.3 | Metalografi | 37 |
| 3.4.4 | Impak..... | 38 |
| 3.5 | Analisa Pengolahan Data | 40 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN | | 41 |
| 4.1 | Hasil Komposisi Kimia..... | 41 |
| 4.2 | Hasil Pengujian <i>Dye Penetrant</i> | 43 |
| 4.3 | Hasil Pengujian Laju Korosi | 44 |
| 4.4 | Hasil Pengujian Kekerasan | 48 |
| 4.5 | Hasil Pengamatan Metalografi..... | 49 |
| 4.5.1 | Struktur Mikro | 49 |
| 4.6 | Hasil Pengujian Impak | 60 |
| 4.6.1 | Permukaan Patah Spesimen Impak | 62 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | | 65 |

| | |
|----------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan | 65 |
| 5.2 Saran | 66 |
| DAFTAR RUJUKAN | 67 |
| LAMPIRAN | 71 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Pipa yang terinsulasi..... | 6 |
| Gambar 2.2 Skema korosi celah..... | 10 |
| Gambar 2.3 Proses terjadinya korosi galvanik..... | 15 |
| Gambar 2.4 Diagram besi karbon | 17 |
| Gambar 2.5 Las SMAW | 24 |
| Gambar 3.1 Diagram alir penelitian | 30 |
| Gambar 3.2 Las SMAW | 32 |
| Gambar 3.3 Geometri dan dimensi pengelasan baja ASTM A36 | 33 |
| Gambar 3.4 Skema pengujian <i>dye penetrant</i> | 33 |
| Gambar 3.5 Penimbangan berat menggunakan timbangan digital | 34 |
| Gambar 3.6 Alat uji kekerasan brinell..... | 36 |
| Gambar 3.7 Alat specimen dryer dan mikroskop metalografi | 37 |
| Gambar 3.8 Bentuk 3 dimensi spesimen impak sesuai standar JIS Z 2202 | 38 |
| Gambar 3.9 Alat uji impak metode <i>charpy</i> | 42 |
| Gambar 4.1 Cacat pengelasan | 43 |
| Gambar 4.2 Grafik kehilangan berat | 43 |
| Gambar 4.3 Grafik laju korosi..... | 46 |
| Gambar 4.4 Grafik laju korosi perendaman 7 hari | 47 |
| Gambar 4.5 Grafik laju korosi perendaman 14 hari | 47 |
| Gambar 4.6 Nilai kekerasan brinell seluruh spesimen | 48 |
| Gambar 4.7 Spesimen las | 50 |
| Gambar 4.8 Spesimen las (L7) dikorosikan 7 hari tanpa insulasi | 51 |
| Gambar 4.9 Spesimen las (L14) dikorosikan 14 hari tanpa insulasi | 52 |
| Gambar 4.10 Spesimen las (LI+7) dikorosikan 7 hari dengan insulasi..... | 53 |
| Gambar 4.11 Spesimen las (LI+14) dikorosikan 14 hari dengan insulasi..... | 54 |
| Gambar 4.12 Spesimen las + <i>quenching</i> (Q1)..... | 55 |
| Gambar 4.13 Spesimen las + <i>quenching</i> (Q7) dikorosikan 7 hari tanpa insulasi | 56 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.14 Spesimen las + <i>quenching</i> (Q14) dikorosikan 14 hari tanpa insulasi..... | 57 |
| Gambar 4.15 Spesimen las + <i>quenching</i> (QI+7) dikorosikan 7 hari dengan insulasi..... | 58 |
| Gambar 4.16 Spesimen Las + <i>quenching</i> (QI+14) dikorosikan 14 hari dengan insulasi..... | 59 |
| Gambar 4.17 Grafik tebal korosi seluruh spesimen | 60 |
| Gambar 4.18 Grafik perbandingan hasil uji impak spesimen | 61 |
| Gambar 4.19 Perpatahan spesimen QI+7 HAZ..... | 61 |
| Gambar 4.20 Perpatahan spesimen L14 HAZ..... | 61 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Konsentrasi ion/molekul pada air laut densitas 1,023 g/cm ³ pada 25°C | 12 |
| Tabel 2.2 Unsur pokok dalam media air laut | 13 |
| Tabel 2.3 Komposisi kimia pada baja ASTM A36 | 19 |
| Tabel 3.1 Keterangan kode spesimen pengujian..... | 34 |
| Tabel 4.1 Komposisi kimia baja ASTM A36..... | 41 |
| Tabel 4.2 Komposisi kimia elektroda E7018..... | 42 |
| Tabel 4.3 Komposisi air laut | 42 |
| Tabel 4.4 Komposisi kimia insulasi tape PVC..... | 43 |
| Tabel 4.5 Perhitungan selisih ketebalan setiap spesimen..... | 44 |
| Tabel 4.6 Perhitungan kehilangan berat pada setiap spesimen | 45 |
| Tabel 4.7 Perhitungan laju korosi | 46 |
| Tabel 4.8 Nilai pengukuran ketebalan korosi | 60 |
| Tabel 4.9 Hasil pengujian impak daerah HAZ pada temperatur ruang..... | 61 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran 1. Proses pengelasan | 71 |
| Lampiran 2. Pengujian <i>penetrant</i> | 71 |
| Lampiran 3. Proses penimbangan berat | 72 |
| Lampiran 4. Proses insulasi spesimen..... | 72 |
| Lampiran 5. Pengujian kekerasan | 72 |
| Lampiran 6. Pengujian metalografi..... | 73 |
| Lampiran 7. Pengujian impak | 74 |
| Lampiran 8. Komposisi kimia air laut..... | 76 |
| Lampiran 9. Komposisi kimia baja ASTM A36 | 77 |
| Lampiran 10. Komposisi kimia elektroda E7018 | 78 |
| Lampiran 11. Komposisi kimia <i>coating tape pvc</i> | 79 |
| Lampiran 12. Perhitungan kekerasan <i>brinell</i> bhn | 80 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Korosi merupakan salah satu permasalahan yang pasti dialami oleh semua material logam, karena proses alami yang membuat material tersebut bereaksi dengan lingkungan. Korosi atau pengkaratan menjadi masalah utama dalam dunia industri, terutama industri perminyakan, gas, *refining*, dan kimia karena dapat mengakibatkan kerugian finansial yang besar. Bukan hanya soal biaya, korosi juga mampu mendatangkan bahaya kematian. Diperhitungkan bahwa 25% korban jiwa yang dialami di industri gas dan minyak bumi Sebagian besar disebabkan oleh korosi (Rais dan Wahyuningtyas, 2021). Kerugian keseluruhan yang timbul di perusahaan di Indonesia akibat korosi diperkirakan berada dalam kisaran sekitar 2 hingga 5% dari produk domestik bruto (PDB) suatu Negara (Harjanto, 2014). Korosi itu sendiri merupakan peristiwa rusaknya suatu bahan atau menurunnya kualitas bahan karena terjadi reaksi elektrokimia dengan lingkungannya (Kafi dkk., 2019). Korosi tidak dapat dihentikan, hanya bisa dicegah atau dikontrol untuk mengurangi risiko yang terjadi karena korosi.

Corrosion under insulation adalah fenomena terjadinya korosi di permukaan pipa yang telah dilapisi oleh suatu material insulasi. Korosi di bawah isolasi adalah jenis korosi yang menjadi permasalahan signifikan dan sangat berbahaya di industri minyak dan gas, terutama pada fasilitas pipa yang diisolasi yang digunakan dalam transportasi fluida dalam proses produksi di wilayah pantai atau laut. Apalagi Indonesia yang merupakan negara kepulauan, dengan total Panjang garis pantai 99,093 kilometer. Hal tersebut membuat Indonesia memiliki banyak potensi di industri konstruksi lepas pantai (*offshore platform*). Namun dibalik potensi tersebut laut merupakan lingkungan yang sangat korosif bagi baja. Air laut memiliki kandungan garam sebesar 3-4% yang setara dengan salinitas 30–40%. Sehingga interaksi antara material dengan lingkungannya yang terjadi secara terus menerus

dapat menyebabkan penurunan nilai dari material tersebut baik secara perlahan atau signifikan (Baihaqi dkk., 2019). Hal ini tentunya menjadi tantangan di banyak industri karena risiko kerusakan yang berpengaruh terhadap biaya bahkan menyebabkan cedera pekerja. Kerugian yang timbul akibat CUI terhitung sebanyak 40-60% biaya pengeluaran (Eltai dkk., 2019).

Kemajuan teknologi dalam industri maritim tidak dapat dipisahkan dari proses penyambungan atau pengelasan. Pengelasan merupakan proses penyambungan bahan-bahan yang sejenis atau berbeda jenis untuk membentuk suatu sambungan dengan menggunakan panas dengan atau tanpa tekanan. Metode las yang umum digunakan adalah proses las *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) yang merupakan proses pengelasan yang menggunakan panas untuk mencairkan material dasar atau logam induk dan elektroda atau bahan pengisi (Sonawan dan Suratman, 2004). Metode las SMAW banyak digunakan untuk penyambungan berbagai macam logam termasuk baja karbon rendah. Proses pengelasan juga dapat mempengaruhi sifat suatu material. Proses pengelasan menghasilkan panas yang menyebabkan logam di sekitar sambungan las mengalami siklus termal. Dampak dari siklus ini adalah perubahan pada struktur mikrologam, yang pada gilirannya memengaruhi kekuatan dan ketahanan korosi dari hasil pengelasan tersebut (Putra dan Anggono, 2017)

Baja karbon rendah merupakan logam yang komponen utamanya adalah besi dan material pembentuk utamanya adalah karbon dengan komposisi kadar karbon antara 0,10% sampai 0,25%. Salah satu baja karbon rendah yang memiliki kekuatan yang baik dan juga ditambah dengan sifat baja yang bisa dirubah bentuk menggunakan mesin dan juga dilakukan pengelasan adalah baja ASTM A36. Baja A36 juga merupakan logam yang paling banyak digunakan pada fasilitas-fasilitas di industri maritim, oleh karena itu baja ini mudah terserang masalah korosi. Pengurangan kandungan karbon dalam baja memungkinkan peningkatan sifat mekaniknya. Salah satu metode yang digunakan untuk meningkatkan kemampuan baja untuk menahan gesekan atau tekanan adalah melalui perlakuan panas. Proses ini memiliki dampak yang signifikan dalam meningkatkan kekerasan dan kekuatan baja ASTM A36 sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan (Bimantoro, 2022).

Perlakuan panas merupakan suatu cara pemansan baja pada kondisi temperature tertentu yang selanjutnya didinginkan dengan cara tertentu untuk menghasilkan sifat mekanik yang dibutuhkan. Perlakuan panas (*Heat Treatment*) mempunyai tujuan untuk meningkatkan keuletan, menghilangkan tegangan internal, menghaluskan butir kristal, meningkatkan kekerasan, dan sebagainya. Salah satu prosesnya adalah *quenching* yaitu suatu proses pengerasan baja dengan cara baja dipanaskan hingga mencapai batas austenit dan kemudian diikuti dengan proses pendinginan cepat melalui media pendingin, sehingga fasa autenit bertransformasi secara parsial membentuk struktur *martensit* (Handoyo, 2015).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dirasa perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui lebih dalam mengenai pengaruh *Corrosion Under Insulation* dan meminimalkan risiko yang terjadi serta dapat mengetahui sifat mekanis dari material tersebut. Atas dasar tersebut penulis mengambil tugas akhir/skripsi dengan judul “Pengaruh *Quenching* Setelah Pengelasan Terhadap Korosi Di bawah Insulasi Media Air Laut Pada Baja A36.”

1.2 Rumusan Masalah

Hasil pengelasan dan proses *quenching* dapat memengaruhi proses CUI dan sifat mekanis dari Baja ASTM A36. Oleh karena itu dibutuhkan penelitian ini untuk mengetahui bagaimana pengaruh pengelasan dan *quenching* dengan media air garam terhadap CUI baja ASTM A36 dengan medium air laut dan nantinya akan diketahui pengaruhnya terhadap sifat mekanis material tersebut dengan melakukan pengujian struktur mikro, laju korosi, kekerasan, dan uji impak.

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini penulis membatasi masalah yang akan diteliti yaitu:

1. Spesimen pengujian yang digunakan dalam penelitian berupa baja karbon rendah ASTM A36.

2. Metode pengelasan yang digunakan adalah las SMAW.
3. Medium korosif yang digunakan adalah air laut yang diambil di selat Bangka.
4. Proses *Heat Treatment* dilakukan pada temperatur 880°C dengan *holding time* selam 60 menit kemudian didinginkan dengan cepat ke media *quenching* air laut.
5. Insulasi yang digunakan adalah *tape PVC*.
6. Analisa pengkorosian menggunakan metode total immersion, lama waktu perendaman 7 dan 14 hari.
7. Pengujian sifat mekanis material yang dilakukan adalah uji struktur mikro, uji *weight loss*, uji kekerasan, dan uji impak.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengkaji dan mempelajari serta mengetahui fenomena dari baja ASTM A36 yang dilas dan di *quenching* dengan media air laut serta di korosikan pada medium air laut.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat menjadi literatur dan referensi bagi penelitian lain yang relevan
2. Memperluas wawasan dan memberikan pengetahuan baru mengenai pengaruh pengelasan dan *quenching* terhadap korosi di bawah insulasi baja ASTM A36.

DAFTAR RUJUKAN

- Alkahfi, A. and 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.
- Anggaretno, G., Rochani, I., dan Supomo, H. (2012). Analisa Pengaruh Jenis Elektroda terhadap Laju Korosi pada Pengelasan Pipa API 5L Grade X65 dengan Media Korosi FeCl₃. *JURNAL TEKNIK ITS*, 1 no.1, 124–128.
- ASM International. (1992). *ASM Handbook Volume 9 Metallography And microstructures*.
- ASM International (2003) *ASM Handbook Volume 13A Corrosion: Fundamentals, Testing, and Protection*.
- ASM International (2006) *ASM Handook Volume 13C Corrosion: Environments and Industries*. <https://doi.org/10.1055/s-2007-984942>.
- Azis, R.A., Suharno, S. and 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. <https://doi.org/10.37031/jt.v17i2.53>.
- Bimantoro, A. (2022) 'Pengaruh Perlakuan Panas Pada Pengelasan Baja A36 terhadap Kekerasan Dan Korosi'. <http://repository.unsri.ac.id/id/eprint/78474>.
- Bryson, W. E. (2005). *Heat Treatment, Selection, and Application of Tool Steels*. In *Heat Treatment, Selection, and Application of Tool Steels*. <https://doi.org/10.3139/9783446436701.fm>.
- Cahyadi, F. (2021) 'Pengaruh Larutan Asam Dan Larutan Basa Pada Proses *Quenching* Terhadap Laju Korosi'. <http://repository.unsri.ac.id/id/eprint/59133>
- Cain, T. (1984). *Hardening, Tempering & Heat Treatment*. In *Workshop Practice Series*.
- Cao, Q., Pojtanabuntoeng, T., Esmaily, M., Thomas, S., Brameld, M., Amer, A., & Birbilis, N. (2022). A Review of Corrosion Under Insulation: A Critical Issue in the Oil and Gas Industry. In *Metals* (Vol. 12, Issue 4). MDPI. <https://doi.org/10.3390/met12040561>
- DIRECTA (UK) Ltd. (1999). *Technical Data Sheet Electrical Insulation Tape*.

- Eltai, E. O., Musharavati, F., & Mahdi, E. S. (2019). Severity Of Corrosion Under Insulation (CUI) To Structures And Strategies To Detect It. In Corrosion Reviews. De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/corrrev-2018-0102>
- Faridz (2017) ‘Analisis Pengaruh Variasi Temperatur Fluida Pada Kondisi Lingkungan Kering Dan Basah Terhadap Karakteristik Korosi Pipa Baja karbon Terinsulasi Berbahan Glasswool Dan Alumunium Foil’. https://repository.its.ac.id/43955/1/2713100142_undergraduate_theses.pdf.
- Gharibshahiyan, E., Raouf, A. H., Parvin, N., & Rahimian, M. (2011). The Effect Of Microstructure On Hardness And Toughness Of Low Carbon Welded Steel Using Inert Gas Welding. *Materials and Design*, 32(4), 2042–2048. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2010.11.056>
- Handoyo, Y. (2015). Pengaruh *Quenching* Dan Tempering Pada Baja Jis Grade S45C Terhadap Sifat Mekanis. In *Jurnal Imiah Teknik Mesin* (Vol. 3, Issue 2). <http://ejournal.unismabekasi.ac.id/>
- Hasil, J., Ilmiah, K., Jordi, M., Yudo, H., & Jokosisworo, S. (2017). Jurnal Teknik Perkapalan Analisa Pengaruh Proses *Quenching* Dengan Media Berbeda Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Baja St 36 Dengan Pengelasan SMAW. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(1), 272. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/naval>
- Indah Irmaya, A., & Yunita, L. (2020). Analisa Laju Korosi dengan Media Air Laut pada Hasil Pengelasan Logam Baja Karbon Rendah dengan Proses Perlakuan Panas. *Jurnal OFFSHORE*, 4.
- International Organization for Standardization. (2007). ISO 2812-2 Paints and Varnishes - Determination of Resistance to Liquids - Part 2: Water Immersion Method. In 2812-2 (Vol. 3).
- 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), 116–122. <https://doi.org/10.21608/svusrc.2022.152920.1061>
- Ispandriatno, A. S., & Krisnaputra, R. (2015). Ketahanan Korosi Baja Ringan Di Lingkungan Air Laut. In *Jurnal Material Teknologi Proses* (Vol. 1, Issue 1).
- Kafi El-Ridlo, N., Yuwono, B., Sulardi, dan, & Tinggi Teknologi Minyak dan Gas Balikpapan, S. (2019). Corrosion Under Insulation Control With The Primer Coathing Method (Vol. 20, Issue 1).
- Kumar, P., Arya, H. K., & 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), 971–974.
- Lamngeun, V. (2004). Manufacturing Processes 4-5. In *Manufacturing Processes*.

- Mawahib, Z., Sarjito Jokosisworo, & Hartono Yudo. 2017. "Pengujian Tarik Dan Impak Pada Pengerjaan Pengelasan SMAW Dengan Mesin Genset Menggunakan Diameter Elektroda Yang Berbeda." Vol. 14. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/kapal/article/view/15533>
- Nasution, M. (2018). Karakteristik Baja Karbon Terkorosi Oleh Air Laut. In Cetak) Buletin Utama Teknik (Vol. 14, Issue 1). Online.
- Nikko Steel (2018) Manufacturers of a Diverse Range Of Advanced Welding Consumables Section 4 WI-0304 DS23 RD-718. 6th edn. Jakarta.
- Nugroho, A. and Pratiwi, D.K. (2023)' Pengaruh Pendinginan Cepat Setelah Pengelasan Terhadap Korosi Dibawah Insulasi Dalam Media Air Rawa Pada Baja ASTM A36 Skala Laboratium'. <http://repository.unsri.ac.id/id/eprint/114431>.
- Permadi, F. G., and Pratiwi, D.K. (2023) 'Pengaruh pengelasan Terhadap Korosi Di Bawah Isolasi Dengan Media Air Laut Dan Air Rawa Pada Baja ASTM A36'. <http://repository.unsri.ac.id/id/eprint/129179>.
- Rais, F., & Wahyuningtyas, D. (2021). Pengendalian Laju Korosi Baja Dengan Penambahan Ekstrak Biji Alpukat Sebagai Green Inhibitor. *Jurnal Inovasi Proses*, 6(2).
- Rajan, T. V., Sharma, C. P., & Sharma, A. (2011). *Heat Treatment Principles And Techniques (Second)*.
- Roffey, P., & 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, 148–157. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2014.05.004>
- Satria Nova M.K., & M. Nurul Misbah. (2012). Analisis Pengaruh Salinitas dan Suhu Air Laut Terhadap Laju Korosi Baja A36 pada Pengelasan SMAW. *Jurnal Teknik Its*, vol 1. No 1, 1–3.
- Suryana, I.A. (2016) 'Analisa Pegaaruh Temperatur Tempering Terhadap Struktur Mikro Dan Sifat Mekanik Baja AAR-M201 Grade E'.
- Wibowo, A. (2016). Analisis Sifat Korosi Galvanik Berbagai Plat Logam Di Laboratorium Metalurgi Politeknik Negeri Batam. In *Jurnal Integrasi* | (Vol. 144, Issue 2).
- Zvirko, O. I., Savula, S. F., Tsependa, V. M., Gabetta, G., & Nykyforchyn, H. M. (2016). Stress Corrosion Cracking Of Gas Pipeline Steels Of Different Strength. *Procedia Structural Integrity*, 2, 509–516. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2016.06.066>.