

TESIS

**ANALISA PENGARUH PERLAKUAN PANAS
TERHADAP LAJU KOROSI ASTM A36
DALAM AIR RAWA**



**ARIEF ALKAHFI
NIM 03032622125005**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

TESIS

**ANALISA PENGARUH PERLAKUAN PANAS
TERHADAP LAJU KOROSI ASTM A36
DALAM AIR RAWA**

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik**



**ARIEF ALKAHFI
NIM 03032622125005**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA PENGARUH PERLAKUAN PANAS
TERHADAP LAJU KOROSI ASTM A36
DALAM AIR RAWA**

TESIS

Diajukan Untuk melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Magister Teknik Mesin
Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

ARIEF ALKAHFI

NIM. 03032622125005

Palembang, 9 Desember 2022

Menyetujui,

Pembimbing



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

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya



Prof. Dr. Eng Ir. H. Joni Arliansyah, M.T
NIP. 196706151995121002

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyad Yani, ST., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Tesis dengan judul “Analisa Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Laju Korosi ASTM A36 Dalam Air Rawa” telah diseminarkan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program studi Magister Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada Tanggal 9 Desember 2022 dan dinyatakan sah.

Palembang, 9 Desember 2022

Pembimbing:

Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T

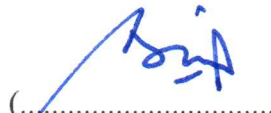
NIP 196307191990032001


(.....)

Tim Penguji:


1. Dipl.-Ing. Ir. Amrifan Saladin Mohruni, Ph.D.

NIP. 196409111999031002


(.....)

2. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197112251997021001


(.....)

3 Agung Mataram, S.T.,M.T.,Ph.D.

NIP. 197901052003121002


(.....)

Ketua Program Studi
Magister Teknik Mesin

Agung Mataram, S.T.,M.T.,Ph.D.
NIP. 197901052003121002
3/12

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Arief Alkahfi

NIM : 03032622125005

Judul : Analisa Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Laju Korosi ASTM
A36 Dalam Air Rawa

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.

Palembang, 9 Desember 2022



Arief Alkahfi

NIM: 03032622125005

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Arief Alkahfi

NIM : 03032622125005

Judul : Analisa Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Laju Korosi ASTM
A36 Dalam Air Rawa

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

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



Palembang, 9 Desember 2022



Arief Alkahfi

NIM: 03032622125005

RINGKASAN

ANALISA PENGARUH PERLAKUAN PANAS TERHADAP LAJU KOROSI
ASTM A36 DALAM AIR RAWA.

Karya tulis ilmiah berupa Tesis, Desember 2022

Areif Alkahfi: Dibimbing oleh Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T

*ANALYSIS OF THE EFFECT OF HEAT TREATMENT ON CORROSION RATE
OF ASTM A36 IN SWAMP WATER.*

xxi + 65 halaman, 11 tabel, 48 gambar, VIII lampiran

RINGKASAN

Wilayah Indonesia banyak terdapat lahan rawa. Rawa merupakan genangan air yang terjadi terus menerus secara ilmiah atau musiman akibat drainase yang terhambat. Korosi baja karbon dapat dicegah atau diperbaiki di berbagai lingkungan layanannya dengan sejumlah metode. Salah satu metode yang memungkinkan di mana metode proteksi yang lebih murah seperti pelapisan, proteksi katodik dan perlakuan dengan mengubah struktur atau sifat komposisinya. Penelitian Rawa juga memiliki beberapa ciri khusus kimiawi, fisika serta biologis. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi perlakuan panas 750°C. Media pengkorosi air rawa yang diambil di daerah KTM Rambutan Kecamatan Indralaya Utara Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan. Dengan pH sewaktu pengambilan 3.00 dengan variasi waktu perendaman dalam air rawa 48 jam, 96 jam dan 144 jam. 2. Sebelum spesimen dilakukan perendaman, spesimen di beri perlakuan panas dengan variasi di *quenching*, *normalizing*, dan *annealing* dengan suhu pemanasan 750°C dengan waktu penahanan 120 menit. Pengujian yang dilakukan setelah spesimen di rendam dalam air rawa adalah pengujian struktur mikro, uji kekerasan dan uji fasa kristalin ketebalan korosi (*thicness*) dengan metode *X-ray defraction* (XRD) dan pengamatan struktur mikro dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Baja ASTM A36 digunakan untuk konstruksi karena baja ini kuat, dalam prosesnya sebelum sampai ketempat yang akan dipasang mungkin mengalami proses-proses yang membuatnya terdeformasi plastis terjadi perubahan struktur mikro yang akan merubah sifat fisik dan mekaniknya. Apabila baja ini langsung digunakan sebagai baja konstruksi di lingkungan air rawa yang pada umumnya di daerah Sumatera Selatan terdiri dari gambut, air rawa mengandung asam yang menyebabkan baja menjadi terkorosi, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang bagaimana pengaruh air rawa terhadap laju korosi pada baja konstruksi bila digunakan baja ASTM A 36.

Kata Kunci: ASTM A36, Perlakuan Panas 750°C, Laju Korosi, Kekerasan, Struktur Mikro

SUMMARY

ANALYSIS OF THE EFFECT OF HEAT TREATMENT ON CORROSION RATE OF ASTM A36 IN SWAMP WATER.

Scientific paper in the form of Thesis, December ..., 2022

Areif Alkahfi: Supervised by Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T

ANALISA PENGARUH PERLAKUAN PANAS TERHADAP LAJU KOROSI ASTM A36 DALAM AIR RAWA.

xxi + 65 Page, 11 table, 48 Picture, VIII Attachment

SUMMARY

Indonesia has a lot of swamp land. A swamp is a puddle of water that occurs continuously scientifically or seasonally due to obstructed drainage. Carbon steel corrosion can be prevented or corrected in its various service environments by a number of methods. One method is possible wherein less expensive methods of protection such as coating, cathodic protection and treatment by changing the structure or properties of the composition. Swamp research also has some special chemical, physical and biological characteristics. This research was conducted to determine the effect of variations in the heat treatment of 750°C. Corroding media of swamp water taken in the KTM Rambutan area, North Indralaya District, Ogan Ilir Regency, South Sumatra. With a pH when taking 3.00 with variations of immersion time in swamp water 48 hours, 96 hours and 144 hours. 2. Before the specimen is immersed, the specimen is heat treated with variations in quenching, normalizing, and annealing with a heating temperature of 750°C with holding time 120 minute. The research carried out after the specimens were immersed in swamp water were microstructure testing, hardness test and thickness test of crystalline phase corrosion (thicness) using X-ray defraction (XRD) method and microstructure observation using Scanning Electron Microscope (SEM). ASTM A36 steel is used for construction because this steel is strong, in the process before it reaches the place to be installed it may experience processes that make it plastically deformed, there is a change in the microstructure that will change its physical and mechanical properties. If this steel is directly used as construction steel in a swamp water environment which generally in South Sumatra consists of peat, swamp water contains acid which causes the steel to corrode, therefore it is necessary to do research on how the influence of swamp water on the corrosion rate of construction steel. when using ASTM A 36 steel.

Keywords: *ASTM A36, Heat Treatment 750°C, Corrosion Rate, Hardness, Microstructure*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Shalawat serta salam semoga tercurah kepada Rasulullah SAW beserta keluarganya. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan tesis ini.

- Kedua Orang tua, istri dan anak-anak yang selalu memberikan dukungan, doanya serta motivasi yang tulus kepada penulis dari awal hingga selesainya tesis ini.
- Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE., IPU., ASEAN. Eng. Selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
- Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, MT selaku dosen pembimbing yang tulus membimbing, mendidik, mengarahkan, memotivasi kepada penulis dari awal hingga selesainya tesis ini ini.
- Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D selaku Ketua Prodi Magister S2 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
- Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya yang memberikan bimbingan serta arahan dalam ruang lingkup Jurusan Teknik Mesin
- Seluruh Dosen di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya atas ilmu, nasihat dan bimbingan selama proses perkuliahan.
- Rekan-rekan mahasiswa Magister Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya dan rekan sesama peneliti yang telah membantu saya dalam menjalankan penelitian, membuat tesis hingga kebersamai saya di berbagai kondisi suka dan duka.

Dalam penyusunan tesis ini, kami menyadari sepenuhnya bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan karena pengalaman dan pengetahuan penulis yang

terbatas. Oleh karena itu, kritik dan saran dari semua pihak sangat kami harapkan demi terciptanya penulisan yang lebih baik lagi untuk masa mendatang.

Wassalamualaikum Warahmatullah Wabarakatuh.

Palembang, 9 Desember 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PERSETUJUAN AGENDA.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	vii
RINGKASAN	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR ISTILAH	xx
DAFTAR LAMBANG	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Studi literatur	5
2.2. Baja	6
2.3. Baja ASTM A36	7

2.4	Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>)	8
2.4.1	Jenis-jenis <i>Heat Treatment</i>	9
2.4.1.1	<i>Quenching</i>	9
2.4.1.2	<i>Normalizing</i>	10
2.4.1.3	<i>Annealing</i>	11
2.5.	Diagram Fasa Fe-Fe ₃ C	11
2.6.	Diagram <i>Time Temperatur Transformation</i> (TTT)	13
2.7.	Pengujian Metalografi	15
2.8.	<i>X-Ray Diffraction</i>	17
2.9.	<i>Scanning Electron Microscope</i>	19
2.10.	Pengujian Kekerasan	20
2.10.1	<i>Brinell</i> (HB/BHN)	21
2.11.	Korosi	22
2.12.	Rawa	24
BAB 3 METODELOGI PENELITIAN		25
3.1.	Diagram Alir Penelitian	25
3.2.	Pengumpulan Data	26
3.2.1.	Komposisi Kimia Material	26
3.2.2.	Kualitas Air Rawa	27
3.3.	Penyiapan Spesimen	28
3.4.	Pengujian Kekerasan.....	29
3.5.	Penimbangan	31
3.6.	Metallografi Mikro	32
3.7.	Proses Perlakuan Panas	33
3.7.1.	Proses <i>Quenching</i>	34

3.7.2. Proses <i>Normalizing</i>	35
3.7.3. Proses <i>Annealing</i>	36
3.8. Perendaman Spesimen	36
3.9. Analisa Laju Korosi	37
3.10. Pengujian <i>SEM (Scanning Electron Microscope)</i>	38
3.11. Pengujian <i>XRD</i>	39
3.12. Analisa Pengolahan Data	39
3.13. Rencana Jadwal Penelitian	40
3.14. Hasil yang diharapkan	40
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1. Analisa Komposisi Kimia	41
4.2. Analisa Nilai Kekerasan ASTM A36	42
4.3. Analisa Laju Korosi	47
4.4. Analisa Struktur Mikro	51
4.4.1. Pengamatan struktur mikro sebelum perendaman	51
4.4.2. Pengamatan struktur mikro setelah proses Perendaman (pengkorosian)	52
4.5. Analisa <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	58
4.6. Analisa Pengujian <i>XRD</i>	62
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	64
5.2. Saran	65

DAFTAR RUJUKAN

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>State of the Art (SOTA)</i> Penelitian.....	6
Gambar 2.2	Diagram Fasa keseimbangan Besi-Karbon	12
Gambar 2.3	(a) Struktur mikro ASTM A36 pada temperature ruang (b) Struktur mikro ASTM A36 setelah proses perlakuan panas 900°C dengan pendinginan udara (c) Struktur mikro ASTM A36 setelah proses perlakuan panas 900°C dengan pendinginan air	13
Gambar 2.4.	Hubungan antara diagram TTT (garis tipis) dan CCT (garis tebal) Diagram TTT Baja Eutektoid	14
Gambar 2.5	Difraksi sinar-X.....	18
Gambar 2.6	Komponen Alat <i>SEM</i>	20
Gambar 2.7	Alat uji kekerasan universal metode dengan indentasi permukaan	21
Gambar 2.8	Perumusan untuk pengujian <i>Brinell</i>	22
Gambar 2.9	Sel Korosi Basah Sederhana	23
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	25
Gambar 3.2	Lokasi pengambilan Air Rawa Daerah KTM Rambutan Indralaya Utara Kabupaten Ogan Ilir koordinat - 3.1174284680792477, 104.65467079390334	27
Gambar 3.3	Pengukuran pH Air Rawa (3.0) Daerah KTM Rambutan Indralaya Utara Kabupaten Ogan Ilir dengan Alat pH meter	28
Gambar 3.4	Spesimen Uji	29
Gambar 3.5	Alat Uji Kekerasan <i>Brinell</i> di Laboratorium Material Teknik Mesin Universitas Sriwijaya	30

Gambar 3.6	Timbangan Digital	31
Gambar 3.7	Mikroskop uji makro-mikro di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Sriwijaya	33
Gambar 3.8	Tungku pemanas Hofmann di Laboratorium Material Teknik Mesin Universitas Sriwijaya	34
Gambar 3.9	Diagram <i>Quenching</i>	35
Gambar 3.10	Diagram <i>Normalizing</i>	35
Gambar 3.11	Diagram <i>Annealing</i>	36
Gambar 3.12	Proses perendaman spesimen dalam bejana media air rawa	37
Gambar 3.13	Alat XRD di Laboratorium Sains Material Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya	38
Gambar 3.14	<i>Scanning Electron Microscope</i>	39
Gambar 4.1.	Grafik Nilai Kekerasan (BHN) ASTM A36 Waktu Perendaman 48 Jam	43
Gambar 4.2.	Grafik Nilai Kekerasan (BHN) ASTM A36 Waktu Perendaman 96 Jam	44
Gambar 4.3.	Grafik Nilai Kekerasan (BHN) ASTM A36 Waktu Perendaman 144 Jam	45
Gambar 4.4.	Grafik Perbandingan Nilai Kekerasan (BHN) ASTM A36	46
Gambar 4.5.	Grafik Penurunan berat baja ASTM A36 setelah dilakukan perendaman dalam air rawa	48
Gambar 4.6.	Grafik Laju korosi baja ASTM A36 setelah dilakukan perendaman dalam air rawa	49

Gambar 4.7. Struktur mikro baja ASTM A36 <i>as receive</i> sebelum dilakukan pengkorosian pembesaran (a) 450x dan (b) 3000x	51
Gambar 4.8. Struktur mikro baja ASTM A36 <i>as receive</i> dengan waktu perendaman 48 jam pembesaran (a) 450x dan (b) 3000x	52
Gambar 4.9. Struktur mikro baja ASTM A36 <i>as receive</i> dengan waktu perendaman 96 jam pembesaran (a) 450x dan (b) 3000x	52
Gambar 4.10. Struktur mikro baja ASTM A36 <i>as receive</i> dengan waktu perendaman 144 jam pembesaran (a) 450x dan (b) 3000x	53
Gambar 4.11. Struktur mikro baja ASTM A36 <i>quenching</i> dengan waktu perendaman 48 jam pembesaran (a) 450x dan (b) 3000x	54
Gambar 4.12. Struktur mikro baja ASTM A36 <i>quenching</i> dengan waktu perendaman 96 jam pembesaran (a) 450x dan (b) 3000x	54
Gambar 4.13. Struktur mikro baja ASTM A36 <i>quenching</i> dengan waktu perendaman 144 jam pembesaran (a) 450x dan (b) 3000x	54
Gambar 4.14. Struktur mikro baja ASTM A36 <i>normalizing</i> dengan waktu perendaman 48 jam pembesaran (a) 450x dan (b) 3000x	55
Gambar 4.15. Struktur mikro baja ASTM A36 <i>normalizing</i> dengan waktu perendaman 96 jam pembesaran (a) 450x dan (b) 3000x	56
Gambar 4.16. Struktur mikro baja ASTM A36 <i>normalizing</i> dengan waktu perendaman 144 jam pembesaran (a) 450x dan (b) 3000x	56

Gambar 4.17. Struktur mikro baja ASTM A36 <i>annealing</i> dengan waktu perendaman 48 jam pembesaran (a) 450x dan (b) 3000x	57
Gambar 4.18. Struktur mikro baja ASTM A36 <i>annealing</i> dengan waktu perendaman 96 jam pembesaran (a) 450x dan (b) 3000x	57
Gambar 4.19. Struktur mikro baja ASTM A36 <i>annealing</i> dengan waktu perendaman 144 jam pembesaran (a) 450x dan (b) 3000x	57
Gambar 4.20. Pengamatan Korosi ASTM A36 Menggunakan <i>Scanning Elektron Mikroskop (SEM) As Receive</i> Waktu Perendaman 144 Jam pembesaran (a) 2000x dan (b) 5000x.....	59
Gambar 4.21. Pengamatan Korosi ASTM A36 Menggunakan <i>Scanning Elektron Mikroskop (SEM) Quenching</i> Waktu Perendaman 144 Jam pembesaran (a) 2000x dan (b) 5000x.....	59
Gambar 4.22. Pengamatan Korosi ASTM A36 Menggunakan <i>Scanning Elektron Mikroskop (SEM) Normalizing</i> Waktu Perendaman 144 Jam pembesaran (a) 2000x dan (b) 5000x.....	60
Gambar 4.23. Pengamatan Korosi ASTM A36 Menggunakan <i>Scanning Elektron Mikroskop (SEM) Annealing</i> Waktu Perendaman 144 Jam pembesaran (a) 2000x dan (b) 5000x.....	61
Gambar 4.24. Grafik Senyawa yang dominan terdeteksi hasil pengujian XRD	63
Gambar 4.25 Grafik Senyawa Fe dan Fe ₂ O ₃ yang terdeteksi hasil pengujian XRD	63

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Syarat Komposisi Kimia Baja ASTM A36 (ASTM A36,2004)	26
Tabel 3.2	Tabel Rencana dan Jadwal Penelitian	40
Tabel 4.1	Hasil Uji Komposisi Kimia Baja	41
Tabel 4.2	Hasil Uji Komposisi Kimia Air Rawa	41
Tabel 4.3	Nilai Kekerasan ASTM A36 Waktu Perendaman 48 Jam	42
Tabel 4.4	Nilai Kekerasan ASTM A36 Waktu Perendaman 96 Jam	43
Tabel 4.5	Nilai Kekerasan ASTM A36 Waktu Perendaman 144 Jam ...	44
Tabel 4.6	Perbandingan Nilai Kekerasan ASTM A36 Rata-rata	45
Tabel 4.7	Perbandingan Berat Awal dan Akhir	47
Tabel 4.8	Hasil Uji Laju Korosi <i>CR</i> (<i>mpy</i>)	49
Tabel 4.9	Senyawa yang Dominan Terdeteksi pada Posisi Sudut Penembakan Elektron Menggunakan <i>XRD</i>	62

DAFTAR ISTILAH

Istilah	Penjelasan
<i>As receive</i>	Spesimenn tanpa perlakuan
<i>Quenching</i>	Proses perlakuan panas dengan pendinginan cepat kedalam media pendingin
<i>Normalizing</i>	Proses perlakuan panas dengan pendinginan udara normal
<i>Annealing</i>	Proses perlakuan panas dengan pendinginan didalam tungku
<i>Total immersion</i>	Metode pengkorosian dengan cra merendamkan seluruh bagian specimen kedalam media korosif
Tempratur <i>austinite</i>	Temperatur saat logam merubah fasa dari fasa ferrit dan pearlit menjadi fasa austenite (723 ⁰)
<i>XRD</i>	<i>X-ray Diffraction</i>
<i>SEM</i>	<i>Scanning Elektron Microscope</i>
<i>OM</i>	<i>Optical Microscoop</i>
<i>Mild Steel</i>	Baja karbon
<i>Iintergranular corrosion</i>	Korosi batas butir
<i>Uuniform corrosion</i>	Korosi menyeluruh
<i>Fitting corrosion</i>	Korsi sumur

DAFTAR LAMBANG

Lambang	Nama	Satuan
SO_4^{2-}	Sulfat	[%]
Cl-	Khlorida	[%]
NO ₃ -	Nitrat	[%]
Fe	Ferro	[%]
C	Carbon	[%]
Cu	Cuprum / tembaga	[%]
Mn	Mangan	[%]
Si	Silicon	[%]
Mo	Molybdenum	[%]
P	Phospor	[%]
Fe ₂ O ₃	Karbida besi / Karat	[%]
<i>BHN</i>	Nilai Kekerasan <i>Brinell</i>	
<i>D</i>	Diameter bola indentor	[mm]
<i>d</i>	Diameter injakan	[mm]
CR	Laju Korosi	[mpy]
K	Konstanta faktor	[kgf]
ΔW	Kehilangan berat spesimen	[gram]
A	Luas Permukaan yang terendam/ eksposure	[cm ²]
D	Kerapatan benda uji / massa jenis baja	[g/cm ³]
T	Waktu exposure	[jam]

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagian besar infrastruktur seperti jembatan, perkapalan, konstruksi bangunan tanki, pipa dan sebagainya menggunakan baja sebagai bahan bakunya, baja sangat rentan terhadap senyawa kimia yang dapat menyebabkan korosi. Hal ini dapat terjadi karena adanya senyawa kimia dalam lingkungan asam pada tingkat pH yang rendah. pH air dapat menggambarkan derajat korositivitas, yaitu semakin rendah nilai pH air maka sifat korosi air semakin tinggi.(Singkam et al., 2021)

Wilayah Indonesia banyak terdapat lahan rawa. Rawa merupakan genangan air yang terjadi terus menerus secara ilmiah atau musiman akibat drainase yang terhambat. Rawa juga memiliki beberapa ciri khusus kimiawi, fisika serta biologis. Rawa memiliki air yang asam serta berwarna coklat hingga kehitaman. Air rawa umumnya mempunyai kadar asam tinggi, dan mengandung unsur sulfat, khlorida dan nitrat yang melebihi kondisi normal air tanah.(Bayin et al., 2016)

Korosi terjadi akibat adanya unsur kimia di lingkungan asam. Unsur-unsur kimia yang mempunyai sifat korosif diantaranya sulfat (SO_4^{2-}), khlorida (Cl^-) dan nitrat (NO_3^-) dimana zat-zat ini diketahui lebih agresif dalam menyebabkan korosi. Korosi merupakan masalah yang sangat penting karena bersifat merugikan, korosi dapat menyebabkan kerusakan yang membuat konstruksi kehilangan kekuatannya. Proses korosi adalah proses oksidasi logam sehingga menjadi oksida logam secara alami, dampaknya pada sebuah konstruksi logam akan membuat konstruksi yang terkorosi dimensinya berkurang dan kekuatannya berkurang dan tidak mampu menahan beban yang diterimanya.(Hartono and Subigyar, 2020)

Korosi baja karbon dapat dicegah atau diperbaiki di berbagai lingkungan layanannya dengan sejumlah metode. Salah satu metode yang memungkinkan di mana metode proteksi yang lebih murah seperti pelapisan, proteksi katodik dan perlakuan dengan mengubah struktur atau sifat komposisinya. Metode populer untuk mencapai ini adalah melalui perlakuan panas. (T. N. Guma, 2019)

Perlakuan panas adalah proses meningkatkan struktur mikro, sifat fisik dan mekanik dan ketahanan korosi logam untuk berbagai aplikasi rekayasa yang diinginkan melalui pemanasan dan pendinginan terkontrol tanpa mengubah bentuk material. Perlakuan panas adalah proses penting dalam setiap manufaktur baja dan mesin. (Iman et al., 2018)

Perubahan kondisi struktur mikro yang terjadi pada baja karbon setelah proses perlakuan panas ternyata tidak hanya merujuk kepada perubahan sifat mekaniknya saja namun juga ketahanan terhadap serangan korosi pada baja. Sehingga nantinya diharapkan perlakuan panas menjadi metode alternatif dalam pengendalian terhadap laju korosi.

Baja ASTM A36 digunakan untuk konstruksi karena baja ini kuat, dalam prosesnya sebelum sampai ketempat yang akan dipasang mungkin mengalami proses-proses yang membuatnya terdeformasi plastis terjadi perubahan struktur mikro yang akan merubah sifat fisik dan mekaniknya. Apabila baja ini langsung digunakan sebagai baja konstruksi di lingkungan air rawa yang pada umumnya di daerah Sumatera Selatan terdiri dari gambut, air rawa mengandung asam yang menyebabkan baja menjadi terkorosi, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang bagaimana pengaruh air rawa terhadap laju korosi pada baja konstruksi bila digunakan baja ASTM A 36.

1.2 Rumusan Masalah

Penggunaan baja ASTM A36 pada lingkungan air rawa yang pH-nya rendah akan menyebabkan korosi. Baja ini biasanya mengalami deformasi plastis atau pemanasan yang menyebabkan perubahan sifat fisik dan mekanik, oleh

karena itu ingin diketahui laju korosi pada baja ASTM A36 yang telah mengalami perlakuan panas yang menyebabkan perubahan struktur mikro dibanding dengan baja ASTM A36 *as received*..

1.3 Ruang Lingkup

Agar pembahasan dalam Tesis ini tidak jauh dari tujuan penelitian yang dilakukan sehingga lebih terarah dan terfokus, maka disusunlah beberapa batasan penelitian dalam penulisannya, antara lain:

1. Material uji yang digunakan sebagai specimen uji adalah pelat baja ASTM A36 yang dipotong dengan ukuran 5 x 10 cm.
2. Sebelum specimen dilakukan perendaman, specimen di beri perlakuan panas dengan variasi di *quenching*, *normalizing*, dan *annealing* dengan suhu pemanasan 750⁰ C.
3. Pelat ASTM A36 direndam dalam media pengkrosi air rawa yang diambil di daerah KTM Rambutan Kecamatan Indralaya Utara Kabupaten Ogan Ilir, Sumatra Selatan pada koordinat -3.1174284680792477, 104.65467079390334 dengan pH sewaktu pengambilan 3.00 dengan variasi waktu perendaman dalam air rawa 48 jam, 96 jam dan 144 jam.
4. Pengujian yang dilakukan setelah specimen di rendam dalam air rawa adalah pengujian struktur mikro, uji kekerasan dan uji fasa kristalin ketebalan korosi (*thicness*) dengan metode *X-ray defraction (XRD)* dan pengamatan struktur mikro dengan *Scanning Electron Microscopy (SEM)*..

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa dan memahami laju korosi, perubahan sifat fisik dan mekanik baja ASTM A36 yang mengalami perlakuan

panas (*quenching*, *normalizing*, dan *annealing*) yang dibandingkan dengan baja ASTM A36 *as received*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa manfaat antara lain:

- a. Menambah pemahaman tentang pengkorosian baja yang mengalami perlakuan panas di air rawa.
- b. Masukan bagi para praktisi.
- c. Sebagai referensi bagi penelitian yang relevan

DAFTAR RUJUKAN

- Abdullah, A., Mohammed, A., 2019. Scanning Electron Microscopy (SEM): A Review Scanning Electron Microscopy (SEM): A Review. *International Conference on Hydraulics and Pneumatics* (January): 1–9.
- Adebayo, A., Stephen, J.T., Adeyemi, G.J., 2018. Effects of Local Cooling Media on the Mechanical Properties of Heat Treated Mild Steel. *European Journal of Engineering Research and Science*, 3 (4): 27. <https://doi.org/10.24018/ejers.2018.3.4.655>
- Alian, H., 2010. Laju Korosi Pada Baja Karbon Menengah dalam Lingkungan Air Laut yang Telah Mengalami Quenching dan Temper dengan Program Visual Basic 6.0. *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-9* 239–244.
- ASTM, 2016. ASTM:E10-15. Standard Test Method for Brinell Hardness of Metallic Materials. <https://www.astm.org/e0010-15.html>.
- ASTM, 2012. ASTM: G31-72. Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals. <https://www.astm.org/g0031-72r04.html>
- ASTM A 36/A 36M-05. 2005. Standard Specification for Carbon Structural Steel. *Standards* 14: 1–4.
- Ayu SA, Gurum AP, Dita Rahmayanti, dan EM Nindy Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung Jl Sumantri Brojonegoro No, and Bandar Lampung. 2015. Perhitungan Laju Korosi Di Dalam Larutan Air Laut Dan Air Garam 3% Pada Paku Dan Besi ASTM A36. *Gravity : Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Fisika* 1(1).
<https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/Gravity/article/view/2489>.
- Babasafari, Zeinab et al. 2020. Effects of Austenizing Temperature , Cooling Rate and Isothermal Temperature on Overall Phase Transformation Characteristics in High Carbon Steel. *Journal of Materials Research and Technology* 9(6): 15286–97. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.10.071>.
- Baihaqi, Ray Adam, Herman Pratikno, and Yoyok Setyo Hadiwidodo. 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).
- Bandanadjaja, B., Idamayanti, D., 2020. Pengaruh Proses Normalising dan Tempering Ganda Terhadap Peningkatan Nilai Modulus of Toughness Baja AISI 4340. *Teknik*, 41 (2): 134–141. <https://doi.org/10.14710/teknik.v0i0.25950>
- Bayin, D., Taqwiyim, A., Jurusan, D., Mesin, T., Teknik, F., Sriwijaya, U., Belakang, L., 2016. Korosifitas Air Rawa Dalam Konteks Hitungan Kerugian Ekonomis Terhadap Infrastruktur.

- Febriyanti, E, A Suhadi, and J Wahyuady. 2017. Pengaruh Waktu Perendaman Dan Penambahan Konsentrasi Nacl (PPM) Terhadap Laju Korosi Baja Laterit. *SINTEK Jurnal* 11(2): 79–87. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/sintek/article/view/2092>.
- Hakim, L., Dirgantara, M., Nawir, M., 2019. Karakterisasi Struktur Material Pasir Bongkahan Galian Golongan C Dengan Menggunakan X-Ray Diffraction (X-RD) Di Kota Palangkaraya. *Jurnal Jejaring Matematika dan Sains*, 1 (1): 44–51. <https://doi.org/10.36873/jjms.v1i1.136>
- Hartono, R., Subigyar, D., 2020. Laju Korosi Pada Baja Karbon Medium Plat A36 Direndam Dalam Media Air Laut Dan Air Tawar. 5 (April): 16–19.
- Ikpeseni, S C, and E S Ameh. 2017. Effect of Temperature and Microstructure on the Corrosion Behaviour of a Low Carbon Dual Phase Steel. *American Journal of Engineering Research (AJER)* (5): 1–7.
- Iman, S., Haryadi, Zahrawani, A., Adjiantoro, B., 2018. Pengaruh Proses Quenching Dan Tempering Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah Dengan Paduan Laterit. *Jurnal Teknik Mesin*, 4 (1): 56–64.
- ISO 17639:2003(E), 2003. Destructive tests on welds in metallic materials - Macroscopic and microscopic examination of welds. *61010-1* © Iec:2001, 1 13.
- Jamei, Fatemeh, Hamed Mirzadeh, and Mehran Zamani. 2019. Synergistic Effects of Holding Time at Intercritical Annealing Temperature and Initial Microstructure on the Mechanical Properties of Dual Phase Steel. *Materials Science and Engineering A* 750(October 2018): 125–31. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2019.02.052>.
- Jha, R., Ranjan, S., Kumar, R., Sharma, M., Jha, R., Ranjan, S., Kumar, R., Sharma, M., 2017. Investigation of Heat Treatment on Mechanical Properties of Mild. 25 (63019): 24–28.
- Jokosisworo, S., 2018. Pengaruh Normalizing Dengan Variasi Waktu Penahanan Panas (Holding Time) Terhadap Sifat Mekanik Baja ST 46. *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, 15 (2): 68–73. <https://doi.org/10.14710/kpl.v15i2.19193>
- Kini, U.A., 2017. Mechanical Characterization Of Heat Treated En 9 Steel (April).
- M. Steven Larian. 2017. Pemulihan Struktur Mikro Dan Kekerasan Baja Karbon Setelah Mengalami Pemesinan Dengan Perlakuan Panas Annealing. *Jurnal Teknik Mesin Ubl* 4(2). <http://jurnal.uabl.ac.id/index.php/JTM>.
- Margono, Priyambodo, B.H., Nugroho, K.C., 2021. Pengaruh Laju Pendingin Pada Proses Heat Treatment Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja Karbon S45C. *Jurnal Creative Research in Engineering*, 1 (2): 60–66.

- Nugroho, Adhityo Sarwo et al. 2014. Pengaruh Proses Normalizing Terhadap Nilai Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Sambungan Las Thermite Baja NP-42 *Jurnal Teknik Mesin S-1* 2(3): 249–57. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtm>
- Osarolube, E., I. O. Owate, and N. C. Oforka. 2008. Corrosion Behaviour of Mild and High Carbon Steels in Various Acidic Media. *Scientific Research and Essays* 3(6): 224–28.
- Paul, S., Sarkar, S., 2018. Withdrawal Notice: Sweet and Sour Corrosion of 304 Stainless Steel in Oilfield Environment by Polarization, Impedance, XRD and SEM Studies. *Innovations in Corrosion and Materials Science (Formerly Recent Patents on Corrosion Science)*, 08 (5): 249–256. <https://doi.org/10.2174/2352094909666181211095609>
- Priyotomo, G., Prifiharni, S., Nuraini, L., Purawiardi, I., Metalurgi, P.P., Ilmu, L., Indonesia, P., Selatan, T., Fisika, P.P., Ilmu, L., Indonesia, P., Selatan, T., 2019. Korosi Baja Di Muara Baru Jakarta Dan Indramayu Dengan Simulasi Pasang Surut Uji Wet-Dry. 12 (1): 23–35.
- Sajid, H.U., Kiran, R., 2018. Influence of stress concentration and cooling methods on post-fire mechanical behavior of ASTM A36 steels. *Construction and Building Materials*, 186 920–945. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.08.006>
- Saputro, Faizal Dwi, and Dwi Heru Sutjahjo. 2017. Variasi Media Pengkorosi Dan Waktu Terhadap Laju Korosi Pada Baja Rendah Karbon (Mild Steel) Dengan Pemodelan Kondisi Sirip Kemudi Kapal. *Jtm* 5(3): 59–66.
- Sari, N.H., 2017. Perlakuan Panas Pada Baja Karbon: Efek Media Pendinginan Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro. *Jurnal Teknik Mesin*, 6 (4): 263. <https://doi.org/10.22441/jtm.v6i4.2091>
- Singkam, A.R., Lestari, I.L., Agustin, F., Miftahussalimah, P.L., Maharani, A.Y., Lingga, R., 2021. Perbandingan Kualitas Air Sumur Galian dan Bor Berdasarkan Parameter Kimia dan Parameter Fisika. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 4 (2): 155–165.
- Sultana, M.N., Hasan, F., Islam, M., 2014. Analysis of Mechanical Properties of mild steel Applying Various Heat treatment. *International Conference on Mechanical, Industrial and Energy Engineering* (July): 1–4.
- Sumiyanto, S., Abdunnaser, A., 2017. Pengaruh Media Pendingin Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Plat Baja Karbon Astm a-36. *Bina Teknika*, 11 (2): 155. <https://doi.org/10.54378/bt.v11i2.108>
- Sundjono, and Saefudin. 2018. Pengaruh Temperatur Dan Ph Air Sadah Kalsium Sulfat Terhadap Korosi Pada Baja Karbon. *Metalurgi* 29(1): 41.
- T. N. Guma, O.O. and D.K.G., 2019. Effects of Some Heat Treatments on Corrosion of Low and Medium Carbon Steel in Acidic Chloride Medium. *World Scientific News*, 132 (June): 169–186.

- Trihutomo, Prihanto. 2014. Pengaruh Proses Annealing Pada Hasil Pengelasan Terhadap Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah. *Jurnal Teknik Mesin* 22(1): 81–88. <https://media.neliti.com/media/publications/134083-ID-pengaruh-proses-annealing-pada-hasil-pen.pdf>.
- Wahyono, I., Salam, R., Dimiyati, A., 2015. Karakterisasi Struktur Mikro Menggunakan SEM Dan XRD Pada Ketahanan Baja Korosi Komersial Ss430 Dan Baja Non Komersial F1. *Proceeding Seminar Nasional XI SDM Teknologi Nuklir* (September): 112–117.
- Zeyad Kadhim, A.D., 2016. Effect of Quenching Media on Mechanical Properties for Medium Carbon Steel. *Journal of Engineering Research and Application* www.ijera.com ISSN, 6 (85): 2248–962226.