

**ANALISIS LAJU KOROSI PADA MATERIAL BAJA KARBON SS400 DI
LINGKUNGAN AIR LAUT MENGGUNAKAN METODA ELEKTROKIMIA**



UNIVERSITAS
ANDREAN SULISTYANTO
NIM: 41320010015
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2024

ANALISIS LAJU KOROSI PADA MATERIAL BAJA KARBON SS400 DI
LINGKUNGAN AIR LAUT MENGGUNAKAN METODA ELEKTROKIMIA



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun oleh:
Nama : Andrean Sulistyanto
Nim : 41320010015
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
APRIL 2024

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Andrian Sulistyanto


NIM : 41320010015

Program Studi : Teknik Mesin


Judul Skripsi : Analisis Laju Korosi Pada Material Baja Karbon SS400 Di
Lingkungan Air Laut Menggunakan Metode Elektrokimia

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan penguji dan diterima
Sebagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Srata 1 pada
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

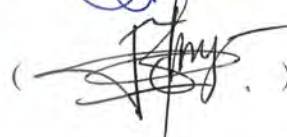
Disahkan Oleh:

Pembimbing : Dra. I Gusti Ayu Arwati, MT., Ph.D ()

NIDN : 00101146408

Ketua Penguji : Dafit Feriyanto, ST., M.Eng., Ph.D ()

NIDN : 0310029004

Anggota Penguji : Swandya Eka Pratiwi, M.Sc ()

NIDN : 0320059101

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 20 Juli 2024

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, S.TP, MT

NIDN : 0307037202

Ketua Program Studi



Dr.Eng. Imam Hidayat, ST., MT

NIDN : 0005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Andrean Sulistyanto

NIM : 41320010015

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Analisis Laju Korosi Pada Material Baja Karbon SS400 Di
Lingkungan Air Laut Metode Elektrokimia

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang saya buat ini merupakan hasil penelitian saya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia bertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian Pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 20 Juli 2024

A handwritten signature in black ink is written over a red and white 9000 Rupiah stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'SEPU LU RUPIAH' and 'STERAI TEMPEL'. A serial number 'A8B07AT 2282762223' is visible at the bottom of the stamp.

Andrean Sulistyanto

PENGHARGAAN

Dengan penuh syukur, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan anugerah dan petunjuk-Nya sehingga penulis berhasil menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“ANALISIS LAJU KOROSI PADA MATERIAL BAJA KARBON SS400 DI LINGKUNGAN AIR LAUT METODE ELEKTROKIMIA”** yang merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin, Universitas Mercu Buana. Penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan dan keterbatasan dalam laporan tugas akhir ini. Penulis juga menyadari bahwa laporan tugas akhir ini tidak bisa tercipta tanpa dukungan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana,
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, S.TP, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana,
3. Bapak Dr. Joni Hardi, St, MT selaku wakil dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana,
4. Bapak Dr.Eng. Imam Hidayat, MT selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana,
5. Bapak Gilang Awan Yudhistira, ST, MT selaku sekretaris Program Studi dan koordinator tugas akhir Teknik Mesin Universitas Mercu Buana,
6. Ibu Dra. I Gusti Ayu Arwati, MT, Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah memberikan masukan, waktu dan persetujuan dalam penyusunan dan penyelesaian tugas akhir ini.
7. Kedua orang tua saya, yang selalu memberikan doa, dukungan dan kepercayaan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Teman-teman mahasiswa khususnya Jurusan Teknik Mesin Angkatan 2020 Universitas Mercu Buana yang selalu memberikan motivasi dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.

9. Semua pihak yang turut membantu secara langsung dan tidak langsung yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, tanpa mengurangi besar rasa terima kasih dan hormat saya.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan dan selalu mencurahkan berkat serta rahmat-Nya kepada kita semua

Jakarta, 20 Juli 2024



Andrean Sulistyanto



ABSTRAK

Korosi adalah sebuah proses dimana logam mengalami oksidasi atau reaksi dengan lingkungan sekitarnya, mengakibatkan penurunan kualitas material. Semua logam secara alami mengalami korosi yang merupakan proses elektrokimia. Salah satu logam yang rentan teroksidasi adalah baja karbon SS400, terutama saat berada dilingkungan air laut. Dalam industri perkapalan baja SS400 digunakan pada plat *body* kapal. Penelitian ini memfokuskan pada laju korosi yang terjadi pada *body* kapal menggunakan media air laut Pelabuhan Merak. Penelitian dilakukan menggunakan metode elektrokimia potensiodinamik dengan ukuran spesimen 20 mm x 10 mm dengan tebal 5 mm dengan variasi perendaman 7 hari, 14 hari, dan 21 hari. Selain itu, analisis mikroskopik dilakukan pada permukaan sampel untuk memperoleh informasi lebih rinci. Metoda yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metoda elektrokimia. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan lapisan pelindung cat sangat berpengaruh dalam menghambat laju korosi, sebagaimana hasil laju korosi pada perendaman 168 jam spesimen yang tidak menggunakan lapisan pelindung cat sebesar $1,598 \times 10^{-1}$ mmpy, sedangkan dengan waktu perendaman yang sama spesimen dengan lapisan pelindung berupa cat sebanyak 3 lapisan mendapatkan hasil laju korosi sebesar $1,056 \times 10^{-2}$ mmpy dengan nilai efisiensi 87,30%. Pada perendaman 336 jam tanpa lapisan pelindung cat hasil laju korosi $1,713 \times 10^{-1}$ mmpy sedangkan dengan lapisan pelindung cat 3 lapisan mendapatkan hasil laju korosi $6,496 \times 10^{-2}$ mmpy dengan nilai efisiensi sebesar 67,66% dan perendaman 504 jam tanpa lapisan pelindung mendapatkan hasil $3,007 \times 10^{-1}$ sedangkan spesimen menggunakan lapisan pelindung berupa cat 3 lapis mendapatkan hasil $9,367 \times 10^{-2}$ dengan nilai efisiensi sebesar 65,89%. Hasil ini menunjukkan bahwa laju korosi SS400 masih tergolong baik dan juga efektivitas dari lapisan cat yang digunakan berhasil memperlambat laju korosi.

Kata Kunci: Korosi, Elektrokimia, Baja Karbon SS400, Air Laut, Laju Korosi

ANALYSIS OF CORROSION RATE ON SS400 CARBON STEEL MATERIAL IN THE SEAWATER ENVIRONMENT USING ELECTROCHEMICAL METHOD

ABSTRACT

Corrosion is a process where metals undergo oxidation or reaction with their surrounding environment, resulting in a decline in material quality. All metals naturally experience corrosion, which is an electrochemical process. One metal that is particularly prone to oxidation is carbon steel SS400, especially when exposed to seawater. In the shipbuilding industry, SS400 steel is used for ship hull plates. This study focuses on the corrosion rate occurring in ship hulls using seawater from Merak Harbor. The research was conducted using a potentiodynamic electrochemical method with specimens sized 20 mm x 10 mm and 5 mm thick, with immersion times of 7 days, 14 days, and 21 days. Additionally, microscopic analysis was performed on the sample surfaces to obtain more detailed information. The methods used in this study are based on electrochemical techniques. The research results show that the use of protective paint layers significantly affects the reduction of corrosion rates. For specimens without a protective paint layer, the corrosion rate after 168 hours of immersion was 1.598×10^{-1} mmpy, while for specimens with three layers of protective paint, the corrosion rate was 1.056×10^{-2} mmpy, with an efficiency value of 87.30%. After 336 hours of immersion, the corrosion rate for specimens without a protective paint layer was 1.713×10^{-1} mmpy, whereas for specimens with three layers of protective paint, it was 6.496×10^{-2} mmpy, with an efficiency of 67.66%. After 504 hours of immersion, the corrosion rate for specimens without a protective paint layer was 3.007×10^{-1} mmpy, while for specimens with three layers of protective paint, it was 9.367×10^{-2} mmpy, with an efficiency of 65.89%. These results indicate that the corrosion rate of SS400 is still relatively low and the effectiveness of the applied paint layer successfully slows down the corrosion rate.

Keywords: *Corrosion, Electrochemistry, SS400 Carbon Steel, Sea Water, Corrosion Rate*

DAFTAR ISI

| | |
|--|------------|
| HALAMAN PENGESAHAN | i |
| HALAMAN PERNYATAAN | ii |
| PENGHARGAAN | iii |
| ABSTRAK | v |
| ABSTRACT | vi |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR SINGKATAN | xii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 LATAR BELAKANG | 1 |
| 1.2 RUMUSAN MASALAH | 3 |
| 1.3 TUJUAN | 3 |
| 1.4 MANFAAT | 4 |
| 1.5 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH | 4 |
| 1.6 SISTEMATIKA PENULISAN | 5 |
| BAB II PENELITIAN TERDAHULU | 6 |
| 2.1 PENELITIAN TERDAHULU | 6 |
| 2.2 <i>STRUCTURAL STEEL 400</i> | 8 |
| 2.3 BAGIAN KAPAL LAUT YANG RENTAN TERKENA KOROSI | 9 |
| 2.4 KOROSI | 10 |
| 2.5 JENIS KOROSI | 12 |
| 2.6 LAJU KOROSI | 16 |
| 2.7 INHIBITOR | 16 |
| 2.8 METODE ELEKTROKIMIA | 18 |
| 2.9 AIR LAUT | 21 |
| BAB III METODOLOGI | 22 |
| 3.1 PENDAHULUAN | 22 |

| | | |
|---------------|--|-----------|
| 3.2 | DIAGRAM ALIR PENELITIAN | 22 |
| 3.2.1 | Identifikasi Masalah | 23 |
| 3.2.2 | Studi Literatur | 24 |
| 3.2.3 | Persiapan Alat & Bahan | 24 |
| 3.2.4 | Pemotongan Sampel | 26 |
| 3.2.5 | Bahan Dibersihkan | 27 |
| 3.2.6 | Perendaman Sampel Dengan Air Laut | 28 |
| 3.2.7 | Pengamatan Sampel | 28 |
| 3.2.8 | Pengujian Sampel | 28 |
| 3.2.9 | Pengujian Mikroskopik Sampel setelah Pengujian | 31 |
| 3.2.10 | Analisis Data | 31 |
| BAB IV | HASIL DAN PEMBAHASAN | 32 |
| 4.1 | ANALISIS LAJU KOROSI | 32 |
| 4.2 | PENGUJIAN MIKROSKOP | 38 |
| BAB V | KESIMPULAN DAN SARAN | 41 |
| 5.1 | KESIMPULAN | 41 |
| 5.2 | SARAN | 42 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 43 |
| | LAMPIRAN | 46 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------|--|----|
| Gambar 2.1. | Korosi Merata | 12 |
| Gambar 2.2. | Korosi Galvanik | 13 |
| Gambar 2.3. | Korosi Sumuran | 13 |
| Gambar 2.4. | Korosi Celah | 14 |
| Gambar 2.5. | Korosi Intergranular | 14 |
| Gambar 2.6. | Korosi atmosfer | 14 |
| Gambar 2.7. | Korosi Regangan | 15 |
| Gambar 2.8. | Korosi Lokal | 15 |
| Gambar 2.9. | Polarisasi Potensiodinamik Pada Kurva Anodik | 19 |
| Gambar 2.10. | Kurva Ekstrapolarisasi Tabel untuk Menentukan Nilai Potensial korosi (E_{corr}) dan nilai densitas arus korosi (I_{corr}) | 20 |
| Gambar 2.11. | Kurva Polarisasi Tafel | 21 |
| Gambar 3.1. | Diagram Alir | 23 |
| Gambar 3.2. | Desain Ukuran Sampel Menggunakan <i>Solidwork</i> | 27 |
| Gambar 3.3. | Pembersihan Sampel <i>Structural Steel</i> Menggunakan Cairan <i>Pickling</i> | 27 |
| Gambar 3.4. | Proses Pengecatan Menggunakan Cat <i>Propan Aqua Primtop</i> Sebanyak 3 Lapisan | 28 |
| Gambar 3.5. | Rangkaian Alat Pengujian Polarisasi Potensiodinamik | 29 |
| Gambar 3.6. | Alat Uji Mikroskopik | 31 |
| Gambar 4.1 | Grafik Tafel Hasil Laju Korosi SS400 Tanpa Pelindung Cat dengan Waktu Perendaman 168 jam | 33 |
| Gambar 4.2. | Grafik Tafel Hasil Laju Korosi SS400 Tanpa Pelindung Cat dengan Waktu Perendaman 336 jam | 33 |
| Gambar 4.3. | Grafik Tafel Laju Korosi SS400 Tanpa Pelindung Cat dengan Waktu Perendaman 504 jam | 34 |
| Gambar 4.4. | Grafik Gabungan Polarisasi Potensiodinamik (E) Terhadap Arus (I) <i>Structural Steel 400</i> Tanpa Pelindung Cat Dengan Variasi Perendaman Pada Media Air Laut | 34 |
| Gambar 4.5. | Grafik Tafel Laju Korosi SS400 Dilapisi Pelindung Cat 3 Lapisan dalam Waktu 168 jam | 35 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 4.6. | Grafik Tafel Laju Korosi SS400 Dilapisi Pelindung Cat 3 Lapisan dalam Waktu 336 jam | 35 |
| Gambar 4.7. | Grafik Tafel Laju Korosi SS400 Dilapisi Pelindung Cat 3 Lapisan dalam Waktu 504 jam | 36 |
| Gambar 4.8. | Grafik Polarisasi Potensiodinamik (E) Terhadap Arus (I) <i>Structural Steel 400</i> Dengan Pelindung Cat 3 Lapisan menggunakan Variasi Perendaman Pada Media Air Laut | 36 |



DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|--|----|
| Tabel 2.1. | Penelitian Terdahulu | 6 |
| Tabel 2.2. | Kandungan Material Sampel Structural Steel 400 | 9 |
| Tabel 2.3. | Tingkat Ketahanan Korosi Berdasarkan Laju Korosi | 16 |
| Tabel 3.1. | Bahan Penelitian | 24 |
| Tabel 3.2. | Alat Penelitian | 25 |
| Tabel 4.1. | Nilai Laju Korosi Tanpa Menggunakan Pelindung Cat dan Menggunakan Pelindung Cat 3 Lapisan | 37 |
| Tabel 4.2. | Hasil Uji Mikroskop Sampel <i>Structural Steel</i> Tanpa Lapisan Pelindung | 39 |
| Tabel 4.3. | Hasil Uji Mikroskop Sampel <i>Structural Steel</i> Menggunakan Lapisan Cat Sebanyak 3 Lapisan | 39 |



DAFTAR SINGKATAN

| Singkatan | Keterangan |
|------------------|--|
| SS400 | <i>Strukturan Steel</i> |
| ASTM | <i>American Society for Testing and Material</i> |
| pH | <i>Potential of Hydrogen</i> |

