

**ANALISIS PROTEKSI KOROSI PADUAN *STAINLESS STEEL* 304 DAN
316L PADA *ACID STORAGE* H₂SO₄ MENGGUNAKAN INHIBITOR
ANIONIK SURFAKTAN**



SETO DIWANGKARA

NIM: 41319120087

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA 2023

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS PROTEKSI KOROSI PADUAN *STAINLESS STEEL* 304 DAN
316L PADA *ACID STORAGE* H₂SO₄ MENGGUNAKAN INHIBITOR
ANIONIK SURFAKTAN**



Disusun Oleh:

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
Nama : Seto Diwangkara
NIM : 41319120087
Program Studi : Teknik Mesin

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

DESEMBER 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama: Seto Diwangkara

NIM: 41319120087

Program Studi: Teknik Mesin

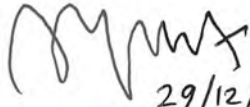
Judul Laporan Skripsi: Analisis Proteksi Korosi Paduan *Stainless Steel* 304 dan 316L pada *Acid Storage* H₂SO₄ menggunakan Inhibitor Anionik Surfaktan

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana

Disahkan oleh:

Pembimbing : Dra. I Gusti Ayu Arwati, Ph.D

NIDN : 0010046408

()
29/12/23

Ketua Penguji : Sagir Alva, Ph.D

NIDN : 0313037707

()

Penguji 1 : Nanang Ruhyat, Dr., MT.

NIDN : 0323027301

()
29/12/23

Jakarta, 16 Desember 2023

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinazari, M.T.

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Seto Diwangkara
NIM : 41319120087
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Analisis Proteksi Korosi Paduan *Stainless Steel* 304 dan 316L pada *Acid Storage* H₂SO₄ menggunakan Inhibitor Surfaktan Anionik

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya 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 mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

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

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 16 Desember 2023



Seto Diwangkara

PENGHARGAAN

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "Analisis Proteksi Korosi Paduan *Stainless Steel* 304 dan 316L pada *Acid Storage* H₂SO₄ menggunakan Inhibitor Anionik Surfaktan".

Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah Tugas Akhir pada program sarjana strata satu (S1) Teknik Mesin. Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk mempelajari dan menganalisis perbandingan laju korosi pada material yang digunakan sebagai *acid storage* dalam proses sulfonasi. *Acid storage* memiliki peran penting dalam wadah penyimpanan asam sulfat (H₂SO₄) dari produk samping yang dihasilkan selama proses sulfonasi, sehingga pemilihan material yang tepat serta pencegahan korosi dengan inhibitor menjadi faktor krusial untuk memastikan kinerja yang optimal.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan ini tidak dapat terwujud tanpa bantuan, dukungan, dan kontribusi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak prof. Dr. Andi Andriansyah, M.Eng selaku Dekan Rektor Universitas Mercu Buana
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Mesin Universitas Mercu Buana
3. Bapak Dr.Eng. Imam Hidayat, ST, MT selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana
4. Bapak Gilang Awan Yudhistira, ST, MT selaku Koordinator Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Mercu Buana
5. Ibu Dra. I Gusti Ayu Arwati, Ph.D selaku dosen pembimbing atas bimbingan, arahan, dan masukan yang berharga dalam penyusunan laporan skripsi ini.
6. Ibu Arie Wibawa Lestari dan Bapak Sarwo Untoro sebagai orang tua penulis yang selalu memberikan doa, dukungan, dan motivasi dalam menyelesaikan laporan ini.
7. Serta teman-teman mahasiswa dan segenap civitas yang telah membantu dalam penulisan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan guna perbaikan di masa yang akan datang.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan sumbangsih yang berguna bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan industri.

Karawang, 16 Desember 2023



Seto Diwangkara



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Dalam industri manufaktur surfaktan terdapat proses Sulfonasi yang melibatkan gas SO_3 dalam pembuatan *Linear Alkyl Benzene Sulfonate (LAS)*. Gas SO_3 yang reaktif memerlukan penanganan khusus, seperti penggunaan SO_3 Scrubber untuk menangkap dan mengubahnya menjadi bentuk H_2SO_4 sebagai produk samping. Produk samping berupa H_2SO_4 perlu disimpan dalam *Acid Storage*, karena sifatnya yang sangat korosif terdapat potensi bahaya kerusakan pada *Acid Storage* karena serangan korosi. Penelitian bertujuan mengidentifikasi material *Stainless Steel* 316L dan 304 melalui analisis laju korosi yang digunakan untuk mengukur korosifitas larutan H_2SO_4 terhadap material yang digunakan pada *Acid Storage*, serta mengevaluasi pengaruh penambahan inhibitor surfaktan anionik *LAS* terhadap efisiensi proteksi pada material tersebut melalui metode *Weight-Loss*. Penelitian ini memberikan pemahaman tentang perbandingan laju korosi pada material yang digunakan dalam penyimpanan asam sulfat dengan konsentrasi tinggi. Selain itu, penelitian ini juga mengungkapkan efek penggunaan anionik surfaktan sebagai inhibitor dalam upaya mengurangi laju korosi. Informasi dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pemilihan material yang sesuai serta dapat menghindarkan dari potensi bahaya kerusakan akibat serangan korosi.

Kata Kunci: Laju Korosi, *Stainless Steel*, Inhibitor, Anionik Surfaktan, *Lauryl Alkyl Benzene Sulfonate*, *Weight-Loss*, H_2SO_4 , Sulfonasi, *Vessel* Penyimpanan.



ABSTRACT

In the surfactant manufacturing industry, there is a Sulfonation process that involves SO_3 gas in the production of Linear Alkyl Benzene Sulfonate (LAS). The highly reactive SO_3 gas requires special handling, such as using an SO_3 Scrubber to capture and convert it into H_2SO_4 as a byproduct. This byproduct, H_2SO_4 , needs to be stored in Acid Storage, but due to its highly corrosive nature, there is a potential risk of damage to the Acid Storage due to corrosion. The research aims to identify Stainless Steel 316L and 304 materials through corrosion rate analysis, which is used to measure the corrosiveness of H_2SO_4 solutions on the materials used in Acid Storage. Additionally, it evaluates the impact of adding anionic surfactant LAS as an inhibitor on the protection efficiency of these materials using the Weight-Loss method. This study provides an understanding of the comparative corrosion rates of materials used in the storage of high-concentration sulfuric acid. Furthermore, this research also reveals the effects of using anionic surfactants as inhibitors to reduce corrosion rates. The information from this research is expected to serve as a reference for selecting suitable materials and preventing potential damage from corrosion attacks.

Keywords: *Corrosion Rate, Stainless Steel, Inhibitor, Anionik Surfactant, Lauryl Alkyl Benzene Sulfonate, Weight-Loss, H_2SO_4 , Sulfonation, Storage Vessel.*



DAFTAR ISI

| | |
|---|------------|
| HALAMAN PENGESAHAN | i |
| HALAMAN PERNYATAAN | ii |
| PENGHARGAAN | iii |
| ABSTRAK | v |
| ABSTRACT | vi |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL | xii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 LATAR BELAKANG | 1 |
| 1.2 RUMUSAN MASALAH | 3 |
| 1.3 TUJUAN | 4 |
| 1.4 MANFAAT | 4 |
| 1.5 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH | 5 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1 PENELITIAN TERDAHULU | 6 |
| 2.2 SULFONASI | 11 |
| 2.3 SURFAKTAN | 11 |
| 2.3.1 Jenis Surfaktan | 12 |
| 2.3.2 Mekanisme Adsopsi Surfaktan | 12 |
| 2.3.3 <i>Micelle</i> | 13 |
| 2.3.4 <i>Critical Micelle Concentration (CMC)</i> | 14 |
| 2.4 <i>LINEAR ALKYL BENZENE SULFONATE</i> | 15 |
| 2.5 INHIBITOR | 16 |

| | | |
|----------------|---|-----------|
| 2.5.1 | Klasifikasi Inhibitor | 17 |
| 2.5.2 | Anionik Surfaktan Sebagai Inhibitor | 17 |
| 2.6 | KOROSI | 19 |
| 2.6.1 | Jenis Korosi dan Cara Penanganannya | 19 |
| 2.6.2 | Faktor Penyebab Korosi | 24 |
| 2.7 | LAJU KOROSI | 24 |
| 2.8 | KETAHANAN KOROSI RELATIF | 25 |
| 2.9 | <i>STAINLESS STEEL</i> | 27 |
| 2.9.1 | Jenis Paduan <i>Stainless Steel</i> | 27 |
| 2.9.2 | Karakteristik <i>Stainless Steel</i> | 28 |
| 2.10 | ASAM SULFAT | 28 |
| BAB III | METODOLOGI | 29 |
| 3.1 | DIAGRAM ALIR | 29 |
| 3.1.1. | Preparasi Sampel | 31 |
| 3.1.2 | Uji Komposisi | 33 |
| 3.1.3 | Analisis Mikroskop | 33 |
| 3.1.4 | Preparasi Medium Korosif | 34 |
| 3.1.5 | Pencelupan/proses Korosi | 34 |
| 3.1.6 | Pembersihan Sampel | 35 |
| 3.1.7 | Penimbangan | 35 |
| 3.1.8 | Perhitungan dan Pengolahan Data setelah Proses Korosi | 35 |
| 3.2 | ALAT DAN BAHAN | 36 |
| 3.2.1 | Alat | 36 |
| 3.2.2 | Bahan | 38 |

| | | |
|---------------|--|-----------|
| BAB IV | HASIL DAN PEMBAHASAN | 40 |
| 4.1 | ANALISIS LAJU KOROSI | 40 |
| | 4.1.1 Data Sample | 40 |
| | 4.1.2 Sampel <i>Stainless Steel 316L</i> | 41 |
| | 4.1.3 Sampel <i>Stainless Steel 304</i> | 42 |
| | 4.1.4 Perhitungan Laju Korosi | 43 |
| | 4.1.5 Laju Korosi <i>Stainless Steel 316L</i> | 45 |
| | 4.1.6 Laju Korosi <i>Stainless Steel 304</i> | 46 |
| 4.2 | EFISIENSI INHIBITOR | 49 |
| | 4.2.1 Pengaruh Konsentrasi Inhibitor <i>LAS</i> pada <i>Stainless Steel 316L</i> | 50 |
| | 4.2.2 Pengaruh Konsentrasi Inhibitor <i>LAS</i> pada <i>Stainless Steel 304</i> | 51 |
| 4.3 | MORFOLOGI PERMUKAAN | 52 |
| | 4.3.1 Efek Korosi pada Sampel <i>Stainless Steel 316L</i> | 52 |
| | 4.3.2 Efek Korosi pada Sampel <i>Stainless Steel 304</i> | 54 |
| BAB V | PENUTUP | 57 |
| 5.1 | KESIMPULAN | 57 |
| 5.2 | SARAN | 58 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 59 |
| | LAMPIRAN | 62 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 1.1 | Reaksi gas SO ₃ dengan LAB | 1 |
| Gambar 1.2 | <i>Block Flow</i> Diagram Proses Sulfonasi | 2 |
| Gambar 2.1 | <i>Micelle</i> Surfaktan | 13 |
| Gambar 2.2 | Dampak Konsentrasi terhadap Tegangan Permukaan | 14 |
| Gambar 2.3 | Struktur <i>Linear Alkyl Benzene Sulfonate</i> | 15 |
| Gambar 2.4 | Skema Ilustrasi Surfaktan pada Permukaan Logam | 18 |
| Gambar 2.5 | Korosi Sumuran | 20 |
| Gambar 2.6 | Korosi Erosi | 21 |
| Gambar 2.7 | Korosi Seragam | 21 |
| Gambar 2.8 | Korosi Mikrobiologi | 22 |
| Gambar 2.9 | Korosi Celah | 23 |
| Gambar 2.10 | Korosi Galvanik | 23 |
| Gambar 2.11 | Faktor Lingkungan Penyebab Korosi | 24 |
| Gambar 3.1 | Daigram Alir Tahapan Penelitian | 30 |
| Gambar 3.2 | Ilustrasi Ukuran Sampel <i>Stainless Steel</i> | 31 |
| Gambar 3.3 | Proses Pengamplasan Permukaan Sampel | 31 |
| Gambar 3.4 | Proses Pembilasan Sampel | 32 |
| Gambar 3.5 | Proses Degreasing dengan Aseton | 32 |
| Gambar 3.6 | Digital Mikroskop KEYENCE VHX 6000 | 34 |
| Gambar 3.7 | Proses Perendaman Sample <i>Stainless Steel</i> | 35 |
| Gambar 3.8 | Proses Penimbangan Sampel | 35 |
| Gambar 4.1 | Keterangan Kode pada Sampel | 41 |
| Gambar 4.2 | Grafik Hubungan antara Laju Korosi dengan Konsentrasi Inhibitor pada Material <i>Stainless Steel</i> 316L | 45 |
| Gambar 4.3 | Grafik Hubungan antara Laju Korosi dengan Konsentrasi Inhibitor pada Material <i>Stainless Steel</i> 304 | 46 |
| Gambar 4.4 | Grafik Perbandingan Laju Korosi pada material 316L dan 304 setelah 504 Jam | 47 |
| Gambar 4.5 | Grafik Hubungan antara Efisiensi Inhibitor dengan konsentrasi LAS pada Material <i>Stainless Steel</i> 316L | 50 |

- Gambar 4.6 Grafik Hubungan antara Efisiensi Inhibitor dengan konsentrasi *LAS* pada Material *Stainless Steel* 304 51
- Gambar 4.7 Kondisi Sampel 316L Setelah Perendaman 504 jam dengan Variasi Dosis Inhibitor 0 ppm (a), 100 ppm (b), 200 ppm (c), 500 ppm (d), 1000 ppm (e), dan 2000 ppm (f). 53
- Gambar 4.8 Permukaan *Stainless Steel* 316L – 504 jam tanpa inhibitor *LAS* (0 ppm), sebelum Perendaman Perbesaran 500x (a), setelah Perendaman Perbesaran 500x (b) 53
- Gambar 4.9 Permukaan *Stainless Steel* 316L – 504 jam 2000 ppm, sebelum Perendaman Perbesaran 500x (a), setelah Perendaman Perbesaran 500x (b) & Perbesaran 1000x (c) 54
- Gambar 4.10 Kondisi Sampel 304 Setelah Perendaman 504 jam dengan Variasi Dosis Inhibitor 0 ppm (a), 100 ppm (b), 200 ppm (c), 500 ppm (d), 1000 ppm (e), dan 2000 ppm (f). 55
- Gambar 4.11 Permukaan *Stainless Steel* 304 – 504 jam tanpa Inhibitor *LAS* (0 ppm), sebelum Perendaman Perbesaran 500x (a), setelah Perendaman Perbesaran 500x (b) 55
- Gambar 4.12 Permukaan *Stainless Steel* 304 – 504 jam 2000 ppm, sebelum Perendaman Perbesaran 500x (a), setelah Perendaman Perbesaran 500x (b) & Perbesaran 1000x (c) 56

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabel 2.1 | Penelitian Terdahulu | 6 |
| Tabel 2.2 | Satuan dan Konstanta Pengujian Laju Korosi | 25 |
| Tabel 2.3 | Perbandingan Satuan Laju Korosi | 26 |
| Tabel 3.1 | Komposisi Sampel <i>Stainless Steel</i> | 33 |
| Tabel 3.2 | Data Analisis Konsentrasi Asam Sulfat | 34 |
| Tabel 3.3 | Daftar Alat dan Spesifikasinya | 36 |
| Tabel 3.4 | Daftar Bahan dan Spesifikasinya | 38 |
| Tabel 4.1 | Data Sampel <i>Stainless Steel</i> 316L untuk Masa Perendaman 7 Hari | 41 |
| Tabel 4.2 | Data Sampel <i>Stainless Steel</i> 316L untuk Masa Perendaman 14 Hari | 41 |
| Tabel 4.3 | Data Sampel <i>Stainless Steel</i> 316L untuk Masa Perendaman 21 Hari | 42 |
| Tabel 4.4 | Data Sampel <i>Stainless Steel</i> 304 untuk Masa Perendaman 7 Hari | 42 |
| Tabel 4.5 | Data Sampel <i>Stainless Steel</i> 304 untuk Masa Perendaman 14 Hari | 42 |
| Tabel 4.6 | Data Sampel <i>Stainless Steel</i> 304 untuk Masa Perendaman 21 Hari | 43 |
| Tabel 4.7 | Data Laju Korosi Pada Variasi Waktu Pengamatan dan Variasi Dosis Inhibitor <i>LAS</i> | 44 |