



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**ANALISIS UJI KETAHANAN KOROSI MATERIAL
STRUKTUR RANGKA UTAMA SEPEDA MOTOR
PADA DAERAH TROPIS PANTAI DAN INDUSTRI**

UNIVERSITAS
OLEH
DENI HENDRANATA
55823110007

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
TAHUN 2025**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**ANALISIS UJI KETAHANAN KOROSI MATERIAL
STRUKTUR RANGKA UTAMA SEPEDA MOTOR
PADA DAERAH TROPIS PANTAI DAN INDUSTRI**

TESIS

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program
Pascasarjana pada Program Studi Magister Teknik Mesin**

OLEH

DENI HENDRANATA

55823110007

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

TAHUN 2025

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Deni Hendranata
NIM : 55823110007
Program Study : Magister Teknik Mesin
Judul Tesis : Analisis Uji Ketahanan Korosi Material Struktur Rangka
Utama Sepeda Motor Pantai dan Industri

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Strata S2 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana

Disahkan Oleh :

Pembimbing : I Gusti Ayu Arwati, Dra, MT, Ph.D
NIDN : 0010046408
Ketua Penguji : Muhamad Fitri, S.T., M.Si., Ph.D
NIDN : 01013126901
Anggota Penguji : Dr. Eng. Imam Hidayat, MT. Ph.D
NIDN : 0005087502



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 23 Juli 2025

Mengetahui,

Dekan
Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT

Ketua Program Studi
Magister Teknik Mesin



Muhamad Fitri, S.T., M.Si., Ph.D

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa semua pernyataan dalam Tesis ini :

Judul : Analisis Uji Ketahanan Korosi Material Struktur Rangka
Utama Sepeda Motor Pada Daerah Tropis Pantai dan
Industri

Nama : Deni Hendranata

NIM : 55823110007

Program Studi : Magister Teknik Mesin

Tanggal : 23 Juli 2025

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan, dan karya saya sendiri dengan bimbingan Komisi Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Karya ilmiah ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengolahannya yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, 23 Juli 2025



Deni Hendranata

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

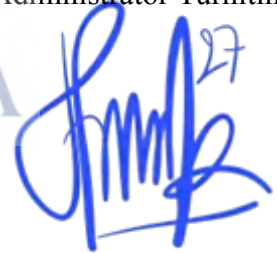
Nama : **DENI HENDRANATA**
NIM : **55823110007**
Program Studi : **Magister Teknik Mesin**
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **ANALISIS UJI KETAHANAN KOROSI MATERIAL STRUKTUR RANGKA UTAMA SEPEDA MOTOR PADA DAERAH TROPIS PANTAI DAN INDUSTRI**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Selasa, 19 Agustus 2025** dengan hasil presentase sebesar **18 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 19 Agustus 2025

Administrator Turnitin,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Itmam Haidi Syarif

LEMBAR PENGHARGAAN

Alhamdulillah Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena penulis dapat menyelesaikan Proposal dan Seminar Tesis yang berjudul “ANALISIS UJI KETAHANAN KOROSI MATERIAL STRUKTUR RANGKA UTAMA SEPEDA MOTOR PADA DAERAH TROPIS PANTAI DAN INDUSTRI.

Untuk itu ucapan terima kasih atas segala bentuk bantuan yang diberikan kepada penulis, disampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng., selaku Rektor Universitas Mercu Buana Jakarta.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta.
3. Muhamad Fitri, S.T., M.Si., Ph.D Ketua Program Analisis Teknik Mesin Universitas Mercubuana.
4. Sekprodi Teknik Mesin Universitas Mercubuana.
5. Pembimbing Akademik, I Gusti Ayu Arwati, Dra, MT, Ph.D yang telah membimbing dengan baik sehingga penulisan Laporan Tesis ini dapat diselesaikan.
6. Dosen program Analisis Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta

Jakarta, Juli 2025

ABSTRAK

Korosi struktural kendaraan bermotor di wilayah tropis menjadi isu kritis pada tahun 2023, patah struktur berdampak pada keselamatan dan masa pakai material. Kelembapan tinggi, dan ion agresif dari atmosfer pesisir dan aktivitas industri, mempercepat degradasi material logam yang mengalami tegangan residual. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi ketahanan korosi baja karbon rendah tipe *Steel Plate Hot Comercial Pickled and Oil* (SPHC PO) sebagai alternatif material struktural, mengingat keterbatasan akses industri terhadap spesifikasi teknis *High Strength Steel* (HSS). Pengujian lingkungan dilakukan menggunakan simulasi kabut garam dan hujan asam buatan pada pH 4,1–5,5 selama 96, 504, dan 800 jam. Spesimen polos dan berlapis zinc phosphate (*Coating*) diberikan perlakuan U-bent untuk merepresentasikan distribusi tegangan tarik sisa. Karakterisasi morfologi dan komposisi permukaan dilakukan melalui *Scanning Electron Microscope* (SEM)-*Energy Dispersive Spectroscope* (EDS), dan perilaku elektrokimia diinterpretasikan menggunakan diagram Pourbaix. Hasilnya menunjukkan, SPHC PO tanpa *Coating* mengalami laju korosi tinggi (0,46–1,08 mm/tahun), nilai tertinggi 1,08533 mm/tahun pada hujan asam 800 jam, masuk kategori buruk–sedang, dan berimplikasi pada umur pakai <3 tahun. Sebaliknya, pelapisan zinc phosphate menurunkan laju korosi hingga –0,06–0,08 mm/tahun, dengan nilai terendah 0,00003 mm/tahun (NaCl) dan 0,00086 mm/tahun (hujan asam) pada durasi yang sama, masuk kategori sangat baik (umur pakai ≥ 5 tahun). Defleksi (H-holder) material polos (241,9 mm) menghasilkan laju korosi 0,62531 mm/tahun, sedangkan spesimen *Coating* dengan defleksi sama mencatat 0,04349 mm/tahun. SEM mengidentifikasi retakan mikro intergranular pada spesimen polos, sedangkan *Coating* menunjukkan pitting ringan dan fragmentasi kristal. EDS menunjukkan kenaikan unsur C (69–72%) dan O (25–27%) pada *Coating* akibat adsorpsi kontaminan. Diagram Pourbaix memperlihatkan zona pelarutan *Coating* saat pH < 5 dan Eh > 0,5 V. Disimpulkan bahwa SPHC PO berlapis zinc phosphate terbukti memiliki ketahanan korosi dan struktur yang layak sebagai alternatif HSS, dan disarankan tambahan lapisan top coat untuk performa ≥ 5 tahun.

Kata Kunci: SPHC PO, Korosi Tropis, *Zinc Phosphate*, *Stress Corrosion Cracking*, Kabut Garam, Hujan Asam, Pourbaix Diagram, SEM-EDS, Baja Karbon Rendah, Perlindungan Permukaan, Tegangan Sisa, *U-bent Test*, Umur Pakai Material, Desain Rangka, Lingkungan Industri.

ABSTRACT

Structural corrosion in motor vehicles operating in tropical regions emerged as a critical issue in 2023, with structural failure posing significant risks to safety and material service life. High humidity and aggressive ions from coastal atmospheres and industrial activities accelerate the degradation of metallic materials, particularly those subjected to residual tensile stress. This study aims to evaluate the corrosion resistance of low-carbon steel type Steel Plate Hot Commercial Pickled and Oiled (SPHC PO) as a potential structural material, considering limited industrial access to High Strength Steel (HSS) specifications. Environmental exposure tests were conducted using simulated salt spray and artificial acid rain at pH 4.1–5.5 over durations of 96, 504, and 800 hours. Both uncoated and zinc phosphate-coated specimens were subjected to U-bent treatment to simulate residual tensile stress distribution. Surface morphology and elemental composition were characterized using Scanning Electron Microscopy (SEM) and Energy Dispersive Spectroscopy (EDS), while electrochemical behavior was interpreted through Pourbaix diagrams. Results indicate that uncoated SPHC PO exhibited high corrosion rates (0.46–1.08 mm/year), with the highest rate of 1.08533 mm/year under acid rain exposure at 800 hours, classified as poor to moderate, implying a service life of less than 3 years. In contrast, zinc phosphate coating significantly reduced corrosion rates to 0.06–0.08 mm/year, with the lowest values recorded at 0.00003 mm/year (NaCl) and 0.00086 mm/year (acid rain), corresponding to excellent performance (≥ 5 years service life). Deflection-induced stress (H-holder) in uncoated specimens (241.9 mm) resulted in a corrosion rate of 0.62531 mm/year, whereas coated specimens under identical deflection recorded only 0.04349 mm/year. SEM analysis revealed intergranular microcracks in uncoated samples, while coated specimens exhibited mild pitting and crystal fragmentation. EDS detected increased concentrations of carbon (69–72%) and oxygen (25–27%) on coated surfaces due to contaminant adsorption. Pourbaix diagrams indicated coating dissolution zones at $\text{pH} < 5$ and $E_h > 0.5$ V. It is concluded that zinc phosphate-coated SPHC PO demonstrates viable corrosion and structural resistance as an alternative to HSS, with the recommendation of an additional top coat layer to ensure performance exceeding 5 years. **Keywords:** SPHC PO, Tropical Corrosion, Zinc Phosphate, Stress Corrosion Cracking, Salt Spray, Acid Rain, Pourbaix Diagram, SEM-EDS, Surface Protection, Residual Stress, U-bent Test, Material Service Life, Frame Design, Industrial Environment.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN SIMILARITY CHECK	iii
PERNYATAAN.....	iv
LEMBAR PENGHARGAAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xix
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	5
1.3 TUJUAN PENELITIAN	6
1.4 NOVELTY.....	7
1.5 MANFAAT PENELITIAN	9
1.6 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	11
1.6.1 Ruang Lingkup Penelitian	11
1.6.2 Batasan Masalah.....	12
1.7 SISTEMATIKA PENULISAN	13
1.7.1 BAB I PENDAHULUAN.....	13
1.7.2 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	14
1.7.3 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	14
1.7.4 BAB IV HASIL PEMBAHASAN	14
1.7.5 PENUTUP, KESIMPULAN DAN SARAN	14
1.7.6 DAFTAR PUSTAKA	14

BAB II.....	15
TINJAUAN PUSTAKA.....	15
2.1 Definisi struktur rangka utama Kendaraan sepeda motor (<i>chasis</i>).....	15
2.2 Faktor Kegagalan Struktur rangka utama kendaraan sepeda motor	20
2.2.1 Jenis Korosi	23
2.2.2 Faktor Kegagalan Akibat Korosi Tegangan (SCC)	24
2.2.3 Baja SPHC PO.....	26
2.3 Metode Pengujian Korosi Retak Tegang	30
2.3.1 Mekanisme Pengujian <i>Stress Corrosion Cracking (SCC)</i>	30
2.3.2 Metode bentuk dari <i>Bent beam Two-Point Loaded Specimen</i>	34
2.4 Pengujian Korosi dengan <i>Salt spray</i> dan Hujan Asam	37
2.4.1 Kabut Garam (<i>Salt spray Test</i>)	37
2.4.2 Hujan Asam (<i>Chamber Simulasi Hujan Asam</i>)	38
2.5 Menghitung Laju Korosi	42
2.6 Pengujian Metalografi.....	44
BAB III	48
METODE PENELITIAN.....	48
3.1 Diagram Alur Metode Penelitian	48
3.2 Material Yang Digunakan	49
3.3 Bahan Penelitian	49
3.4 Alat Yang Digunakan.....	50
3.5 Preparasi Sample.....	51
3.5.1 Ukuran Sampel	53
3.5.2 Ukuran Holder	54
3.5.3 Preparasi Untuk Sampel Uji Tarik	54
3.5.4 Preparasi Sampel Uji Komposisi	57
3.5.5 Preparasi Uji SEM dan EDS	57
3.5.6 Preparasi Untuk Sampel Uji Korosi Retak Tegang	59
3.6 Pembuatan Larutan	64
3.6.1 Pembuatan Larutan NaCl 3,5%	64
3.6.2 Pembuatan Etsa Nital 2%	65

3.6.3 Pembuatan Larutan Hujan Asam Ph 4,1 -5,5	66
3.7 Pengujian Korosi Retak Tegang.....	66
3.7.1 Pengabutan Sampel di <i>Salt spray Test</i> dalam Lingkungan korosif66	
3.7.2 Simulasi Hujan Asam (<i>Chamber Simulasi Hujan Asam</i>).....	69
3.8 Preparasi, Pembersihan dan Evaluasi Spesimen Uji Korosi	71
3.9 Uji Metalografi/Mikroskop/SEM+EDS	72
3.9.1 Perhitungan <i>Grain Size</i> dengan Prosedur <i>Intercept</i> (ASTM E 112).....	75
3.9.2 <i>Acceptance Criteria</i>	76
3.10 Waktu Uji.....	78
BAB IV.....	81
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	81
4.1. Analisis Ketahanan Korosi Material SPHC PO.....	81
4.1.1Pengujian Material Uji SPHC PO Tebal 1,6 mm	81
4.1.1.1Hasil uji komposisi material baja.....	81
4.1.1.2 Hasil Pengujian Tarik Material.....	86
4.1.1.3 Hasil Perhitungan Tegangan	90
4.1.1.4 Hasil Sampel awal sebelum di uji lingkungan, dari Sisi Samping dan Atas, menggunakan EDS dan SEM.....	91
4.1.2 Pengujian Larutan Garam NaCL 5% untuk Uji <i>Salt spray Test</i> .	98
4.1.2.1 Pengamatan Visual Setelah Uji Kabut Garam	99
4.1.3 Pengujian Larutan Hujan Asam H ₂ SO ₄ dan HNO ₃	101
4.1.3.1 Pengamatan Visual Setelah Uji Hujan Asam	102
4.1.4 Pengamatan Hasil Uji Pada Struktur Mikro dengan SEM dan EDS	103
4.1.4.1 Pengamatan Mikro Material sampel Kabut garam.....	103
4.1.4.2 Pengamatan Mikro Material sampel Hujan Asam.....	109
4.1.5. Visualisasi dengan EDS pada Material Hasil Pengujian.....	114
4.1.5.1 Grafik Hasil Mapping Unsur Pengamatan EDS lingkungan Kabut garam	114

4.1.5.2 Grafik Hasil Mapping Unsur Pengamatan EDS lingkungan Hujan Asam.....	116
4.1.5 Hasil Pengujian Korosi.....	121
4.1.5.1 Penimbangan Berat Sebelum dan setelah Pengujian kabut garam	121
4.1.5.2 Penimbangan Berat Sebelum dan setelah Pengujian Hujan Asam	123
4.1.5.3 Perhitungan Laju Korosi di lingkungan Kabut Garam.....	125
4.1.5.4 Perhitungan Laju Korosi di Lingkungan Hujan Asam.....	127
4.1.5.5 Rata-Rata Laju Korosi di Lingkungan Kabut Garam NaCl....	129
4.1.5.6 Rata-rata Laju Korosi di Lingkungan Hujan Asam (mm/tahun).....	131
4.1.6 Hasil Pengamatan Mikroskop/SEM dan EDS Morfologi Permukaan logam kondisi Lingkungan Kabut Garam dan Hujan Asam	136
4.1.6.1 Hasil Pengamatan Mikroskop/SEM Morfologi Permukaan Logam Kondisi Kabut Garam.....	136
4.1.6.2 Hasil Pengamatan Mikroskop/SEM Morfologi Permukaan Logam Kondisi Hujan Asam	139
4.1.6.3 Sampel Tanpa <i>Coating</i> : A6, A12, dan A16	140
4.1.6.4 Sampel dengan <i>Coating Zinc phosphate</i> : B5, B12, dan B16	141
4.1.6.5 Mekanisme dan Laju Korosi SPHC PO dalam Simulasi Kabut Garam dan Hujan Asam	142
4.1.6.6 Korelasi Korosi SPHC PO dengan Diagram Pourbaix.....	142
4.1.6.7 Perbandingan Laju Korosi antara Sampel Polos dan Sampel <i>Coating Zinc phosphate</i>	146
4.1.6.8 Anomali Laju Korosi pada Sampel <i>Coating</i> (504 Jam)	147
4.1.6.9 Komposisi Permukaan Hasil Uji EDS	149
4.1.6.10 Kehadiran unsur karbon (C)	150
4.1.6.11 Perlakuan Uji Kabut Garam (<i>Salt spray Test</i>).....	150

4.1.6.12 Perlakuan Uji Hujan Asam Buatan	151
4.2 Pengaruh Tegangan Sisa dan Lenturan terhadap Potensi Retakan Mikro dan SCC	155
4.2.1 Pengaruh Defleksi Lentur (<i>Ubent</i>) terhadap Laju Korosi dalam Lingkungan Kabut Garam dan Hujan Asam	155
4.2.2 Korelasi Defleksi (<i>H</i>) terhadap Laju Korosi di Lingkungan Kabut Garam	156
4.2.3 Korelasi Defleksi (<i>H</i>) terhadap Laju Korosi di Lingkungan Hujan Asam	156
4.2.4 Visualisasi Korelasi Laju Korosi vs Defleksi	157
4.2.5 Interpretasi Akademik Pengaruh Tegangan Sisa dan Lenturan Terhadap Potensi Retakan Mikro dan SCC	158
4.3 Efektivitas <i>Zinc phosphate</i> terhadap Perlindungan Korosi dan Umur Pakai	159
4.3.1 Evaluasi Kuantitatif dan Kualitatif Laju Korosi antara Sampel Polos dan Sampel <i>Coating Zinc phosphate</i>	159
4.3.2 Sampel Polos (Tanpa <i>Coating</i>)	159
4.3.3 Sampel <i>Coating Zinc phosphate</i>	160
4.3.4 Perbandingan Kuantitatif	161
4.3.5 Implikasi terhadap Umur Pakai Material	162
4.4. Morfologi Korosi dan Komposisi Permukaan Berdasarkan SEM dan EDS	163
4.4.1 Pengamatan dengan SEM	163
4.4.2 Pengamatan morfologi	166
4.4.3. Sampel Tanpa <i>Coating</i> : A1, A9, dan A13	166
4.4.4 Sampel dengan <i>Coating Zinc phosphate</i> : B5, B12, dan B16	167
4.4.5 Komposisi Permukaan Hasil Uji EDS	168
4.4.6 Hasil pengamatan dan <i>Cracking</i> Celah Besar	169
4.5 Evaluasi Kelayakan SPHC PO sebagai Representasi Material HSS dalam Struktur Rangka Tropis	170

BAB V	176
PENUTUP.....	176
5.1 KESIMPULAN	176
5.2. SARAN.....	180
DAFTAR PUSTAKA	182
LAMPIRAN	189



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Rangka <i>Pressed Steel</i> dan Tubular	16
Gambar 2. 2 Rangka <i>Pressed Steel</i> (Plat Baja).....	17
Gambar 2. 3 Rangka Tubular (Pipa Baja)	17
Gambar 2. 4 Rangka Pola (<i>Single Cradle</i>)	17
Gambar 2. 5 Rangka Pola (<i>Double Cradle</i>).....	18
Gambar 2. 6 Rangka Pola <i>Loop</i>	18
Gambar 2. 7 Rangka Pola <i>Back Bone</i>	18
Gambar 2. 8 Rangka Pola <i>Diamond</i>	19
Gambar 2. 9 Rangka Pola <i>Twin Tube</i>	19
Gambar 2. 10 Rangka Pola Trellis	19
Gambar 2. 11 Beberapa metode untuk pengujian pembebanan uji korosi retak tegang. (a) <i>U- bend</i> , (b) <i>C-ring</i> , (c) <i>Bent-beam</i> dan (d) <i>Tensile</i>	31
Gambar 2. 12 Skematik 2 spesimen dan konfigurasi holder pada metode <i>bent- beam specimen</i>	33
Gambar 2. 13 Skematik 4 spesimen dan konfigurasi holder pada metode <i>bent- beam specimen</i>	33
Gambar 2. 14 Pengujian dengan metode <i>two point loaded</i>	34
Gambar 2. 15 Perbedaan visual pengujian Makro dan Mikro [46]	46
Gambar 3. 1 Skemati Uji Tarik No.5	55
Gambar 3. 2 Sampe Uji Komposisi.....	57
Gambar 3. 3 Sampe Uji Melatografi	57
Gambar 3. 4 Lokasi pengambilan sampel dan pengamatan mikrostruktur	58
Gambar 3. 5 Sketsa dan ukuran specimen holder	60
Gambar 3. 6 Sampel uji Korosi retak tegang.....	62
Gambar 3. 7 Alat Salt Spray Test.....	67
Gambar 3. 8 Susunan Rak sampel pengujian korosi retak tegang di Kompartemen Salt spray Test.....	67
Gambar 3. 9 Chamber simulasi Hujan Asam 1.....	70

Gambar 3. 10 Posisi Nozel (A), Nozel (B), Ukurn Nozel (C), Kran atur tekanan (D), Timer (E), Manometer(F), ukur pH(G), Ukur Suhu(G)	70
Gambar 4. 1 Material SPHC PO Sampel Uji awal ukuran 1x1 cm untuk uji SEM dan EDS dan komposisi.....	83
Gambar 4. 2 Uji komposisi dengan sampel ukuran 2,5 x 25 x 0,16 cm dengan alat Spektrometer	83
Gambar 4. 3 Alat Uji Sample	84
Gambar 4. 4 Hasil Uji komposisi dengan sampel ukuran 2,5 x 25 x 0,16 cm	84
Gambar 4. 5 Hasil Uji komposisi dengan sampel ukuran 2,5 x 25 x 0,16 cm	85
Gambar 4. 6 Hasil Uji Sampel Kabut garam ukuran 2 x 2,5 cm.....	85
Gambar 4. 7 Sample setelah Uji Tarik 1 sampai 4	87
Gambar 4. 8 Sedang Uji Tarik Sample 1.....	87
Gambar 4. 9 Uji Tarik Sample 2	88
Gambar 4. 10 Uji Tarik Sample 3	88
Gambar 4. 11 Uji Tarik Sample 4	88
Gambar 4. 12 Sampel Uji Tarik Sample 1.....	89
Gambar 4. 13 Sampel Uji Tarik Sample 2.....	89
Gambar 4. 14 Sampel Uji Tarik Sample 3.....	89
Gambar 4. 15 Hasil Uji Tarik Sample 4	90
Gambar 4. 16 EDS Hasil Sisi Tebal Samping (kiri) dan Atas (kanan) 1	91
Gambar 4. 17 Grafik EDS Hasil Sisi Tebal Samping(kiri) 1 dan Atas (kanan), sampel awal sebelum uji Lingkungan	91
Gambar 4. 18 Hasil EDS Sisi Samping Tebal (kiri) dan atas (kanan) 2, sampel awal sebelum uji Lingkungan	93
Gambar 4. 19 Gambar Grafik Hasil Tebal Samping 2 (kiri) dan atas (kanan), sampel awal sebelum uji Lingkungan (EDS)	93
Gambar 4. 20 EDS dari Hasil Sisi Tebal (kiri) Sampingdan Atas (kana) 3, sampel awal sebelum uji Lingkungan	94
Gambar 4. 21 Gambar Grafik EDS Hasil Sisi Tebal (kiri) Samping dan Atas (kanan) 3, sampel awal sebelum uji Lingkungan	95
Gambar 4. 22(a) Hasil Uji Samping 0001 (x3.0k)-SEM	96

Gambar 4. 23 (b) Hasil Uji Samping 0002 (x2.0k)-SEM	96
Gambar 4. 24 (c) Hasil Uji Samping 0003 (x1.0k)-sem	96
Gambar 4. 25 (a) Hasil Uji Atas (x100)-sem, (b) x500, (c) x1000 dan (d) x3000.	97
Gambar 4. 26 Pengujian Larutan Garam NaCL 5% untuk Uji <i>Salt Spray Test</i>	99
Gambar 4. 27 Hasil Uji Korosi dengan kabut Garam NaCl pada permukaan Plat sampel polos (tanpa <i>coating</i>) kiri dan coating kanan	100
Gambar 4. 28 Hasil Uji Korosi dengan kabut Garam NaCl pada permukaan Plat sampel polos dengan <i>Coating</i>	100
Gambar 4. 29 Pengujian Larutan Hujan Asam H ₂ SO ₄ dan HNO ₃ , gambar sebelah kiri adalah sampel dan rak dan kanan- Chamber hujan asam.....	102
Gambar 4. 30 Hasil Uji Korosi dengan Hujan Asam pada permukaan Plat sampel polos (tanpa <i>coating</i>), berbintik <i>pitting corrosion</i>	102
Gambar 4. 31 Hasil Pengamatan dengan SEM COXEM (Sampel Muka A1 dengan Pembesaran 100x (kiri) ,200x (tengah) & 500x (kanan).....	103
Gambar 4. 32 Hasil Pengamatan dengan SEM COXEM (Sampel Tebal A1 dengan Pembesaran 100x (kiri), 300x (tengah) dan 1000x (kanan)	104
Gambar 4. 33 Hasil Pengamatan dengan SEM COXEM (Sampel Mukal A9 dengan Pembesaran 54x (kiri), 200x (tengah) dan 500x (kanan)	104
Gambar 4. 34 Hasil Pengamatan dengan SEM COXEM, Sampel Tebal A9 dengan Pembesaran 73x (kiri), 200x (tengah) dan 500x (Kanan)	104
Gambar 4. 32 Hasil Pengamatan dengan SEM COXEM, Sampel Muka A13 dengan Pembesaran 100x (kiri), 200x (tengah) dan 500x (kanan)	105
Gambar 4. 33 Hasil Pengamatan dengan SEM COXEM (Sampel Tebal A13 dengan Pembesaran 100x (kiri) dan 200x (kanan)	105
Gambar 4. 34 Hasil Pengamatan dengan SEM COXEM (Sampel Muka B3 dengan Pembesaran 100x kiri, 500x (Tengah) dan 1000x (kanan)	106
Gambar 4. 35 Hasil Pengamatan dengan SEM COXEM (Sampel Tebal B3 dengan Pembesaran 79x (kiri) dan stiching-foto bersabung (kanan).....	106
Gambar 4. 36 Hasil Pengamatan dengan SEM COXEM (Sampel Muka B9 dengan Pembesaran 100x-kiri, 500x-tengah dan 1000x-kanan).....	107

Gambar 4. 37 Hasil Pengamatan dengan SEM COXEM (Sampel Tebal B9 dengan Pembesaran 100x-kiri dan 200x-kanan)	107
Gambar 4. 38 Hasil Pengamatan dengan SEM COXEM (Sampel Muka B13 dengan Pembesaran 100x-kiri, 200x-tengah dan 500x kanan)	108
Gambar 4. 39 Hasil Pengamatan dengan SEM COXEM (Sampel Tebal B13 dengan Pembesaran 75x-kiri, 100x-tengah dan 300x-kanan).....	108
Gambar 4. 40 Hasil Pengamatan dengan SEM COXEM (Sampel Muka A6 dengan Pembesaran 100x-kiri, 500x-tengah dan 1000x-kanan).....	109
Gambar 4. 41 Hasil Pengamatan dengan SEM COXEM (Sampel Tebal A6 dengan Pembesaran 96x-kiri, 300x-tengah dan 500xkanan)	109
Gambar 4. 42 Hasil Pengamatan dengan SEM COXEM (Sampel Muka A12 dengan Pembesaran 100x-kiri, 200x-tengah-500x).....	110
Gambar 4. 43 Hasil Pengamatan dengan SEM COXEM (Sampel Tebal A12 dengan Pembesaran 100x-kiri, 200x-tengah, 500x-kanan)	110
Gambar 4. 44 Hasil Pengamatan dengan SEM COXEM (Sampel Muka A16 dengan Pembesaran 100x-kiri, 200x-tengah dan 500x-kiri).....	111
Gambar 4. 45 Hasil Pengamatan dengan SEM COXEM (Sampel Tebal A16 dengan Pembesaran 100x-kiri, 200x-tengah dan 500x-kanan).....	111
Gambar 4. 46 Hasil Pengamatan dengan SEM COXEM (Sampel Muka B5 dengan Pembesaran 11x-kiri, -350x-tengah dan 500x-kanan)	112
Gambar 4. 47 Hasil Pengamatan dengan SEM COXEM (Sampel Tebal B5 dengan Pembesaran 100x-kiri, 200x-tengah, 500x-kanan)	112
Gambar 4. 48 Hasil Pengamatan dengan SEM COXEM (Sampel Muka B12 dengan Pembesaran 100xkiri, 200x-tengah, 500x-kanan).....	112
Gambar 4. 49 Hasil Pengamatan dengan SEM COXEM (Sampel Tebal B12 dengan Pembesaran 100x-kiri, 200xtengah, 500x-kanan).....	113
Gambar 4. 50 Hasil Pengamatan dengan SEM COXEM (Sampel Muka B16 dengan Pembesaran 100x-kiri, 200x-tengah, 500x-kanan)	113
Gambar 4. 51 Hasil Pengamatan dengan SEM COXEM (Sampel Tebal B16 dengan Pembesaran 100x-kiri, 200x-tengah, 500x-kanan)	113

Gambar 4. 52 Laju Korosi Sampel Polos di Lingk.Kabut Garam dari Defleksi dan Durasi	135
Gambar 4. 53 Laju Korosi Sampel <i>Coating</i> di Lingk. Kabut Garam dari Defleksi dan Durasi	135
Gambar 4. 54 Laju Korosi Sampel Polos di Hujan Asam dari Defleksi dan Durasi	135
Gambar 4. 55 Laju Korosi Sampel <i>Coating</i> di Hujan Asam dari Defleksi dan Durasi	135
Gambar 4. 56 Grafik Pourbaix untuk Fe dan Zn dalam lingkungan korosif	144
Gambar 4. 57 Grafik Hubungan Defleksi lentur dan Laju Korosi	157



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel unsur kimia SPHC PO	29
Tabel 2. 2 Sifat Mekanik SPHC PO	29
Tabel 2. 3 Hubungan Satuan laju korosi sesuai dengan nilai <i>K Test Specimens</i> ..	43
Tabel 2. 4 Klasifikasi Ketahanan Material Berdasarkan Laju Korosi	44
Tabel 3. 1 Ukuran Sampel Uji.....	53
Tabel 3. 2 Ukuran Folder Sampel Uji <i>Salt spray Test</i>	54
Tabel 3. 3 Ukuran Folder Sampel Uji Hujan Asam	54
Tabel 3. 4 Pembagian penggunaan sampel uji.....	55
Tabel 3. 5 Prosedur Pembersihan Kimia untuk Menghilangkan Produk Korosi ..	72
Tabel 3. 6 <i>Etching Reagents</i> untuk logam besi, baja karbon, baja paduan rendah dan medium	73
Tabel 3. 7 <i>Etching reagents</i> untuk baja paduan tinggi, stainless dan tool steels. .	74
Tabel 3. 8 <i>Grain Size Number</i> (Ukuran Butir)	76
Tabel 4. 1 Hasil uji komposisi dengan menggunakan <i>Spectrometer</i> (%) untuk Sampel 1.....	81
Tabel 4. 2 Hasil uji komposisi dengan menggunakan <i>Spectrometer</i> dalam persen (%) untuk Sampel 2.....	82
Tabel 4. 3 Tabel Hasil Uji Tarik Material Sampel	86
Tabel 4. 4 Tabel Hasil Perhitungan Tegangan dan Regangan sampel	90
Tabel 4. 5 Hasil EDS Tebal Samping 1 Tabel atas dan atas 1 Tabel bawah sampel awal sebelum uji Lingkungan	92
Tabel 4. 6 Hasil EDS Sampel Sisi Tebal Samping 2 (Tabel atas) dan sisi Atas (tabel bawah), sampel awal sebelum uji Lingkungan (EDS).....	94
Tabel 4. 7 Hasil EDS Sampel Sisi Tebal (tabel atas) Samping dan atas (tabel Bawah) 3, sampel awal sebelum uji Lingkungan	95
Tabel 4. 8 Data Hasil Pengamatan dengan EDS COXEM pada <i>Salt spray Test</i> Sampel Muka A1	114
Tabel 4. 9 Data Hasil Pengamatan dengan EDS COXEM pada <i>Salt spray Test</i> Sampel Muka A9	115

Tabel 4. 10 Data Hasil Pengamatan dengan EDS COXEM pada <i>Salt spray Test</i> Sampel Muka A13	115
Tabel 4. 11 Data Hasil Pengamatan dengan EDS COXEM pada Hujan Asam Sampel Muka A6	116
Tabel 4. 12 Data Hasil Pengamatan dengan EDS COXEM pada Hujan Asam Sampel Muka A12	117
Tabel 4. 13 Data Hasil Pengamatan dengan EDS COXEM pada Hujan Asam Sampel Muka A16	117
Tabel 4. 14 Data Hasil Pengamatan dengan EDS COXEM pada <i>Salt spray Test</i> Sampel Muka B3	118
Tabel 4. 15 Data Hasil Pengamatan dengan EDS COXEM pada <i>Salt spray Test</i> Sampel Muka B9	119
Tabel 4. 16 Data Hasil Pengamatan dengan EDS COXEM pada <i>Salt spray Test</i> Sampel Muka B13	119
Tabel 4. 17 Data Hasil Pengamatan dengan EDS COXEM pada Hujan Asam Sampel Muka B5	120
Tabel 4. 18 Data Hasil Pengamatan dengan SEM COXEM pada Hujan Asam Sampel Muka B12	120
Tabel 4. 19 Data Hasil Pengamatan dengan SEM COXEM pada Hujan Asam Sampel Muka B16	121
Tabel 4. 20 Data hasil penimbangan sebelum dan sesudah perlakuan korosi Kabut garam 96 jam	122
Tabel 4. 21 Data hasil penimbangan sebelum dan sesudah perlakuan korosi Kabut garam 504 jam	122
Tabel 4. 22 Data hasil penimbangan sebelum dan sesudah perlakuan korosi Kabut garam 800 jam	123
Tabel 4. 23 Data hasil penimbangan sebelum dan sesudah perlakuan korosi Hujan Asam 96 jam	124
Tabel 4. 24 Data hasil penimbangan sebelum dan sesudah perlakuan korosi Hujan Asam 504 jam	124

Tabel 4. 25 Data hasil penimbangan sebelum dan sesudah perlakuan korosi	
Hujan Asam 800 jam	125
Tabel 4. 26 Tabel Laju Korosi di Lingkungan Kabut Garam NaCl 96 jam	126
Tabel 4. 27 Tabel Laju Korosi di Lingkungan Kabut Garam NaCl 504 jam	126
Tabel 4. 28 Tabel Laju Korosi di Lingkungan Kabut Garam NaCl 800 jam	127
Tabel 4. 29 Tabel Laju Korosi di Lingkungan Hujan Asam 96 jam	128
Tabel 4. 30 Tabel Laju Korosi di Lingkungan Hujan Asam 504 jam	128
Tabel 4. 31 Tabel Laju Korosi di Lingkungan Hujan Asam 800 jam	129
Tabel 4. 32 Tabel Rata-rata laju Korosi Lingkungan Kabut Garam NaCl	129
Tabel 4. 33 Rata-rata Laju korosi berdasarkan Defleksi (H) lingkungan Garam	
.....	130
Tabel 4. 34 Rata-rata Laju Korosi di Lingkungan Hujan Asam (mm/tahun)	131
Tabel 4. 35 Rata-rata Laju korosi berdasarkan Defleksi (H) lingkungan Kabut	
Garam	132
Tabel 4. 36 Rata-rata Laju korosi berdasarkan Defleksi (H) lingkungan Hujan	
asam	133
Tabel 4. 37 Rata - Rata Laju Korosi Defleksi setiap Durasi pada Lingkungan	
Kabut Garam	133
Tabel 4. 38 Rata - Rata Laju Korosi Defleksi setiap Durasi pada Lingkungan	
Hujan Asam	134
Tabel 4. 39 Hasil Uji EDS dengan Kabut Garam	149
Tabel 4. 40 Hasil Uji EDS dengan Hujan Asam	149
Tabel 4. 41 Kesimpulan Pembahasan	154
Tabel 4. 42 Tabel 4. 36 Hasil dari lingkungan Kabut Garam diperoleh angka laju	
korosi terhadap Defleksi	156
Tabel 4. 43 Hasil dari lingkungan hujan asam diperoleh angka laju korosi	
terhadap Defleksi	156
Tabel 4. 44 Perbandingan sampel polos dan <i>Coating</i>	161
Tabel 4. 45 Pembentukan senyawa baru	168
Tabel 4. 46 Sampel yang diuji dengan hujan asam	169
Tabel 4. 47 Perbandingan Kuantitatif	174