Analisis Efektivitas Pelapisan Polipirol (PPy) Secara Elektrokimia terhadap Penurunan Laju Korosi Baja AISI 1010 sebagai Material Representatif Knalpot Sepeda Motor pada Media Air Laut, Air Rob, dan NaCl 3,5%

TESIS

EKY NUR FADHILLA
55824010007

PROGRAM STUDI
MAGISTER TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2026

lib.mercubuana.ac.id

Analisis Efektivitas Pelapisan Polipirol (PPy) Secara Elektrokimia terhadap Penurunan Laju Korosi Baja AISI 1010 sebagai Material Representatif Knalpot Sepeda Motor pada Media Air Laut, Air Rob, dan NaCl 3,5%

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan

Program Studi Magister Teknik Mesin

OLEH

EKY NUR FADHILLA

55824010007

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI

MAGISTER TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

2026

lib.mercubuana.ac.id

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

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

Nama	: Eky Nur Fadhilla
NIM	: 55824010007
Fakultas/Program Studi	: Fakultas Teknik/Magister Teknik Mesin

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:
"Analisis Efektivitas Pelapisan Polipirol (PPy) Secara Elektrokimia terhadap Penurunan Laju Korosi Baja AISI 1010 sebagai Material Representatif Knalpot Sepeda Motor pada Media Air Laut, Air Rob, dan NaCl 3,5%" adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 9 Juli 2026

Penulis,



Eky Nur Fadhilla

lib.mercubuana.ac.id

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Jurnal / Karya Ilmiah / Laporan Tugas Akhir pada BAB I, BAB III, BAB IV, dan BAB V / Praktek Keinsinyuran atas nama:

Nama	**:**	**Eky Nur Fadhilla**
NIM	**:**	**55824010007**
Program Studi	**:**	**Magister Teknik Mesin**
Judul Tugas Akhir / Tesis / Praktek Keinsinyuran	**:**	**Analisis Efektivitas Pelapisan Polipirol (PPy) Secara Elektrokimia terhadap Penurunan Laju Korosi Baja AISI 1010 sebagai Material Representatif Knalpot Sepeda Motor pada Media Air Laut, Air Rob, dan NaCl 3,5%**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Kamis, 20 Agustus 2026** dengan hasil presentase sebesar **19 %** 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, 20 Agustus 2026
Administrator Turnitin,

Itmam Haidi Syarif

UNIVERSITAS MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh:

Nama	:	Eky Nur Fadhilla
NIM	:	55824010007
Fakultas/Program Studi	:	Teknik/Magister Teknik Mesin
Judul Tesis	:	Analisis Efektivitas Pelapisan Polipirol (PPy) Secara Elektrokimia terhadap Penurunan Laju Korosi Baja AISI 1010 sebagai Material Representatif Knalpot Sepeda Motor pada Media Air Laut, Air Rob, dan NaCl 3,5%

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 12 Agustus 2026 di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister pada Program Studi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing

(Sagir Alva, S.Si., M.Sc., Ph.D.)

NIDN : 0313037707

UNIVERSITAS MERCU BUANA

Jakarta, 19 Agustus 2026

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.)

NIDN : 6639750651230130

Ketua Program Studi

Magister Teknik Mesin

(Muhammad Fitri, S.T., M.Si., Ph.D.)

NIDN : 1013126901

lib.mercubuana.ac.id

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, serta ampunan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul "Analisis Efektivitas Pelapisan Polipirol (PPy) Secara Elektrokimia terhadap Penurunan Laju Korosi Baja AISI 1010 sebagai Material Representatif Knalpot Sepeda Motor pada Media Air Laut, Air Rob, dan NaCl 3,5%". Adapun maksud dari penulisan tesis ini adalah untuk memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar magister dalam Program Magister Teknik Mesin pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana. Dalam kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis, untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M. Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana Jakarta
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta
3. Dr. Muhamad Fitri, S.T., M.Si. selaku Ketua Program Studi Magister TeknikMesin Universitas Mercu Buana Jakarta
4. Sagir Alva, S.Si, M.Sc, Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah membimbing laporan tesis ini.
5. Seluruh Dosen Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang telah memberikan ilmunya selama perkuliahan.
6. Bapak Karnawan, S.H., dan Ibu Sa'adah selaku kedua orang tua penulis yang senantiasa membimbing semoga rahmat Allah menyertai mereka.
7. Istriku tercinta, Vivie Annisa Desita, yang senantiasa memberikan dukungan dan doanya dalam menyelesaikan penelitian tesis ini.
8. Anakku tersayang, Naura Almahyra Fadhillah, yang selalu memberikan semangat dan motivasi untuk selalu berjuang menyelesaikan penelitian ini.
9. Seluruh rekan – rekan Magister Teknik Mesin Angkatan 14 Universitas Mercu Buana yang telah banyak memberikan dorongan moral dan bantuan teknis dalam mewujudkan ide penelitian dan penulisan tesis.

lib.mercubuana.ac.id

Akhir kata, penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya, serta pihak-pihak yang mungkin memerlukan, sebagai dasar pengembangan usaha maupun pengembangan ilmu pengetahuan. Amin.

Jakarta, 9 Juli 2026

Penulis



EKY NUR FADHILLA

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Eky Nur Fadhilla
NIM	:	55824010007
Fakultas/Program Studi	:	Teknik/Magister Teknik Mesin
Judul Tesis	:	Analisis Efektivitas Pelapisan Polipirol (PPy) Secara Elektrokimia terhadap Penurunan Laju Korosi Baja AISI 1010 sebagai Material Representatif Knalpot Sepeda Motor pada Media Air Laut, Air Rob, dan NaCl 3,5%

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif** (***Non-exclusive Royalty-Free Right***) atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

UNIVERSITAS MERCU BUANA

Jakarta, 20 Agustus 2026

Yang menyatakan,



Eky Nur Fadhilla

lib.mercubuana.ac.id

ABSTRAK

Korosi baja karbon rendah di lingkungan pesisir dipengaruhi oleh ion agresif, kelembapan, dan karakteristik kimia media. Penelitian ini mengevaluasi pengaruh scan rate dan jumlah siklus elektropolimerisasi terhadap kinerja proteksi lapisan elektroaktif yang diduga polipirol (PPy) pada baja karbon rendah nominal AISI 1010 serta menentukan kondisi deposisi terbaik di antara variasi yang diuji. Kupon baja berluas aktif 1 cm² dilapisi secara elektrokimia dalam larutan pirol 0,1 M tanpa penambahan dopan atau elektrolit pendukung secara sengaja. Tahap pertama menggunakan scan rate 20, 40, dan 60 mV/s pada satu siklus, sedangkan tahap kedua menggunakan scan rate terpilih 40 mV/s pada satu, tiga, dan lima siklus. Laju korosi diestimasi melalui polarisasi potensiodinamik dan analisis Tafel, kemudian dievaluasi bersama efisiensi proteksi, mikroskop optik, dan cyclic voltammetry pascadeposisi dalam KCl 0,1 M. Tiga kupon digunakan pada setiap kondisi deposisi; setiap kupon diuji secara berurutan dalam air laut, air rob, dan NaCl 3,5%, sehingga perbandingan antarmedia bersifat deskriptif dan dapat dipengaruhi efek urutan. Laju korosi rata-rata baja tanpa pelapisan dalam ketiga media berturut-turut sebesar 0,10251; 0,10395; dan 0,08053 mm/tahun. Kondisi 40 mV/s–satu siklus menghasilkan kinerja agregat terbaik dengan laju korosi rata-rata keseluruhan 0,03459 mm/tahun dan efisiensi proteksi berbasis rata-rata keseluruhan 63,85%. Pada tiga dan lima siklus, laju korosi meningkat menjadi 0,04498 dan 0,16143 mm/tahun, sedangkan efisiensi proteksi menurun menjadi 52,98% dan −68,75%. Voltammogram memperlihatkan loop redoks lebar yang konsisten dengan lapisan polimer elektroaktif yang diduga PPy, tetapi respons CV yang lebih besar tidak selalu menghasilkan proteksi korosi yang lebih baik. Dalam kondisi eksperimen ini, deposisi 40 mV/s–satu siklus memberikan kompromi kinerja terbaik. Generalisasi hasil dibatasi oleh material nominal yang tidak diverifikasi komposisinya, urutan pengujian media, serta ketiadaan konfirmasi kimia dan pengukuran ketebalan, porositas, dan daya lekat lapisan.

Kata kunci: baja karbon rendah; polipirol; elektropolimerisasi; polarisasi potensiodinamik; korosi pesisir.

lib.mercubuana.ac.id

ABSTRACT

The corrosion of low-carbon steel in coastal environments is influenced by aggressive ions, humidity, and the chemical characteristics of the exposure medium. This study evaluated the effects of electropolymerization scan rate and number of cycles on the protective performance of an electroactive coating presumed to be polypyrrole (PPy) on nominal AISI 1010 low-carbon steel. It also sought to identify the best-performing deposition condition among the variations tested. Steel coupons with an active area of 1 cm² were electrochemically coated in a 0.1 M pyrrole solution without any intentionally added dopant or supporting electrolyte. In the first stage, scan rates of 20, 40, and 60 mV/s were applied for one cycle. In the second stage, the selected scan rate of 40 mV/s was applied for one, three, and five cycles. Corrosion rates were estimated using potentiodynamic polarization and Tafel analysis. They were then evaluated together with protection efficiency, optical microscopy, and post-deposition cyclic voltammetry (CV) in 0.1 M KCl. Three coupons were used for each deposition condition, and each coupon was tested sequentially in seawater, tidal floodwater, and 3.5% NaCl. Therefore, comparisons among the media are descriptive and may have been affected by test-order effects. The uncoated steel exhibited mean corrosion rates of 0.10251, 0.10395, and 0.08053 mm/year in the three media, respectively. The 40 mV/s–one-cycle condition gave the best overall performance, with an overall mean corrosion rate of 0.03459 mm/year and a protection efficiency of 63.85% based on the overall mean. Increasing the deposition to three and five cycles raised the mean corrosion rates to 0.04498 and 0.16143 mm/year, respectively. The corresponding protection efficiencies fell to 52.98% and −68.75%. The voltammograms showed broad redox loops consistent with an electroactive polymer coating presumed to be PPy. However, a larger CV response did not necessarily correspond to better corrosion protection. Within the investigated experimental conditions, deposition at 40 mV/s for one cycle provided the best performance trade-off. The generalizability of these findings is limited by three factors: the material's chemical composition was not verified, the media were tested in a fixed order, and the coating was not chemically confirmed or measured for thickness, porosity, or adhesion.

lib.mercubuana.ac.id

Keywords: low-carbon steel; polypyrrole; electropolymerization; potentiodynamic polarization; coastal corrosion.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL **0**

HALAMAN JUDUL ..... **i**

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI ..... **ii**

HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN ..... **iii**

HALAMAN PENGESAHAN ..... **iv**

KATA PENGANTAR ..... **v**

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB ..... **vii**

ABSTRAK ..... **viii**

ABSTRACT ..... **ix**

DAFTAR ISI ..... **xi**

DAFTAR TABEL ..... **xvii**

DAFTAR GAMBAR ..... **xix**

DAFTAR LAMPIRAN ..... **xxii**

BAB I PENDAHULUAN **1**

1.1 Latar Belakang Masalah 1

1.2 Rumusan Masalah 5

1.3 Tujuan Penelitian 6

1.4 Batasan Masalah 7

1.5 Novelty 8

1.6 Asumsi Penelitian 8

1.7 Manfaat Penelitian 9

1.8 Sistematika Penulisan 10

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **13**

2.1 Baja AISI 1010 13

UNIVERSITAS MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

2.2 Pengaruh Lingkungan Pesisir terhadap Korosi 14
2.2.1 Pengaruh Ion Klorida (Cl^-) 16
2.2.2 Pengaruh Sulfat (SO_4^{2-})..... 17
2.2.3 Pengaruh Nitrat (NO_3^-) 17
2.2.4 Pengaruh Total Dissolved Solids (TDS) 18
2.2.5 Pengaruh pH Lingkungan 19
2.2.6 Keterkaitan Parameter Lingkungan Pesisir dan MIC..... 19
2.2.7 Air Rob sebagai Media Korosi Alami di Lingkungan Pesisir 20
2.3 Korosi Baja 20
2.4 Jenis-Jenis Korosi pada Baja Karbon..... 22
2.4.1 Korosi seragam (uniform/general) 22
2.4.2 Korosi Sumuran (pitting) 23
2.4.3 Korosi Celah (crevice corrosion) 24
2.4.4 Korosi galvanik 25
2.4.5 Stress-Corrosion Cracking (SCC) 26
2.4.6 Hydrogen embrittlement (HE) 27
2.5 Korosi pitting pada baja AISI 1010..... 28
2.6 Polipirol (PPy) sebagai Pelapis Antikorosi 29
2.7 Elektropolimerisasi 32
2.8 Scan Rate dalam Elektropolimerisasi..... 33
2.9 Cyclic Voltammetry (CV) 35
2.10 Pengaruh Jumlah Siklus pada Elektropolimerisasi 36
2.11 Metode Pengukuran Laju Korosi 37
2.11.1 Laju Korosi Berdasarkan Kehilangan Berat (Weight Loss Method) . 37
2.11.2 Laju Korosi Berdasarkan Uji Polarisasi Linier (Linear Polarization Resistance) 37

UNIVERSITAS MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

2.11.3 Laju Korosi Berdasarkan Uji Impedansi Elektrokimia 38
2.11.4 Laju Korosi Berdasarkan Pengukuran Ketebalan Sampel (Thickness Loss Method) 39
2.11.5 Laju Korosi Berdasarkan Densitas Aliran Arus 39
2.11.6 Laju Korosi Berdasarkan Uji Potensial Keterikatan (Tafel Plot Method) 40
2.12 Analisis Mikroskop Optik 40
2.13 Penelitian Terdahulu 41
2.14 Kerangka Berpikir 46
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 49
3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian 49
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian 50
3.3 Diagram Alir Penelitian 51
3.4 Variabel Penelitian 52
3.5 Material, Alat, dan Preparasi Sampel 53
3.5.1 Desain dan Kode Sampel 55
3.5.2 Preparasi Sampel Baja AISI 1010 55
3.5.3 Persiapan Media Korosi 56
3.6 Prosedur Eksperimen 57
3.6.1 Pengujian Korosi Awal Sebelum Pelapisan 57
3.6.2 Pelapisan PPy Tahap 1: Variasi Scan Rate 58
3.6.3 Pelapisan PPy Tahap 2: Variasi Jumlah Siklus 59
3.6.4 Pengujian Korosi Setelah Pelapisan Tahap 1 59
3.6.5 Pengujian Korosi Setelah Pelapisan Tahap 2 60
3.7 Pengukuran Elektrokimia 60
3.7.1 Pengujian Cyclic Voltammetry dalam KCl 0,1 M untuk Evaluasi Permukaan Lapisan PPy 61

lib.mercubuana.ac.id

3.8 Karakterisasi Morfologi dengan Mikroskop Optik 62
3.9 Analisis Data 63
3.9.1 Data yang Diperoleh dan Cara Pengolahan Data 64
3.9.2 Kriteria Pengambilan Keputusan 65
3.9.3 Penyajian Hasil pada Bab IV 66
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 68
4.1 Gambaran Umum Hasil Penelitian 68
4.2 Karakteristik Media Korosi 68
4.3 Hasil Pengujian Korosi Awal Sebelum Pelapisan 70
4.3.1 Ringkasan Laju Korosi Awal Berdasarkan Media 73
4.4 Analisis Kurva Polarisasi Sebelum Pelapisan 75
4.4.1 Kurva Polarisasi Sebelum Pelapisan Media Air Laut 76
4.4.2 Kurva Polarisasi Sebelum Pelapisan Media Air Rob 76
4.4.3 Kurva Polarisasi Sebelum Pelapisan Media NaCl 3,5% 77
4.5 Perbandingan Respons Polarisasi Antar Pengulangan Sampel 78
4.6 Hasil Proses Pelapisan Polipirol dengan Variasi Scan Rate 79
4.6.1 Analisis Kurva Cyclic Voltammetry pada Proses Pelapisan Polipirol . 81
4.7 Hasil Pengujian Laju Korosi Baja AISI 1010 Pasca Pelapisan Polipirol (PPy) 82
4.7.1 Data Laju Korosi Pasca Pelapisan PPy pada Scan Rate 20 mV/s 82
4.7.2 Data Laju Korosi Pasca Pelapisan PPy pada Scan Rate 40 mV/s 83
4.7.3 Data Laju Korosi Pasca Pelapisan PPy pada Scan Rate 60 mV/s 84
4.7.4 Analisis Tafel Plot Variasi Scan Rate (Tahap 1) 85
4.7.5 Perbandingan Laju Korosi Setelah Pelapisan Berdasarkan Scan Rate 86
4.8 Analisis Pengaruh Scan Rate terhadap Pembentukan dan Efektivitas Lapisan PPy 87

UNIVERSITAS MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

4.9 Perbandingan Laju Korosi Sebelum dan Sesudah Pelapisan 88
4.9.1 Interpretasi Nilai Laju Korosi Pasca Pelapisan yang Melampaui Kondisi Tanpa Pelapisan 90
4.10 Penentuan Scan Rate Optimal 91
4.11 Hasil Pelapisan Polipirol Tahap 2 — Variasi Jumlah Siklus 92
4.11.1 Analisis Kurva Cyclic Voltammetry Variasi Siklus 92
4.12 Hasil Uji Korosi Pasca-Pelapisan Variasi Siklus 93
4.12.1 Data Laju Korosi Pasca-Pelapisan PPy pada 1 Cycle (Scan Rate 40 mV/s) 93
4.12.2 Data Laju Korosi Pasca-Pelapisan PPy pada 3 Cycle (Scan Rate 40 mV/s) 94
4.12.3 Data Laju Korosi Pasca-Pelapisan PPy pada 5 Cycle (Scan Rate 40 mV/s) 95
4.12.4 Analisis Tafel Plot Variasi Jumlah Siklus (Tahap 2) 96
4.12.5 Perbandingan Laju Korosi Berdasarkan Variasi Siklus 96
4.13 Analisis Pengaruh Jumlah Siklus terhadap Pembentukan dan Efektivitas Lapisan PPy 97
4.14 Penentuan Jumlah Siklus Pelapisan Paling Optimal 99
4.15 Parameter Elektrokimia dan Analisis Tafel 99
4.16 Karakterisasi Elektrokimia Permukaan Lapisan PPy Menggunakan CV dalam KCl 0,1 M 101
4.16.1 Respons CV Lapisan PPy pada Variasi Scan Rate 102
4.16.2 Respons CV Lapisan PPy pada Variasi Jumlah Siklus 104
4.17 Analisis Mikroskop Optik 105
4.17.1 Morfologi Permukaan Sebelum Pelapisan – Variasi Scan Rate 106
4.17.2 Morfologi Permukaan Setelah Pengujian Korosi – Tanpa Pelapisan 106

UNIVERSITAS MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

4.17.3 Morfologi Permukaan Setelah Pelapisan Polipirol – Variasi Scan Rate 107
4.17.4 Morfologi Permukaan Setelah Pengujian Korosi – Variasi Scan Rate 108
4.17.5 Morfologi Permukaan Setelah Pelapisan Polipirol — Variasi Jumlah Siklus..... 109
4.17.6 Morfologi Permukaan Setelah Pengujian Korosi — Variasi Jumlah Siklus.....110
4.17.7 Perbandingan Morfologi Antar Tahap Pelapisan 110
4.18 Perbandingan dengan Pelapis PPy Terdahulu dan Kontribusi Ilmiah.....111
4.19 Pembahasan Mekanisme Perlindungan Polipirol terhadap Korosi Baja AISI 1010.....112
4.20 Keterkaitan Hasil dengan Rumusan Masalah 113
4.21 Implikasi Hasil Penelitian 114
4.22 Ringkasan Hasil Bab IV.....114
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 115
5.1 Kesimpulan 115
5.2 Saran.....116
5.3 Keterbatasan Penelitian.....118
5.4 Rekomendasi Akhir.....119
DAFTAR PUSTAKA..... 120
LAMPIRAN..... 133

UNIVERSITAS MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi kimia baja karbon AISI 1010 (wt%) (Gradesaisi, n.d.)..... 14
Tabel 2.2 Perkembangan penelitian Inhibitor pada Baja Karbon Rendah 42
Tabel 3.1 Tempat dan Kegiatan Penelitian..... 50
Tabel 3.2 Variabel Penelitian..... 53
Tabel 3.3 Alat Penelitian 54
Tabel 3.4 Bahan Penelitian..... 54
Tabel 3.5 Karakteristik Media Korosi..... 57
Tabel 3.6 Format Data Analisis Mikroskop Optik 62
Tabel 3.7 Keterangan Rumus Nilai icorr..... 63
Tabel 3.8 Keterangan Rumus Laju korosi..... 63
Tabel 3.9 Keterangan Simbol Efisiensi Proteksi..... 64
Tabel 4.1 Karakteristik Media Korosi..... 69
Tabel 4.2 Data Hasil Uji Korosi Awal Baja AISI 1010 Sebelum Pelapisan pada Scan Rate 0,167 mV/s..... 71
Tabel 4.3 Ringkasan Laju Korosi Awal Berdasarkan Media Korosi..... 73
Tabel 4.4 Hasil Visual Proses Pelapisan Polipirol pada Variasi Scan Rate..... 79
Tabel 4.5 Data Laju Korosi Pasca Pelapisan PPy pada Scan Rate 20 mV/s..... 82
Tabel 4.6 Data Laju Korosi Pasca Pelapisan PPy pada Scan Rate 40 mV/s..... 83
Tabel 4.7 Data Laju Korosi Pasca Pelapisan PPy pada Scan Rate 60 mV/s..... 84
Tabel 4.8 Perbandingan Rata-rata Laju Korosi Setelah Pelapisan Berdasarkan Variasi Scan Rate..... 86
Tabel 4.9 Efisiensi Proteksi Lapisan PPy Berdasarkan Variasi Scan Rate..... 87
Tabel 4.10 Perbandingan Laju Korosi Sebelum dan Sesudah Pelapisan 88
Tabel 4.11 Perbandingan Laju Korosi Sebelum dan Sesudah Pelapisan pada Media Air Laut 89
Tabel 4.12 Perbandingan Laju Korosi Sebelum dan Sesudah Pelapisan pada Media Air Rob..... 89

UNIVERSITAS MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

Tabel 4.13 Perbandingan Laju Korosi Sebelum dan Sesudah Pelapisan pada Media NaCl 3,5% 90
Tabel 4.14 Penentuan scan rate optimal 91
Tabel 4.15 Hasil Visual Proses Pelapisan PPy pada Variasi Jumlah Siklus 92
Tabel 4.16 Data Laju Korosi Pasca-Pelapisan PPy pada 1 siklus (Scan Rate 40 mV/s) 93
Tabel 4.17 Data Laju Korosi Pasca-Pelapisan PPy pada 3 siklus (Scan Rate 40 mV/s) 94
Tabel 4.18 Data Laju Korosi Pasca-Pelapisan PPy pada 5 siklus (Scan Rate 40 mV/s) 95
Tabel 4.19 Perbandingan Rata-rata Laju Korosi Pasca-Pelapisan Berdasarkan Variasi Jumlah Siklus 96
Tabel 4.20 Efisiensi Proteksi Lapisan PPy Berdasarkan Variasi Jumlah Siklus ... 98
Tabel 4.21 Penentuan Jumlah Siklus Pelapisan Paling Optimal 99
Tabel 4.22 Parameter Elektrokimia Rata-rata Hasil Ekstrapolasi Tafel 99
Tabel 4.23 Parameter CV dalam KCl 0,1 M pada variasi scan rate deposisi 102
Tabel 4.24 Parameter CV dalam KCl 0,1 M pada variasi jumlah siklus deposisi 104
Tabel 4.25 Perbandingan Efisiensi Proteksi Pelapis PPy Penelitian Ini dengan Penelitian Terdahulu 111

UNIVERSITAS MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hasil Uji Mikroskop optik Baja AISI 1010 Pada Knalpot Sepeda Motor 14
Gambar 2.2 Korosi Baja di lingkungan pesisir 15
Gambar 2.3 Optical microscopy untuk mengamati korosi baja akibat klorida. 16
Gambar 2.4 Ilustrasi Proses terjadinya Korosi (Lower, 2020) 21
Gambar 2.5 Korosi Seragam (Kamaruzzaman et al., 2022) 23
Gambar 2.6 Pitting (Pal et al., 2019) 24
Gambar 2.7 Korosi celah (Outman et al., 2023) 25
Gambar 2.8 Korosi Galvanik (Durmus et al., 2019b) 26
Gambar 2.9 Contoh mikrostruktur stress corrosion cracking (Newman, 2010) ... 27
Gambar 2.10 Retakan brittle (getas) yang terjadi setelah difusi hidrogen ke dalam logam (Sobola & Dallaev, 2024b) 28
Gambar 2.11 Pitting corrosion (wikipedia) 29
Gambar 2.12 Proses Pembentukan Polipirrol 30
Gambar 2.13 Citra mikroskop optik butiran (a, d) polipirol atau PPy, (b, e) poly(N-methylpyrrole) atau PMPy, dan (c, f) poly(N-ethylpyrrole) atau PEPy hasil polimerisasi ok dan (d–f) setelah proses dedoping menggunakan larutan NaOH. 31
Gambar 2.14 Ilustrasi korosi sumuran (pitting corrosion) 33
Gambar 2.15 Pengaruh scan rate terhadap puncak arus dan kinetika redoks dalam cyclic voltammetry (Mahobiya et al., 2022) 34
Gambar 2.16 Proses elektropolimerisasi (Sarkar et al., 2025b) 35
Gambar 2.17 Kerangka Berfikir 47
Gambar 3.1 Diagram Alir 52
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Laju Korosi Awal Baja AISI 1010 pada Tiga Media Korosi 74
Gambar 4.2 Kurva polarisasi potensiodinamik baja AISI 1010 tanpa pelapisan pada tiga media korosi: (a) air laut, (b) air rob, dan (c) NaCl 3,5% 76

lib.mercubuana.ac.id

Gambar 4.3 Kurva polarisasi potensiodinamik baja AISI 1010 tanpa pelapisan pada tiga media korosi: (a) pengulangan Sampel 1, (b) pengulangan Sampel 2, dan (c) pengulangan Sampel 3 pada media air laut, air rob, dan NaCl 3,5%. 78

Gambar 4.4 Kurva cyclic voltammetry Pelapisan Polipirol pada Variasi Scan Rate 20, 40, dan 60 mV/s 81

Gambar 4.5 Kurva polarisasi potensiodinamik representatif baja nominal AISI 1010 setelah deposisi satu siklus pada: (a) 20 mV/s, (b) 40 mV/s, dan (c) 60 mV/s dalam media air laut, air rob, dan NaCl 3,5%. Nilai βa dan βc yang dicantumkan berasal dari kurva air laut representatif pada setiap kondisi. 85

Gambar 4.6 Grafik Hubungan Scan Rate Pelapisan terhadap Laju Korosi pada Tiga Media Korosi 86

Gambar 4.7 Grafik Efisiensi Proteksi Rata-rata Lapisan PPy..... 88

Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Rata-rata Laju Korosi Sebelum dan Sesudah Pelapisan 89

Gambar 4.9 Kurva cyclic voltammetry Pelapisan PPy pada Variasi Jumlah Siklus (1, 3, dan 5 siklus) pada Scan Rate 40 mV/s (sampel representatif)..... 92

Gambar 4.10 Kurva polarisasi potensiodinamik representatif baja nominal AISI 1010 setelah deposisi pada 40 mV/s dengan: (a) 1 siklus, (b) 3 siklus, dan (c) 5 siklus dalam media air laut, air rob, dan NaCl 3,5%..... 96

Gambar 4.11 Grafik Hubungan Jumlah Siklus terhadap Laju Korosi pada Tiga Media Korosi..... 97

Gambar 4.12 Grafik Efisiensi Proteksi Lapisan PPy Berdasarkan Jumlah Siklus 98

Gambar 4.13 Voltammogram CV baja AISI 1010 tanpa pelapisan dan lapisan PPy dalam KCl 0,1 M pada variasi scan rate deposisi 20, 40, dan 60 mV/s (satu siklus deposisi) 102

Gambar 4.14 Voltammogram CV baja AISI 1010 tanpa pelapisan dan lapisan PPy dalam KCl 0,1 M pada variasi 1, 3, dan 5 siklus deposisi pada 40 mV/s 104

Gambar 4.15 Morfologi Permukaan Baja AISI 1010 Sebelum Pelapisan: (a) Sampel 1, (b) Sampel 2, dan (c) Sampel 3 106

lib.mercubuana.ac.id

Gambar 4.16 Morfologi optik kondisi akhir permukaan baja AISI 1010 tanpa pelapisan setelah rangkaian pengujian korosi: (a) Sampel 1, (b) Sampel 2, dan (c) Sampel 3. 106

Gambar 4.17 Morfologi optik permukaan baja setelah deposisi pada variasi scan rate: (a) 20 mV/s, (b) 40 mV/s, dan (c) 60 mV/s (perbesaran nominal 100×). ... 107

Gambar 4.18 Morfologi optik kondisi akhir permukaan sampel setelah pengujian korosi secara berurutan pada air laut, air rob, dan NaCl 3,5%: (a) deposisi 20 mV/s, (b) deposisi 40 mV/s, dan (c) deposisi 60 mV/s. 108

Gambar 4.19 Morfologi Permukaan Baja AISI 1010 Setelah Pelapisan Polipirol pada Variasi Jumlah Siklus: (a) 1 siklus, (b) 3 siklus, (c) 5 siklus (perbesaran total 100×, objektif 10×/0,25) 109

Gambar 4.20 Morfologi Permukaan Sampel Setelah Pengujian Korosi pada Variasi Jumlah Siklus: (a) 1 siklus, (b) 3 siklus, (c) 5 siklus (perbesaran total 100×, objektif 10×/0,25) 110

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 RUANG LINGKUP DAN IDENTITAS DATA 134
Lampiran 2 DATA PDP, PELAPISAN 20 MV/S, 1 SIKLUS 135
Lampiran 3 DATA PDP, PELAPISAN 40 MV/S, 1 SIKLUS 136
Lampiran 4 DATA PDP, PELAPISAN 60 MV/S, 1 SIKLUS 137
Lampiran 5 DATA PDP, PELAPISAN 40 MV/S, 3 SIKLUS 139
Lampiran 6 DATA PDP, PELAPISAN 40 MV/S, 5 SIKLUS 141
Lampiran 7 DATA CV PROSES DEPOSISI BERDASARKAN METADATA INTERNAL 143
Lampiran 8 DATA CV KCl UNTUK KARAKTERISASI PERMUKAAN 147
Lampiran 9 INVENTARIS BERKAS ELEKTRONIK DAN SHA-256 151
Lampiran 10 DOKUMENTASI PENELITIAN 157

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id