

SKRIPSI

PENGARUH BAHAN BAKAR *TIRE PYROLYSIS OIL* TERHADAP LAJU KOROSI PADUAN Al-Si-Cu DAN LOGAM TERLAPIS ZINC

Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk mencapai jenjang pendidikan derajat
kesarjanaan Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Nasional

OLEH

NAMA : FIKRI HAIKAL ASLAM
NPM : 217001516002
PEMINATAN : INDUSTRI MANUFAKTUR



**FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS NASIONAL
JAKARTA
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI
PENGARUH BAHAN BAKAR TIRE PYROLYSIS OIL
TERHADAP LAJU KOROSI PADUAN Al-Si-Cu DAN LOGAM
TERLAPIS ZINC

OLEH

NAMA : FIKRI HAIKAL ASLAM
NPM : 217001516002
PEMINATAN : INDUSTRI MANUFAKTUR

Skripsi ini telah memenuhi syarat ilmiah dan disetujui oleh pembimbing untuk diajukan dalam sidang Skripsi di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.

Jakarta, 3 September 2025
Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Nama : Agung Iswadi S.St., M.Sc., Ph.D -

NID : 0108019013

Pembimbing II

Nama : Shokhul Lutfi, S.ST, M.Eng

NIP : 199301012018011003

01-09-2025

HALAMAN PERBAIKAN SKRIPSI

**PENGARUH BAHAN BAKAR *TIRE PYROLYSIS OIL*
TERHADAP LAJU KOROSI PADUAN Al-Si-Cu DAN LOGAM
TERLAPIS ZINC**

OLEH

NAMA : FIKRI HAIKAL ASLAM
NPM : 217001516002
PEMINATAN : INDUSTRI MANUFAKTUR

Skripsi ini telah diperbaiki sesuai saran dari Tim Penguji dalam Sidang Skripsi yang dilaksanakan pada tanggal 27, Agustus 2025.

Jakarta, 1 September 2025

Menyetujui,

Penguji I

Nama : Basori, S.T., M.T., Ph.D.

NID : 0102130822

Penguji II

Nama : Wismento Setyadi, S.T., M.T.

NID : 0201202666

UNIVERSITAS NASIONAL

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

PENGARUH BAHAN BAKAR *TIRE PYROLYSIS OIL* TERHADAP LAJU KOROSI PADUAN Al-Si-Cu DAN LOGAM TERLAPIS ZINC

OLEH

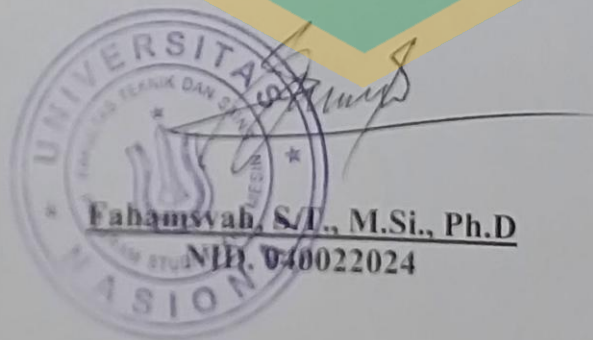
NAMA : FIKRI HAIKAL ASLAM
NPM : 217001516002
PEMINATAN : INDUSTRI MANUFAKTUR

Telah dipertahankan dihadapan Tim Dosen Penguji dalam sidang Skripsi di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional, yang dilaksanakan pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 27 Agustus 2025

Jakarta, 3 September 2025

Mengesahkan,
Kepala Program Studi Teknik Mesin



HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : FIKRI HAIKAL ASLAM

NPM : 217001516002

PROGRAM STUDI : S-1 TEKNIK MESIN

PEMINATAN : INDUSTRI MANUFAKTUR

Dengan ini penulis menyatakan Skripsi ini tidak terdapat judul karya yang pernah diajukan dengan judul **“Pengaruh Bahan Bakar Tire Pyrolysis Oil Terhadap Laju Korosi Paduan Al-Si-Cu Dan Logam Terlapis Zinc”** adalah benar hasil karya penulis dan bukan merupakan publikasi serta tidak mengutip sebagian atau seluruhnya dari karya ilmiah orang lain, kecuali yang telah disebutkan sumbernya.

Jakarta, 27 Agustus 2025

Penulis,

UNIVERSITAS NASIONAL

Firki Haikal Aslam
NPM. 217001516002

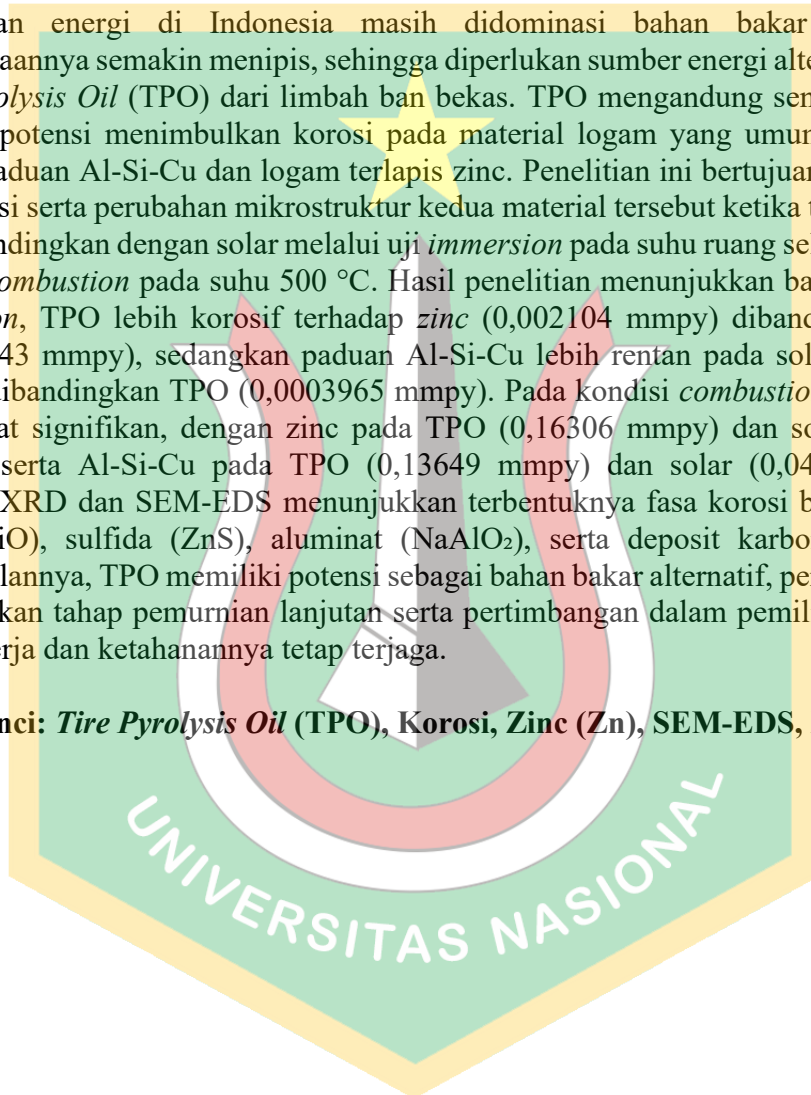


PENGARUH BAHAN BAKAR *TIRE PYROLYSIS OIL* TERHADAP LAJU KOROSI PADUAN Al-Si-Cu DAN LOGAM TERLAPIS ZINC

ABSTRAK

Kebutuhan energi di Indonesia masih didominasi bahan bakar fosil yang ketersediaannya semakin menipis, sehingga diperlukan sumber energi alternatif seperti *Tire Pyrolysis Oil* (TPO) dari limbah ban bekas. TPO mengandung senyawa agresif yang berpotensi menimbulkan korosi pada material logam yang umum digunakan, seperti paduan Al-Si-Cu dan logam terlapis zinc. Penelitian ini bertujuan mengetahui laju korosi serta perubahan mikrostruktur kedua material tersebut ketika terpapar TPO dan dibandingkan dengan solar melalui uji *immersion* pada suhu ruang selama 672 jam dan uji *combustion* pada suhu 500 °C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada uji *immersion*, TPO lebih korosif terhadap zinc (0,002104 mmpy) dibandingkan solar (0,0003543 mmpy), sedangkan paduan Al-Si-Cu lebih rentan pada solar (0,002827 mmpy) dibandingkan TPO (0,0003965 mmpy). Pada kondisi *combustion*, laju korosi meningkat signifikan, dengan zinc pada TPO (0,16306 mmpy) dan solar (0,09153 mmpy), serta Al-Si-Cu pada TPO (0,13649 mmpy) dan solar (0,04900 mmpy). Analisis XRD dan SEM-EDS menunjukkan terbentuknya fasa korosi berupa oksida (ZnO, SiO), sulfida (ZnS), aluminat (NaAlO₂), serta deposit karbon dari TPO. Kesimpulannya, TPO memiliki potensi sebagai bahan bakar alternatif, penggunaannya memerlukan tahap pemurnian lanjutan serta pertimbangan dalam pemilihan material agar kinerja dan ketahanannya tetap terjaga.

Kata kunci: *Tire Pyrolysis Oil* (TPO), Korosi, Zinc (Zn), SEM-EDS, XRD.



THE EFFECT OF TIRE PYROLYSIS OIL FUEL ON THE CORROSION RATE OF AL-SI-CU ALLOY AND ZINC

ABSTRACT

Indonesia's energy demand is still largely dominated by fossil fuels, the availability of which continues to decline, thus requiring alternative energy sources such as Tire Pyrolysis Oil (TPO) derived from waste tires. However, TPO contains aggressive compounds that may induce corrosion in commonly used metallic materials, such as Al-Si-Cu alloys and zinc-coated steel. This study aims to determine the corrosion rate and microstructural changes of these two materials when exposed to TPO and compared with diesel fuel through immersion testing at room temperature for 672 hours and combustion testing at 500 °C. The results show that in the immersion test, TPO was more corrosive toward zinc (0.002104 mmpy) compared to diesel (0.0003543 mmpy), while the Al-Si-Cu alloy was more susceptible in diesel (0.002827 mmpy) compared to TPO (0.0003965 mmpy). Under combustion conditions, the corrosion rate increased significantly, with zinc in TPO (0.16306 mmpy) and diesel (0.09153 mmpy), as well as Al-Si-Cu in TPO (0.13649 mmpy) and diesel (0.04900 mmpy). XRD and SEM-EDS analyses revealed the formation of corrosion phases such as oxides (ZnO, SiO), sulfides (ZnS), aluminates (NaAlO₂), and carbon deposits originating from TPO. In conclusion, although TPO has potential as an alternative fuel, its utilization requires further purification and careful material selection to ensure reliable performance and durability.

Keywords: Tire Pyrolysis Oil (TPO), Corrosion, Zinc (Zn), Piston, Karakterisasi SEM-EDS, Karakterisasi XRD Alternative Fuel.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat-Nya yang begitu besar penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Bahan Bakar Tire Pyrolysis Oil Terhadap Laju Korosi Paduan Al Si Cu Dan Logam Terlapis Zinc”** Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional, Jakarta. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Bapak Ir. Ruliyanto, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional.
2. Bapak Fahamsyah, S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional.
3. Bapak Agung Iswandi, S.Si., M.Sc., Ph.D., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional.
4. Bapak Dr. Eng. Wahyu Bambang Widayatno. Bapak Dr Agus Sukarto Wismogroho, Bapak Febi, Ka Safitry, Ka Nurul. Terima kasih yang telah membimbing dan mengarahkan pelaksanaan skripsi ini.
5. Bapak Shokhul Lutfi, S.ST, M.Eng. Terima kasih telah meluangkan waktu dan pikiran di dalam memberikan bimbingan kepada penulis khususnya dalam penulisan skripsi ini.
6. Bapak Sutrisno, Ibu Juwanah dan Al ghiffari selaku orang tua, dan adik penulis dan keluarga yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Terimakasih atas pemberian dukungan dan doa, serta motivasi yang tiada henti demi keberhasilan penulis.
7. Kepada Winanda Zahira Shaffa. Terimakasih telah mendukung, dan memberikan semangat untuk pantang menyerah.
8. Terima kasih kepada Bondan Prakoso dan Superman is dead yang telah menciptakan lagu – lagu bernuansa positif, dan menemani penulis dalam menyusun skripsi ini.

9. Teman-teman se-almamater Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional yang telah memberikan dukungan dalam bentuk moral dan juga motivasi kepada penulis.

Semoga Allah SWT berkenan membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 27 Agustus 2025



Fikri Haikal Aslam
NPM. 217001516002

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERBAIKAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Kebaruan Penelitian.....	4
1.6. Batasan Masalah.....	5
1.7. Sistematika Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. <i>Tire Pyrolysis Oil</i>	7
2.2. Bahan Bakar Solar Konvensional.....	8
2.3. Klasifikasi Material <i>Zinc</i>	9
2.3.1. Aplikasi Material <i>Zinc</i>	10
2.3.2. Sifat Elektrokimia <i>Zinc</i>	10
2.4. Klasifikasi Paduan Al-Si-Cu.....	11

2.4.1	Aplikasi Paduan Al-Si-Cu.....	11
2.4.2	Paduan Aluminium Sebagai Bahan Dasar Piston.....	12
2.5	Korosi.....	14
2.5.1	Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Korosi	14
2.5.2	Korosi Temperatur Tinggi.....	16
2.5.3	Korosi Pengaruh Bahan Bakar	17
2.6	Jenis – Jenis Bentuk Korosi.....	17
2.6.1	Korosi Merata (<i>Uniform Corrosion</i>)	17
2.6.2	Korosi Galvanik (<i>Galvanic Corrosion</i>).....	18
2.6.3	Korosi Sumuran (<i>Pitting Corrosion</i>).....	19
2.6.4	Korosi Erosi (<i>Erosion Corrosion</i>).....	19
2.7	Laju Korosi.....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		23
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	23
3.2	Bahan dan Alat.....	23
3.2.1	Bahan.....	23
3.2.2	Alat.....	27
3.3	Diagram Alir Penelitian.....	33
3.4	Persiapan Sampel.....	34
3.4.1	Reparasi Sampel Logam Terlapis Zinc.....	34
3.4.2	Reparasi Sampel Paduan Al-Si-Cu.....	34
3.4.3	Proses Pengukuran Dimensi Dan Massa Sampel	35
3.5	Proses Pengujian Korosi.....	37
3.5.1	Pengujian Static <i>Immersion</i>	38
3.5.1	Pengujian Combustion Dengan Suhu 500 °C.....	39
3.6	Karakterisasi Sampel.....	40
3.6.1	<i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	40
3.6.2	<i>X-ray Diffraction</i> (XRD).....	41

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1. Hasil <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF)	43
4.2. Data Penimbangan Pengujian <i>Static Immersion</i>	44
4.2.1. Perhitungan Laju Korosi Setelah Pengujian <i>Static Immersion</i> ...	47
4.2.2. Pengamatan Visual Setelah Perendaman	49
4.3. Hasil Karakterisasi <i>X-ray Diffraction</i> (XRD) Setelah Perendaman	52
4.4. Hasil Karakterisasi SEM-EDS Setelah Perendaman	55
4.4.1. Hasil SEM Logam Terlapis Zinc	55
4.4.2. Hasil SEM Paduan Al – Si – Cu	63
4.5. Analisa Laju Korosi Setelah Pengujian Combustion Suhu 500°	70
4.5.1. Perhitungan Laju Korosi Logam Terlapis Zinc	71
4.5.2. Perhitungan Laju Korosi Paduan Al Si Cu	72
4.5.3. Pengamatan Visual Setelah Combustion Suhu 500°C	72
4.6. Hasil Karakterisasi <i>X-ray Diffraction</i> (XRD) Setelah Combustion	75
4.7. Hasil Karakterisasi SEM-EDS Combustion	78
4.7.1. Hasil SEM Logam Terlapis Zinc Setelah Pengujian Combustion	78
4.7.2. Hasil SEM Paduan Al – Si – Cu	84
4.8. Perbandingan Laju Korosi Logam Terlapis Zinc dan Paduan Al Si Cu	90
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	94
5.1. Kesimpulan	94
5.2. Saran	94
DAFTAR PUSTAKA	97
LAMPIRAN	98

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sifat - sifat bahan bakar TPO.....	8
Tabel 2.2. Sifat - sifat bahan bakar Solar	8
Tabel 2.3. Komposisi piston	13
Tabel 2.4 Tingkat ketahanan korosi berdasarkan Laju Korosi	21
Tabel 3.1. Bahan Penelitian.....	23
Tabel 3.2. Sifat fisiokimia TPO.	25
Tabel 3.3. Sifat fisiokimia Solar	26
Tabel 4.1. Data hasil XRF logam terlapis <i>zinc</i>	43
Tabel 4.2. Data hasil XRF kepala piston	44
Tabel 4.3. Data penimbangan massa <i>zinc</i> TPO setelah perendaman.....	45
Tabel 4.4. Data penimbangan massa <i>zinc</i> Solar setelah perendaman	45
Tabel 4.5. Data penimbangan massa Al-Si-Cu TPO setelah perendaman.....	46
Tabel 4.6. Data penimbangan massa paduan Al Si Cu solar setelah perendaman.....	46
Tabel 4.7. Hasil rata – rata massa logam terlapis <i>zinc</i>	47
Tabel 4.8. Hasil rata – rata massa paduan Al Si Cu.....	48
Tabel 4.9. Laju <i>korosi</i> logam terlapis <i>zinc</i> pada suhu 500°C selama 20 jam.....	71
Tabel 4.10. Laju korosi paduan Al Si Cu pada suhu 500°C selama 20 jam	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Zinc</i>	9
Gambar 2.2. Piston	12
Gambar 2.3. Korosi merata	18
Gambar 2.4. Korosi galvanik	18
Gambar 2.5. Korosi sumuran	19
Gambar 2.6. Korosi erosi	20
Gambar 3.1. Material sampel logam terlapis zinc	24
Gambar 3.2. Kepala piston komersial	24
Gambar 3.3. Bahan bakar TPO	25
Gambar 3.4. Bahan bakar solar konvensional	26
Gambar 3.5. Amplas dengan ukuran (100,240,400,600 dan 800)	27
Gambar 3.6. Gerinda tangan	28
Gambar 3.7. Mistar besi	28
Gambar 3.8. Sigmat	29
Gambar 3.9. Ragum	29
Gambar 3.10. Mesin polish	30
Gambar 3.11. Timbangan analitik 5 digit	30
Gambar 3.12. Furnance	31
Gambar 3.13. Gelas kaca	31
Gambar 3.14. <i>Ultrasonic bath</i>	32
Gambar 3.15. <i>Hairdryer</i>	32
Gambar 3.16. Diagram alir penelitian	33
Gambar 3.17. Sampel <i>zinc</i> 10 mm x 10 mm	34

Gambar 3.18. Proses reparasi sampel paduan Al Si Cu.....	35
Gambar 3.19. Proses polish material	35
Gambar 3.20. Proses pengukuran dimensi.....	36
Gambar 3.21. Proses penimbangan sampel	36
Gambar 3.22. Pengujian <i>Immersion</i>	39
Gambar 3.23. Proses korosi didalam <i>furnance</i>	40
Gambar 3.24. Alat SEM-EDS.....	41
Gambar 3.25. Ilustrasi prinsip XRD	42
Gambar 4.1. Pengamatan visual logam terlapis <i>zinc</i>	50
Gambar 4.2. Pengamatan visual paduan Al Si Cu.....	51
Gambar 4.3. XRD logam terlapis <i>zinc</i> setelah perendaman	52
Gambar 4.4. XRD paduan Al - Si - Cu setelah perendaman	54
Gambar 4.5. SEM permukaan logam terlapis <i>zinc</i> setelah perendaman.....	55
Gambar 4.6. Perbesaran x2500 dan pemetaan unsur produk korosi pada logam terlapis <i>zinc</i> setelah perendaman pada media TPO	57
Gambar 4.7. EDS <i>point</i> permukaan logam terlapis <i>zinc</i> setelah perendaman dalam media TPO.....	58
Gambar 4.8. Perbesaran x2500 dan pemetaan unsur produk korosi pada logam terlapis <i>zinc</i> setelah perendaman pada media solar	60
Gambar 4.9. EDS <i>point</i> permukaan logam terlapis <i>zinc</i> setelah perendaman dalam media solar	62
Gambar 4.10. SEM permukaan paduan Al – Si – Cu setelah perendaman	63
Gambar 4.11. Perbesaran x2500 dan pemetaan unsur produk korosi pada paduan Al – Si – Cu setelah perendaman pada media TPO	65

Gambar 4.12. EDS <i>point</i> permukaan paduan Al – Si – Cu setelah perendaman dalam media TPO.....	66
Gambar 4.13. Perbesaran x2500 dan pemetaan unsur produk korosi pada paduan Al – Si – Cu setelah perendaman pada media solar	67
Gambar 4.14. EDS <i>point</i> permukaan paduan Al – Si – Cu setelah perendaman dalam media solar.....	69
Gambar 4.15. Pengamatan visual logam terlapis <i>zinc</i> pada suhu 500 °C setiap 5jam dengan media bahan bakar TPO dan solar	73
Gambar 4.16. Pengamatan visual paduan Al-Si-Cu pada suhu 500 °C setiap 5jam dengan media bahan bakar TPO dan solar	74
Gambar 4.17. XRD logam terlapis <i>zinc</i> setelah <i>combustion</i>	75
Gambar 4.18. XRD paduan Al – Si – Cu setelah <i>combustion</i>	77
Gambar 4.19. SEM permukaan logam terlapis <i>zinc</i> setelah <i>combustion</i>	78
Gambar 4.20. Perbesaran x2500 dan pemetaan unsur produk korosi pada logam terlapis <i>zinc</i> setelah <i>combustion</i> media TPO suhu 500 °C.....	80
Gambar 4.21. EDS <i>point</i> permukaan logam terlapis <i>zinc</i> setelah <i>combustion</i> dengan media TPO.....	81
Gambar 4.22. Perbesaran x2500 dan pemetaan unsur produk korosi pada logam terlapis <i>zinc</i> setelah <i>combustion</i> pada media Solar	82
Gambar 4.23. EDS <i>point</i> permukaan logam terlapis <i>zinc</i> setelah <i>combustion</i> dengan media solar	83
Gambar 4.24. SEM permukaan paduan Al – Si – Cu setelah <i>combustion</i>	85
Gambar 4.25. Perbesaran x2500 dan pemetaan unsur produk korosi pada paduan Al – Si – Cu setelah <i>combustion</i> media TPO suhu 500 °C	86

Gambar 4.26. EDS <i>point</i> permukaan paduan Al – Si – Cu setelah <i>combustion</i> media TPO suhu 500 °C	88
Gambar 4.27. Perbesaran x2500 dan pemetaan unsur produk korosi pada paduan Al – Si – Cu setelah <i>combustion</i> media solar suhu 500 °C.....	89
Gambar 4.28. EDS <i>point</i> permukaan paduan Al – Si – Cu setelah <i>combustion</i> media solar suhu 500 °C	91



DAFTAR SINGKATAN

BRIN : Badan Riset dan Inovasi Nasional

CR : *Corrosion rate*

FCC : *Face Centered Cubic*

TPO : *Tire Pyrolysis Oil*

X-Ray : *X-ray Diffraction*

SEM – EDS : *Scanning Electron Microscopy - Energy Dispersive Spectroscopy*

XRF : *X-Ray Fluorescence*



DAFTAR LAMPIRAN

Surat Pengantar Tugas Akhir.....	101
Data Hasil Laporan SEM – EDS.....	102

