



**STUDI KOMPARATIF OKSIDASI TEMPERATUR TINGGI
PADA MATERIAL SS316L DAN SS304**

SKRIPSI

ADITYA RAKAN PAMUNGKAS

2210311033

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2026



**STUDI KOMPARATIF OKSIDASI TEMPERATUR TINGGI
PADA MATERIAL SS316L DAN SS304**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik**

ADITYA RAKAN PAMUNGKAS

220311033

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN**

2026

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :

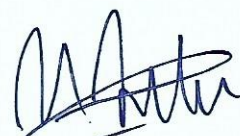
Nama : Aditya Rakan Pamungkas
NIM : 2210311033
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Studi Komparatif Oksidasi Temperatur Tinggi
Pada Material SS316L Dan SS304

Telah berhasil dipertahankan dihadapan para penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.

Penguji Utama



M. Arifudin Lukmana, S.T., M.T.

Penguji Lembaga



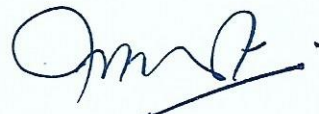
Dr. Eng. Riki Hendra Purba, S.T., M.Eng

Penguji III (Pembimbing)



Dr. Eng. Ir. Teguh Firmansyah, S.T.,
M.T., IPM

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Fahrudin, S.T., M.T.

Kepala Program Studi S-1 Teknik Mesin

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 8 Januari 2026

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Aditya Rakan Pamungkas
NIM : 2210311033
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Studi Komparatif Oksidasi Temperatur Tinggi
Pada Material SS316L Dan SS304

Telah dikoreksi atau diperbaiki oleh penulis sesuai arahan dari dosen pembimbing dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Menyetujui,



Dr. Eng. Riki Hendra Purba, S.T., M.Eng

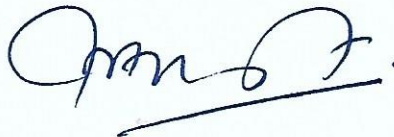
Pembimbing I



Nicky Yongkimandalan, S.T., M.M., M.T.

Pembimbing II

Mengetahui,



Ir. Fahrudin, S.T., M.T.

Kepala Program Studi S-1 Teknik Mesin

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Aditya Rakan Pamungkas
NIM : 2210311033
Program Studi : Teknik Mesin

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses dengan ketentuan yang berlaku

Jakarta, 8 Januari 2026

Yang menvatakan.



Aditya Rakan Pamungkas

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Saya yang akan bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Aditya Rakan Pamungkas
NIM : 2210311033
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“STUDI KOMPARATIF OKSIDASI TEMPERATUR TINGGI PADA MATERIAL SS316L DAN SS304”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 8 Januari 2026

Yang menyatakan,



Aditya Rakan Pamungkas

STUDI KOMPARATIF OKSIDASI TEMPERATUR TINGGI PADA MATERIAL SS316L DAN SS304

Aditya Rakan Pamungkas

ABSTRAK

Korosi merupakan permasalahan serius dalam berbagai sektor industri karena menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan serta risiko kegagalan komponen. Korosi didefinisikan sebagai proses degradasi material logam akibat reaksi kimia atau elektrokimia antara logam dan lingkungan sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan ketahanan korosi material SS316L dan SS304 pada kondisi dry corrosion. Metode yang digunakan adalah *high temperature oxidation test* pada variasi temperatur 800°C, 900°C, dan 1000 °C dengan variasi *aging time*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju oksidasi meningkat seiring meningkatnya temperatur dan *aging time*. Pada temperatur 1000 °C, ketebalan lapisan oksida SS316L dapat mencapai sekitar 74 µm pada 150 menit. Sementara itu, SS304 menunjukkan ketebalan lapisan oksida yang lebih besar, yaitu 79 µm pada 150 menit, dengan kecenderungan terus meningkat seiring bertambahnya *aging time*. Hasil ini menunjukkan bahwa SS316L memiliki ketahanan oksidasi yang lebih baik dibandingkan SS304 pada temperatur tinggi.

Kata Kunci : korosi temperatur tinggi, SS304, SS316L, oksidasi, *aging time*

COMPARATIVE STUDY OF HIGH TEMPERATURE OXIDATION BEHAVIOUR OF SS316L AND SS304

Aditya Rakan Pamungkas

ABSTRACT

Corrosion is a critical issue in various industrial sectors as it leads to significant economic losses and increases the risk of component failure. Corrosion is defined as the degradation of metallic materials resulting from chemical or electrochemical reactions between the metal and its surrounding environment. This study aims to analyze and compare the corrosion resistance of SS316L and SS304 under dry corrosion conditions. High temperature oxidation tests were conducted at temperatures of 800 °C, 900 °C, and 1000 °C with varying aging times. The results indicate that the oxidation rate increases with increasing temperature and aging time. At 1000 °C, the oxide layer thickness of SS316L reached approximately 74 µm after 150 minutes. In contrast, SS304 exhibited a thicker oxide layer of about 79 µm at the same aging time, with a continuous increasing trend as the aging time increased. These findings demonstrate that SS316L exhibits superior oxidation resistance compared to SS304 at elevated temperatures.

Keywords : *High-temperature corrosion, SS304, SS316L, oxidation, aging time*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir Skripsi dengan judul "Studi Komparatif Oksidasi Temperatur Tinggi Pada Material SS316L Dan SS304". Sholawat serta salam semoga tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad *shalallahu 'alaihi wa salam* yang telah memberikan syafaat kepada seluruh umatnya.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.), program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Jakarta. Melalui kata pengantar ini, penulis ingin berterima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyusunan hingga penyelesaian skripsi ini. Adapun seluruh pihak yang dimaksud antara lain:

1. Ir. Fahrudin, S.T., M.T., Kepala Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta;
2. Dr. Eng. Riki Hendra Purba, Dosen Pembimbing 1 tugas akhir, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta;
3. Nicky Yongkimandalan, S.T., M.T., M.M., Dosen Pembimbing 2 tugas akhir, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta;
4. Dr. James Julian, S.T., M.T., Dosen Pembimbing Akademik Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta;
5. Seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan selama masa perkuliahan;
6. Keluarga tercinta, khususnya kepada Ibu Deny Febriatin Kusumawati, yang selalu memberikan doa, dukungan moral, dan materiil sehingga peneliti dapat menyelesaikan studi ini dengan baik;
7. Teman-teman Applied Material Research Group yang telah memberikan dukungan demi kelancaran penyelesaian proposal skripsi ini;
8. Seluruh teman-teman seperjuangan OPTIMIS'22 yang telah menemani, memberikan dukungan serta doa guna kelancaran penyelesaian proposal skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan akhir ini. Maka dari itu, penulis menerima segala kritik dan saran yang bersifat membangun agar dapat menjadi bahan evaluasi untuk penyusunan artikel ilmiah berikutnya. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memenuhi tanggung jawab sebagai salah satu mahasiswa Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta dan bermanfaat bagi pembaca.

Jakarta, Januari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Korosi	5
2.2 Sel Volta.....	7
2.3 Gibbs Energy	9
2.4 <i>Nernst Equation</i>	10
2.5 <i>Tafel Equation</i>	11
2.6 Evans Diagram.....	14
2.7 Polarisasi.....	15

2.7.1	Polarisasi Aktivasi.....	16
2.7.2	Polarisasi Konsentrasi	19
2.7.3	Polarisasi Ohmik	21
2.8	Pourbaix Diagram.....	21
2.8.1	Daerah Imunitas	22
2.8.2	Daerah Korosi	22
2.8.3	Daerah Pasif	22
2.9	Jenis - Jenis Korosi	23
2.9.1	<i>Wet Corrosion</i>	23
2.9.2	<i>Dry Corrosion</i>	24
2.10	Stainless Steel.....	29
2.10.1	<i>Stainless Steel 304</i>	30
2.10.2	<i>Stainless Steel 316 Low Carbon</i>	30
BAB 3 METODE PENELITIAN		32
3.1	Diagram Alir Penelitian	32
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	33
3.2.1	Waktu Penelitian	33
3.2.2	Tempat Penelitian.....	33
3.3	Porsedur Penelitian	33
3.3.1	Studi Literatur	33
3.3.2	Penentuan Parameter Penelitian.....	33
3.3.3	Persiapan Bahan dan Alat	34
3.3.4	Pembuatan Spesimen Pengujian	34
3.3.5	<i>Grinding & Polishing</i>	35
3.3.6	Pengujian.....	35
3.3.7	Analisis Data dan Pembahasan	36

3.3.8 Kesimpulan	36
3.4 Alat dan Bahan	37
3.4.1 Alat.....	37
3.4.2 Bahan.....	40
3.5 Pengujian Laju Korosi pada Temperatur Tinggi.....	41
3.6 Pengujian Struktur Mikro	42
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Perbandingan Mikrostruktur Pada SS304 Dengan SS316L	43
4.1.1 Mikrostruktur SS316L	43
4.1.2 Mikrostruktur SS304.....	44
4.2 Perbandingan Karakteristik Oksidasi Pada SS316L Dengan SS304	48
4.2.1 Perbandingan Laju Oksidasi Berdasarkan Peningkatan Temperatur	84
4.2.2 Perbandingan Laju Oksidasi Berdasarkan <i>Aging Time</i>	85
4.2.3 Perbandingan Hubungan Antara $\ln k_p$ dengan $1/T$	87
4.2.4 Perbandingan Nilai Energi Aktivasi.....	89
4.3 Perbandingan Mekanisme Oksidasi Pada SS316L Dengan SS304	90
4.3.1 Mekanisme Oksidasi SS316L	90
4.3.2 Mekanisme Oksidasi SS304.....	91
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	96
5. 1 Kesimpulan.....	96
5. 2 Saran.....	97
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mekanisme Sel Volta	7
Gambar 2. 2 Diagram Evans Reaksi Elektrokimia Logam Seng dengan Gas Hidrogen.....	14
Gambar 2. 3 Diagram Polarisasi Perbedaan Potensial Terhadap Arus (a); Diagram Polarisasi Arus Terhadap Perbedaan Potensial (b).....	15
Gambar 2. 4 Mekanisme Polarisasi Aktivasi Logam Seng dengan Atom Hidrogen	16
Gambar 2. 5 Mekanisme Polarisasi Konsentrasi	19
Gambar 2. 6 Diagram Pourbaix Reaksi Logam Besi dengan Air (H ₂ O)	22
Gambar 2. 7 Mekanisme Pembentukan Lapisan Oksida Pada Oksidasi Temperatur Tinggi.....	25
Gambar 2. 8 Kurva Linear, Logaritmik, Parabolik, dan Kubik Pada Diagram Penambahan Massa Terhadap Waktu	26
Gambar 2. 9 Klasifikasi Stainless Steel Berdasarkan Penambahan Unsur Logam dan Modifikasi Komposisi Kimia	30
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 3. 2 Dimensi Spesimen Uji	34
Gambar 3. 3 Gerinda Tangan.....	37
Gambar 3. 4 Jangka Sorong.....	37
Gambar 3. 5 Mesin Poles.....	38
Gambar 3. 6 Ragum.....	38
Gambar 3. 7 Handheld X-ray Analyzer	38
Gambar 3. 8 Muffle Furnace	39
Gambar 3. 9 Timbangan Digital	39
Gambar 3. 10 Stopwatch	39
Gambar 3. 11 Material SS304.....	40
Gambar 3. 12 Material SS316L.....	40
Gambar 3. 13 Mortar	40
Gambar 3. 14 Amplas	41
Gambar 4. 1 Hasil SEM dari material SS316L setelah terjadinya oksidasi dengan aging time yang berbeda; (a) 30 menit; (b) 90 menit; (c) 150 menit	43

Gambar 4. 2 Hasil SEM dari material SS304 setelah terjadinya oksidasi dengan aging time yang berbeda; (a) 30 menit; (b) 90 menit; (c) 150 menit	44
Gambar 4. 3 Hasil SEM-EDS dari material SS316L dengan temperatur 1000°C dan aging time 150 menit.....	46
Gambar 4. 4 Hasil SEM-EDS dari material SS304 dengan temperatur 1000°C dan aging time 150 menit.....	47
Gambar 4. 5 Grafik perubahan nilai mass gain seiring meningkatnya aging time pada material SS316L	55
Gambar 4. 6 Grafik perubahan nilai laju oksidasi seiring meningkatnya aging time pada material SS316L	56
Gambar 4. 7 Grafik perubahan nilai mass gain seiring meningkatnya temperatur pada material SS316L	59
Gambar 4. 8 Grafik perubahan nilai laju oksida seiring meningkatnya temperatur pada material SS316L	59
Gambar 4. 9 Grafik perubahan nilai $\ln k_p$ terhadap $1/T$ pada material SS316L .	62
Gambar 4. 10 Grafik perubahan nilai mass gain seiring meningkatnya aging time pada material SS304.....	73
Gambar 4. 11 Grafik perubahan nilai laju oksidasi seiring meningkatnya aging time pada material SS304.....	74
Gambar 4. 12 Grafik perubahan nilai mass gain seiring meningkatnya temperatur pada material SS304.....	77
Gambar 4. 13 Grafik perubahan nilai laju oksidasi seiring meningkatnya temperatur pada material SS304	77
Gambar 4. 14 Grafik perubahan nilai $\ln k_p$ terhadap $1/T$ pada material SS304..	79
Gambar 4. 15 Grafik nilai laju oksidasi terhadap temperatur pada material SS316L dan SS304; (a) aging time 30 menit; (b) aging time 60 menit; (c) aging time 90 menit; (d) aging time 120 menit; (e) aging time 150 menit.....	84
Gambar 4. 16 Grafik nilai laju oksida terhadap aging time pada material SS316L dan SS304; (a) temperatur 800°C; (b) temperatur 900°C; (c) temperatur 1000°C	86
Gambar 4. 17 Perbandingan grafik perubahan nilai $\ln k_p$ terhadap $1/T$ pada material SS316L dan SS304; (a) aging time 30 menit; (b) aging time 60 menit; (c) aging time 90 menit; (d) aging time 120 menit; (e) aging time 150 menit	88

Gambar 4. 18 Diagram perbandingan nilai energi aktivasi pada material SS316L dan SS304	89
Gambar 4. 19 Spektrum EDS pada material SS316L dengan kondisi temperatur 1000°C ; 150 menit	90
Gambar 4. 20 Spektrum EDS pada material SS304 dengan kondisi temperatur 1000°C ; 150 menit	91

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Deret Elektromotif Dari Beberapa Reaksi Reduksi dan Oksidasi	8
Tabel 2. 2 Komposisi Kimia Stainless Steel 304.....	30
Tabel 2. 3 Komposisi Kimia Stainless Steel 316 Low Carbon.....	31
Tabel 4. 1 Nilai mass gain dan kp pada material SS316L dengan kondisi temperatur 800°C	50
Tabel 4. 2 Nilai mass gain dan kp pada material SS316L dengan kondisi temperatur 900°C	52
Tabel 4. 3 Nilai mass gain dan kp pada material SS316L dengan kondisi temperatur 1000°C	54
Tabel 4. 4 Nilai ln kp dan 1/T pada material SS316L	61
Tabel 4. 5 Nilai slope dan energi aktivasi yang terjadi pada material SS316L	63
Tabel 4. 6 Nilai mass gain dan kp pada material SS304 dengan kondisi temperatur 800°C.....	68
Tabel 4. 7 Nilai mass gain dan kp pada material SS304 dengan kondisi temperatur 900°C.....	70
Tabel 4. 8 Nilai mass gain dan kp pada material SS304 dengan kondisi temperatur 1000°C.....	72
Tabel 4. 9 Nilai ln kp dan 1/T pada material SS304.....	78
Tabel 4. 10 Nilai slope dan energi aktivasi yang terjadi pada material SS304.....	80

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Data massa spesimen material SS316L
- Lampiran 2.** Data dimensi spesimen material SS316L
- Lampiran 3.** Gambar hasil pengujian pada material SS316L kondisi 800°C
- Lampiran 4.** Gambar hasil pengujian pada material SS316L kondisi 900°C
- Lampiran 5.** Gambar hasil pengujian pada material SS316L kondisi 1000°C
- Lampiran 6.** Data massa spesimen material SS304
- Lampiran 7.** Data dimensi spesimen material SS304
- Lampiran 8.** Gambar hasil pengujian pada material SS304 kondisi 800°C
- Lampiran 9.** Gambar hasil pengujian pada material SS304 kondisi 900°C
- Lampiran 10.** Gambar hasil pengujian pada material SS304 kondisi 1000°C