

**ANALISIS OKSIDASI PADUAN Al-FeCr-SiC YANG DIPERSIAPKAN DENGAN
PENGGIJINGAN MENGGUNAKAN *PLANETARY BALL MILLING***



MAULANA SEMBIRING

NIM: 41321010009

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA 2025

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS OKSIDASI PADUAN Al-FeCr-SiC YANG DIPERSIAPKAN DENGAN
PENGGIJINGAN MENGGUNAKAN *PLANETARY BALL MILLING*



Disusun Oleh:

Nama : Maulana Sembiring
NIM : 41321010009
Program Studi : Teknik Mesin

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

AGUSTUS 2025

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Maulana Sembiring
NIM : 41321010009
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Laporan Skripsi : ANALISIS OKSIDASI PADUAN Al-FeCr-SiC YANG
DIPERSIAPKAN DENGAN PENGGILINGAN
MENGUNAKAN *PLANETARY BALL MILLING*

Telah sukses dipresentasikan dalam sidang di hadapan Dewan Penguji dan dinyatakan memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan Oleh:

Pembimbing : Ir. Alfian Noviyanto, S.TP., M.T., Ph.D. ()
NIDN : 0319117906

Penguji 1 : Sagir Alva. S.Si, M.Sc, Ph.D ()
NIDN : 0313037707

Penguji 2 : Gilang Awan Yudhistira, ST, MT ()
NIDN : 0320029602

Jakarta, 2 Agustus 2025

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikantrinasari, S.TP., M.T.

NIDN: 0307037202

Ketua Program Studi



Dr. Eng Imam Hidayat, S.T., M.T.

NIDN: 0005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Maulana Sembiring

Nim : 41321010009

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : ANALISIS OKSIDASI PADUAN Al-FeCr-SiC YANG
DIPERSIAPKAN DENGAN PENGGILINGAN
MENGUNAKAN *PLANETARY BALL MILLING*

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 tanpa paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 2 Agustus 2025



Maulana Sembiring

PENGHARGAAN

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat anugrah dan tuntunannya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“ANALISIS OKSIDASI PADUAN Al-FeCr-SiC YANG DIPERSIAPKAN DENGAN PENGGILINGAN MENGGUNAKAN *PLANETARY BALL MILLING*”** dengan begitu baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Dalam proses ini penulis menyadari bahwa ada keterbatasan dan kemampuan dalam penyusunan skripsi ini. Dalam proses penulisan skripsi ini penulis memperoleh bantuan, bimbingan, serta motivasi dari berbagai pihak, sehingga skripsi ini dapat selesai walaupun masih terdapat beberapa kekurangan dan keterbatasan dari penulis sendiri. Maka penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M. Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, S.TP., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana
3. Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Dr. Nurato, S.T., M.T., Ph.D. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin dan Koordinator Tugas Akhir.
5. Sagir Alva, S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku Kepala Laboratorium Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
6. Ir. Alfian Noviyanto, S.TP., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing penulis dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir.
7. Bapak Firman dan Bapak Dikki selaku Laboran Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang telah memberikan pengarahan terkait proses manufaktur yang tepat untuk digunakan dalam penelitian ini.

8. Alm Bapak Sabaruddin Sembiring dan Ibu Sarinah selaku orang tua penulis yang tercinta yang telah memberikan dukungan selama awal kuliah hingga akhir serta memberikan doa selama penyusunan laporan Tugas Akhir.
9. Achmad Kahfi Muzakkir, Fanuel Hardori, Andre Noval, Arip Setiawan, Alif Lukman Dirmantara, serta seluruh rekan-rekan mahasiswa yang telah membantu dalam segala hal.
10. Keluarga Teknik Mesin Angkatan 2021 yang telah memberikan dukungan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan tepat waktu.
11. Pihak perpustakaan yang telah memberikan akses kepada penulis untuk dapat melihat referensi penelitian terdahulu.
12. Seluruh dosen pengajar khususnya Dosen Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang telah memberikan ilmunya kepada penulis sehingga penulis dapat kelancaran dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
13. Semua pihak yang telah membantu seluruh rangkaian kegiatan Tugas Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 2 Agustus 2025



Maulana Sembiring

ABSTRAK

Material berbasis aluminium banyak digunakan dalam industri modern karena sifatnya yang ringan, tahan korosi, dan stabil pada suhu tinggi. Namun, tantangan terbesar adalah ketahanan terhadap oksidasi saat digunakan dalam kondisi ekstrem, seperti pada sistem otomotif dan industri bertekanan tinggi. Untuk meningkatkan sifat ketahanan oksidasi, dikembangkan paduan aluminium dengan penambahan unsur ferokromium (FeCr) dan partikel penguat silikon karbida (SiC). Penelitian ini bertujuan mengevaluasi ketahanan oksidasi dan evolusi fasa yang terjadi pada paduan Al–FeCr–SiC yang diproses menggunakan metode pemaduan mekanik berenergi tinggi (Planetary Ball Mill), kemudian disinter pada suhu 600°C, 700°C, dan 800°C. Uji oksidasi dilakukan secara siklik pada suhu 550°C selama 100 jam, dan perubahan massa dianalisis untuk menentukan laju oksidasi. Selanjutnya, karakterisasi fasa hasil oksidasi dilakukan menggunakan X-Ray Diffraction (XRD). Hasil menunjukkan bahwa sampel sintering pada suhu 800°C memiliki kenaikan berat spesifik paling rendah, yaitu 0,000575 g/mm², menandakan ketahanan oksidasi terbaik. Fasa-fasa seperti Al₂O₃, AlFe₃, Cr, Fe, dan SiC teridentifikasi, dengan Al₂O₃ berperan dominan dalam memperlambat difusi oksigen ke dalam material. Dengan demikian, peningkatan suhu sintering mampu menghasilkan struktur mikro yang lebih stabil dan tahan terhadap oksidasi, menjadikan paduan ini potensial untuk aplikasi suhu tinggi di bidang teknik.

Kata Kunci: Al–FeCr–SiC, oksidasi siklik,, XRD, fasa oksida, ketahanan oksidasi.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

OXIDATION ANALYSIS OF Al-FeCr-SiC ALLOY PREPARED BY MILLING USING PLANETARY BALL MILL

ABSTRACT

Aluminum-based materials are widely used in modern industries due to their lightweight, corrosion resistance, and stability at high temperatures. However, one of the main challenges is their oxidation resistance when exposed to extreme conditions, such as in automotive systems and high-pressure industrial environments. To improve oxidation resistance, aluminum alloys have been developed by adding ferrochromium (FeCr) and reinforcing silicon carbide (SiC) particles. This study aims to evaluate the oxidation resistance and phase evolution in Al-FeCr-SiC alloys processed using the high-energy mechanical alloying method (Planetary Ball Mill), followed by sintering at 600°C, 700°C, and 800°C. Cyclic oxidation tests were conducted at 550°C for a total duration of 100 hours, and mass changes were analyzed to determine the oxidation rate. Phase characterization of the oxidized samples was carried out using X-Ray Diffraction (XRD). The results showed that the sample sintered at 800°C exhibited the lowest specific weight gain, 0.000575 g/mm², indicating the best oxidation resistance. such as Al₂O₃, AlFe₃, Cr, Fe, and SiC were identified, with Al₂O₃ playing a dominant role in slowing down oxygen diffusion into the material. Thus, increasing the sintering temperature enhances the microstructural stability and oxidation resistance of the material, making this alloy a promising candidate for high- temperature engineering applications.

Keywords: Al-FeCr-SiC, cyclic oxidation, XRD, oxide phase, oxidation resistance.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN	3
1.4 MANFAAT	3
1.5 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.2 <i>PLANETARY BALL MILLING</i>	12
2.3 SIFAT OKSIDASI	13
2.4 JENIS – JENIS KOROSI	15
2.5 KOMPOSIT	16
2.6 PADUAN LOGAM (Al-FeCr-SiC)	17
2.7 <i>X-RAY DIFFRACTION</i> (XRD)	18
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN	21
3.2 WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN	22
3.3 BAHAN DAN ALAT YANG DIGUNAKAN	22
3.3.1 Alat yang digunakan	23
3.4 PROSEDUR PENELITIAN	24
3.4.1 Persiapan Alat dan Bahan	25
3.4.2 Test Oksidasi	25
3.4.3 Karakterisasi sampel	27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 HASIL PENGUJIAN OKSIDASI SIKLIK	28
4.2 ANALISIS X-RAY DIFFRACTION (XRD)	31
BAB V PENUTUP	34
5.1 KESIMPULAN	34
5.2 SARAN	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	40



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Planetary Ball Milling (PBM)	13
Gambar 2.2. Data penambahan berat per satuan luas permukaan sampel terhadap waktu	15
Gambar 2.3. X-Ray Diffraction	18
Gambar 2. 4. Difraksi Sinar-X	19
Gambar 2.5. Data hasil XRD	20
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 3.2. Timbangan Digital	23
Gambar 3.3. Alat XRD	23
Gambar 3.4. Furnace	24
Gambar 3.5. Crucible	24
Gambar 3.6. Proses penimbangan awal sampel	26
Gambar 3.7. Proses memasukan sampel	26
Gambar 4.1. Hasil Oksidasi Siklik 3 Variasi Suhu	30
Gambar 4.2. XRD Al-FeCr-SiC Setelah Sintering	31
Gambar 4.3. Grafik XRD	31
Gambar 4.4. Pembentukan Al_2O_3	32

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	5
Tabel 3.1. Pengujian Oksidasi	26
Tabel 4.1 Hasil oksidasi siklik sintering 600°C	28
Tabel 4.2. Hasil oksidasi siklik sintering 700°C	29
Tabel 4.3. Hasil oksidasi siklik sintering 800°C	29

