



ANALISIS HASIL PEMURNIAN SILIKA DARI *SLAG* FERONIKEL METODE PIRO-HIDROMETALURGI

NURUL FITRI RAHMAENI



PROGRAM STUDI ANALISIS KIMIA
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN PROYEK AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan proyek akhir dengan judul “Analisis Hasil Pemurnian Silika dari *Slag* Feronikel Metode Piro-Hidrometalurgi” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir laporan akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Nurul Fitri Rahmaeni
J0412221063



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

ABSTRAK

NURUL FITRI RAHMAENI. Analisis Hasil Pemurnian Silika dari *Slag* Feronikel Metode Piro-Hidrometalurgi. Dibimbing oleh FARIDA LAILA

Slag feronikel merupakan produk samping peleburan nikel laterit yang mengandung silika (SiO_2) dan berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber silika sekunder. Penelitian ini bertujuan menganalisis komposisi kimia, karakteristik fasa kristalin, dan efisiensi ekstraksi silika hasil pemurnian dari *slag* feronikel melalui metode piro-hidrometalurgi menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF) dan *X-Ray Diffraction* (XRD). Pemurnian dilakukan melalui proses *alkali fusion*, pelindian, dan presipitasi dengan variasi formulasi *slag*: Na_2CO_3 sebesar 80:20, 50:50, dan 30:70 (%b/b). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan SiO_2 meningkat dari 40,70 %b/b menjadi 73,57 %b/b, 75,57 %b/b, dan 78,37 %b/b, disertai penurunan MgO dan Fe_2O_3 hingga tidak terdeteksi. Efisiensi ekstraksi silika tertinggi diperoleh pada formulasi 80:20 sebesar 61,74%. Analisis XRD menunjukkan bahwa formulasi 30:70 dan 50:50 menghasilkan silika yang didominasi fase amorf, sedangkan formulasi 80:20 menghasilkan fasa amorf-kristalin. Formulasi 50:50 merupakan kondisi optimum berdasarkan kemurnian SiO_2 dan karakteristik fasa silika.

Kata kunci: *alkali fusion*, amorf, efisiensi ekstraksi, silika, *slag* feronikel

ABSTRACT

NURUL FITRI RAHMAENI. Analysis of Silica Purification from Ferronickel Slag Pyro-Hydrometallurgical Method. Supervised by FARIDA LAILA

Ferronickel slag is a by-product of laterite nickel smelting that contains silica (SiO_2) and has the potential to be used as a secondary source of silica. This study aims to analyze the chemical composition, crystalline phase characteristics, and efficiency of silica extraction from purified silica from ferronickel slag through pyro-hydrometallurgical methods using X-Ray Fluorescence (XRF) and X-Ray Diffraction (XRD). Purification is carried out through alkaline fusion, leaching, and precipitation processes with variations in *slag*: Na_2CO_3 formulations of 80:20, 50:50, and 30:70 (%b/b). The results showed that the SiO_2 content increased from 40.70 %b/b to 73.57 %b/b, 75.57 %b/b, and 78.37 %b/b, accompanied by a decrease in MgO and Fe_2O_3 until it was not detected. The highest silica extraction efficiency was obtained in the 80:20 formulation of 61.74%. XRD analysis showed that the 30:70 and 50:50 formulations produced silica that was predominantly amorphous, while the 80:20 formulation produced an amorphous-crystalline phase. The 50:50 formulation is the optimum condition based on the purity of SiO_2 and the characteristics of the silica phase.

Keywords: *alkali fusion*, amorphous, extraction efficiency, ferronickel slag, silica



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

ANALISIS HASIL PEMURNIAN SILIKA DARI *SLAG* FERONIKEL METODE PIRO-HIDROMETALURGI

NURUL FITRI RAHMAENI

Laporan Proyek Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Analisis Kimia

**ANALISIS KIMIA
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Penguji pada ujian Proyek Akhir: Dr. Romario Abdullah, S.Pd., M.Si.



IPB University
— Bogor Indonesia —

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Proyek : Analisis Hasil Pemurnian Silika dari *Slag* Feronikel Metode Piro-
Tugas Akhir Hidrometalurgi
Nama : Nurul Fitri Rahmaeni
NIM : J0412221063

Pembimbing 1:
Dr. Farida Laila, S.Si., M.Si.

Disetujui oleh



Ketua Program Studi:
Dr. Farida Laila, S.Si., M.Si.
NIP 197611032014092002

Diketahui oleh

Dekan Sekolah Vokasi:
Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T.
NIP 196607171992031003



Tanggal Ujian: 24 Juli 2026

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga Proyek Akhir ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Oktober 2025 sampai bulan Juni 2026 ini ialah Proyek Akhir dengan judul “Analisis Hasil Pemurnian Silika dari *Slag* Feronikel Metode Piro-Hidrometalurgi”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada dosen pembimbing, Dr. Farida Laila, S.Si., M.Si., dosen moderator kolokium, Dr. Novia Amalia Sholeha, S.Si., dosen moderator seminar hasil, Wina Yulianti, S.Si., M.Si., dosen penguji ujian Proyek Akhir, Dr. Romario Abdullah, S.Pd., M.Si., pembimbing lapangan dan mentor dari PT Vale Indonesia, Tbk yaitu Zainuddin Syahril, S.T, M.T, M.M, IPM, Asean Eng., Daniel Agung Primanto, S.Si., dan Muhammad Syahril Yusuf, S.Si yang telah memberi ide, membimbing dan banyak memberi saran selama proses penelitian dan penyusunan Proyek Akhir. Penghargaan penulis sampaikan kepada Muhammad Rusman, S.Si. dan Zainal Abidin, S.Si. yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian di PT Sucofindo Cabang Makassar, serta seluruh staf laboratorium mineral & batu bara yang telah membimbing dan membantu selama pengumpulan data. Ucapan terima kasih khusus penulis sampaikan kepada Dewi Primayanti Laela, S.Si, Sriwati, S.Si, serta Ikatan Alumni SAKMA/SMAM Makassar yang telah berkontribusi selama penelitian Proyek Akhir ini.

Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada orangtua saya serta saudara-saudari dan keluarga besar saya yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Tidak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada Detha Anugerah Ainiyyah, S.Ak., Nurul Hidayah, A.Md. Keb., S.Keb., Novy Pratama Andriani, S.Tr.T., Nur Fakhirah Mirsyah, S.Psi., Nurul Hamdyah, serta teman-teman seperjuangan Program Studi Analisis Kimia Angkatan 59 dan IKAMI Sulselbar atas dukungan moralitas dan spiritual dalam suka duka sehingga penulis berkesempatan untuk menyusun Proyek Akhir ini dalam keadaan sehat wal ‘afiat tanpa kekurangan apapun.

Semoga Proyek Akhir ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Nurul Fitri Rahmaeni



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR REAKSI	xiii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
1.6 Hipotesis	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Proses Produksi <i>Nickel Matte</i>	3
2.2 <i>Slag</i> Feronikel	4
2.3 Silika	5
2.4 Ekstraksi Silika Metode Piro-Hidrometalurgi	8
2.5 Karakterisasi Silika Hasil Piro-Hidrometalurgi	10
III METODE	13
3.1 Waktu dan Tempat	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.3 Prosedur Kerja	13
3.4 Analisis Data	17
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Karakterisasi Awal <i>Slag</i> Feronikel	18
4.2 Karakterisasi Produk Hasil Proses Pirometalurgi (<i>Roasting</i>)	23
4.3 Proses Hidrometalurgi	30
4.4 Silika Hasil Pemurnian	34
4.5 Efisiensi Ekstraksi Silika	40
V SIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Simpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	51
RIWAYAT HIDUP	57



DAFTAR TABEL

2.1	Sifat fisik SiO ₂ (PubChem 2026)	6
3.1	Kondisi pengukuran XRF	16
3.2	Kondisi pengukuran XRD	17
4.1	Karakterisasi komposisi kimia awal <i>slag</i> feronikel berbagai formulasi menggunakan XRF	19
4.2	Hasil pengamatan visual produk hasil <i>roasting</i>	23
4.3	Hasil analisis <i>Loss of Ignition</i> pada berbagai formulasi	24
4.4	Karakterisasi komposisi kimia hasil <i>roasting slag</i> feronikel berbagai formulasi menggunakan XRF	26
4.5	Hasil pengamatan visual produk hasil pelindian	31
4.6	Hasil pengamatan visual produk hasil pengendapan	33
4.7	Karakterisasi komposisi kimia hasil pemurnian silika dari <i>slag</i> feronikel berbagai formulasi menggunakan XRF	35
4.8	Hasil penentuan %efisiensi ekstraksi SiO ₂	41

DAFTAR GAMBAR

2.1	Alur proses pengolahan nikel (PTVI 2025)	3
2.2	Alur proses pengolahan nikel pada tanur listrik (PTVI 2025)	4
2.3	Struktur kimia SiO ₂	6
2.4	Diagram fasa SiO ₂ (Piccolo <i>et al.</i> 2021)	7
2.5	Prinsip kerja XRF (Bruker 2026)	11
2.6	Prinsip kerja XRD (Nasir <i>et al.</i> 2019)	12
3.1	Tahapan kerja	14
4.1	Hasil analisis struktur kristalin pada sampel <i>Slag</i> Awal, Formulasi 30:70, Formulasi 50:50, dan Formulasi 80:20	21
4.2	Hasil analisis struktur kristalin proses <i>roasting</i> pada sampel <i>Slag</i> Awal, Formulasi 30:70, Formulasi 50:50, dan Formulasi 80:20	29
4.3	Hasil analisis struktur kristalin menggunakan XRD pada sampel <i>Slag</i> Awal (a) dan Pasir Silika (b)	37
4.4	Hasil analisis struktur kristalin menggunakan XRD proses pemurnian SiO ₂ pada sampel <i>Slag</i> Awal, Formulasi 30:70, Formulasi 50:50, dan Formulasi 80:20	38

DAFTAR LAMPIRAN

1	Data hasil penentuan %LOI pada sampel <i>slag</i>	53
2	Data hasil proses pengendapan	54
3	Hasil pengeringan dan pemurnian SiO ₂ pada berbagai formulasi	55
4	Hasil penentuan %efisiensi ekstraksi SiO ₂	56



DAFTAR REAKSI

1	Reaksi dekomposisi mineral forsterit oleh Na_2CO_3	9
2	Reaksi pembentukan Na_2SiO_3 dari SiO_2 dan Na_2CO_3	9
3	Reaksi dekomposisi termal Na_2CO_3	9
4	Reaksi pembentukan Na_2SiO_3	9
5	Reaksi dekomposisi mineral fayalit oleh Na_2CO_3	9
6	Reaksi pelarutan Na_2SiO_3 dalam larutan NaOH	9
7	Reaksi pembentukan Na_2SiO_3 dari SiO_2 dan Na_2O kondisi basa	9
8	Reaksi pelarutan mineral forsterit pada proses pelindian	9
9	Reaksi pembentukan SiO_2 dari $\text{Si}(\text{OH})_4$ setelah penambahan HCl	10
10	Reaksi pengendapan SiO_2 dari Na_2SiO_3 menggunakan HCl	10
11	Reaksi disosiasi NaCl dalam air	10
12	Rumus hukum Bragg	11
13	Rumus perhitungan %LOI	15
14	Rumus perhitungan %efisiensi ekstraksi	16
15	Reaksi dekomposisi Na_2CO_3 pada kondisi termal	25



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.