

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	I
LEMBAR PENGESAHAN	II
LEMBAR PERNYATAAN	III
KATA PENGANTAR.....	IV
DAFTAR ISI.....	VI
DAFTAR GAMBAR.....	IX
DAFTAR TABEL	XII
DAFTAR LAMPIRAN	XIII
DAFTAR SINGKATAN	XIV
SARI	XV
ABSTRACT	XVI
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Rumusan Masalah.....	4
I.3. Maksud dan Tujuan	4
I.4. Manfaat Penelitian	5
I.5. Lokasi Penelitian	5
I.6. Batasan Masalah	7
I.7. Penelitian Terdahulu.....	9
I.8. Keaslian Penelitian	11
 BAB II GEOLOGI BATUBARA.....	 12
II.1. Geologi Batubara Daerah Tanjung Enim	12
II.2. Geologi Batubara Daerah Peranap	15
 BAB III DASAR TEORI	 19
III.1. Profil Laterit	19
III.2. Produk Pengolahan Nikel	22
III.2.1. Feronikel.....	23
III.2.2. <i>Nickel Pig Iron</i> (NPI)	23
III.3. Teknologi Pengolahan Bijih Nikel Laterit.....	24
III.3.1. Proses Pirometalurgi.....	24
III.3.2. Proses Hidrometalurgi	25
III.4. Proses Reduksi Selektif	26
III.5. Reduktan dalam Proses Reduksi Selektif.....	28
III.6. Proses Pemisahan Magnetik	31

III.7. Hipotesis	32
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	34
IV.1. Alat Penelitian	34
IV.2. Bahan Baku Penelitian.....	38
IV.2.1. Bijih Nikel Laterit	38
IV.2.2. Batubara.....	39
IV.2.3. Tandan Kosong Kelapa Sawit	40
IV.2.4. <i>Blending</i> Batubara dan TKKS	40
IV.3. Tahapan Penelitian	41
IV.3.1. Tahap Pendahuluan	42
IV.3.2. Tahap Pengumpulan Data dan Pekerjaan Laboratorium	43
IV.3.3. Tahap Analisis dan Pengolahan Data	45
IV.3.4. Kesimpulan.....	46
IV.3.5. Diagram Alir Penelitian.....	47
IV.4. Prosedur Pengujian dan Analisis Data.....	48
IV.4.1. Perhitungan Keseimbangan Massa Reduktan	48
IV.4.2. Pembuatan Pellet Komposit	49
IV.4.3. Perhitungan <i>Recovery</i> Logam	49
IV.4.4. Prosedur Pengujian.....	50
IV.4.5. Prosedur Karakterisasi Bahan Baku dan Produk.....	52
IV.4.5.1. Pengujian Komposisi Bahan Baku dan Produk.....	52
IV.4.5.2. Pengujian Identifikasi Fasa	52
IV.4.5.3. Pengujian Struktur Mikro Produk	53
IV.4.5.4. Pengujian Termodinamika Reduksi	53
BAB V PENYAJIAN DATA DAN PEMBAHASAN	54
V.1. Massa Reduktan dan Bijih Nikel Laterit	54
V.1.1. Sampel Kontrol.....	54
V.1.2. Sampel Eksperimen	55
V.2. Hasil Penelitian.....	56
V.2.1. Pembacaan Data XRF	56
V.2.2. Pembacaan Data XRD	61
V.2.3. Pembacaan Data TG-DSC	72
V.2.4. Pembacaan Data SEM-EDS	89
V.3. Pembahasan dan Diskusi	102
V.3.1. Kadar dan <i>Recovery</i> Logam.....	102
V.3.2. Fase dan Intensitas Mineral	108
V.3.3. Termodinamika Proses Reduksi	110
V.3.1. Struktur Mikro Sampel	114

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	117
VI.1. Kesimpulan.....	117
VI.2. Saran	119
 DAFTAR PUSTAKA	 120
 LAMPIRAN.....	 129

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta lokasi pengambilan sampel batubara di Tanjung Enim, Provinsi Sumatra Selatan	6
Gambar 1.2	Peta lokasi pengambilan sampel batubara di IUP Peranap, Provinsi Riau.....	7
Gambar 2.1	Peta Geologi daerah Tanjung Enim (GeoXP, 2019).....	14
Gambar 2.2	Peta Geologi daerah Peranap (DMT, 2022).....	17
Gambar 3.1	Distribusi sumber daya nikel sulfida dan nikel laterit (Elias, 2002)	20
Gambar 3.2	Skema profil laterit yang berkembang pada batuan ultramafik di daerah tropis (Elias, 2002).....	21
Gambar 3.3	Pengaruh penambahan batubara jenis <i>bituminous</i> dan <i>lignit</i> pada peningkatan kadar dan <i>recovery</i> nikel (Harjanto dan Rhamdani, 2019).....	30
Gambar 3.4	Pengaruh medan magnet terhadap <i>recovery</i> nikel pada bijih nikel laterit yang dikalsinasi (Kim et al., 2010 dalam Nurjaman, 2022)	31
Gambar 3.5	Pengaruh peningkatan kuat medan magnet terhadap kadar dan <i>recovery</i> besi dan nikel (Zhang et al., 2020 dalam Nurjaman, 2022)	32
Gambar 4.1	Timbangan analitik	34
Gambar 4.2	<i>Planetary Ball Mill</i>	34
Gambar 4.3	<i>Crucible</i> grafit.....	35
Gambar 4.4	<i>Muffle furnace</i>	35
Gambar 4.5	Magnet permanen	36
Gambar 4.6	XRF <i>portable</i> merek <i>Olympus Type Delta</i>	36
Gambar 4.7	XRD merek <i>Pan-Analytical Powder X-pert</i>	37
Gambar 4.8	SEM-EDX merek <i>Thermoscientific Quatro-S</i>	37
Gambar 4.9	<i>Simultaneous Thermal Analyzer</i> (STA 6000).....	38
Gambar 4.10	Diagram Alir Penelitian	47
Gambar 5.1	Pola XRD sampel limonit pasca reduksi dengan bahan reduktor batubara	61
Gambar 5.2	Pola XRD sampel limonit pasca reduksi dengan bahan reduktor TKKS	62
Gambar 5.3	Pola XRD sampel limonit pasca reduksi dengan bahan reduktor TKKS 400°C dan Batubara GAR 2800.....	63
Gambar 5.4	Pola XRD sampel limonit pasca reduksi dengan bahan reduktor TKKS 400°C dan Batubara GAR 3800.....	65

Gambar 5.5	Pola XRD sampel limonit pasca reduksi dengan bahan reduktor TKKS 400°C dan Batubara GAR 7000.....	66
Gambar 5.6	Pola XRD sampel limonit pasca reduksi dengan bahan reduktor TKKS 600°C dan Batubara GAR 2800.....	68
Gambar 5.7	Pola XRD sampel limonit pasca reduksi dengan bahan reduktor TKKS 600°C dan Batubara GAR 3800.....	69
Gambar 5.8	Pola XRD sampel limonit pasca reduksi dengan bahan reduktor TKKS 600°C dan Batubara GAR 7000.....	70
Gambar 5.9	Pengujian TG-DSC pada sampel kontrol antara limonit dengan (a) batubara GAR 2800, (b) batubara GAR 3800, (c) batubara GAR 7000	73
Gambar 5.10	Pengujian TG-DSC pada sampel kontrol antara limonit dengan (a) TKKS 400°C, (b) TKKS 600°C.....	75
Gambar 5.11	Pengujian TG-DSC pada sampel eksperimen antara limonit dengan TKKS 400°C dan batubara GAR 2800 (a) 75:25, (b) 50:50, (c) 25:75.....	77
Gambar 5.12	Pengujian TG-DSC pada sampel eksperimen antara limonit dengan TKKS 400°C dan batubara GAR 3800 (a) 75:25, (b) 50:50, (c) 25:75.....	79
Gambar 5.13	Pengujian TG-DSC pada sampel eksperimen antara limonit dengan TKKS 400°C dan batubara GAR 7000 (a) 75:25, (b) 50:50, (c) 25:75.....	81
Gambar 5.14	Pengujian TG-DSC pada sampel eksperimen antara limonit dengan TKKS 600°C dan batubara GAR 2800 (a) 75:25, (b) 50:50, (c) 25:75.....	83
Gambar 5.15	Pengujian TG-DSC pada sampel eksperimen antara limonit dengan TKKS 600°C dan batubara GAR 3800 (a) 75:25, (b) 50:50, (c) 25:75.....	85
Gambar 5.16	Pengujian TG-DSC pada sampel eksperimen antara limonit dengan TKKS 600°C dan batubara GAR 7000 (a) 75:25, (b) 50:50, (c) 25:75.....	87
Gambar 5.17	Hasil analisis SEM EDS sampel 1 dengan bahan reduktor batubara GAR 2800 dengan perbesaran (a) 200x, (b) 500x, (c) 1.000x, dan (d) 3.500x.....	89
Gambar 5.18	<i>Elemental Mapping</i> SEM-EDS pada sampel 1 dengan bahan reduktor batubara GAR 2800.....	91
Gambar 5.19	Hasil analisis SEM EDS sampel 3 dengan bahan reduktor batubara GAR 7000 dengan perbesaran (a) 200x, (b) 500x, (c) 1.000x, dan (d) 3.500x.....	92

Gambar 5.20	<i>Elemental Mapping</i> SEM-EDS pada sampel 3 dengan bahan reduktor batubara GAR 7000.....	93
Gambar 5.21	Hasil analisis SEM EDS sampel 5 dengan bahan reduktor TKKS 600°C dengan perbesaran (a) 200x, (b) 500x, (c) 1.000x, dan (d) 3.500x.....	94
Gambar 5.22	<i>Elemental Mapping</i> SEM-EDS pada sampel 5 dengan bahan reduktor TKKS 600°C	95
Gambar 5.23	Hasil analisis SEM EDS sampel 14 dengan bahan reduktor 25% TKKS 400°C dan 75% batubara GAR 7000 dengan perbesaran (a) 200x, (b) 500x, (c) 1.000x, dan (d) 3.500x ...	96
Gambar 5.24	<i>Elemental Mapping</i> SEM-EDS pada sampel 14 dengan bahan reduktor 25% TKKS 400°C dan 75% batubara GAR 7000	97
Gambar 5.25	Hasil analisis SEM EDS sampel 17 dengan bahan reduktor 25% TKKS 600°C dan 75% batubara GAR 2800 dengan perbesaran (a) 200x, (b) 500x, (c) 1.000x, dan (d) 3.500x ...	99
Gambar 5.26	<i>Elemental Mapping</i> SEM-EDS pada sampel 17 dengan bahan reduktor 25% TKKS 600°C dan 75% batubara GAR 2800	99
Gambar 5.27	Hasil analisis SEM EDS sampel 21 dengan bahan reduktor 75% TKKS 600°C dan 25% batubara GAR 7000 dengan perbesaran (a) 200x, (b) 500x, (c) 1.000x, dan (d) 3.500x ...	100
Gambar 5.28	<i>Elemental Mapping</i> SEM-EDS pada sampel 21 dengan bahan reduktor 75% TKKS 600°C dan 25% batubara GAR 7000	101
Gambar 5.29	Peningkatan kadar nikel (Ni) pada sampel kontrol (sampel nomor 1A-5B) dan sampel eksperimen (sampel nomor 6A-23B)	103
Gambar 5.30	Peningkatan kadar besi (Fe) pada sampel kontrol (sampel nomor 1A-5B) dan sampel eksperimen (sampel nomor 6A-23B)	107
Gambar 5.31	Pembacaan <i>Thermogravimetri Analysis</i> (TG) seluruh sampel	111
Gambar 5.32	Pembacaan <i>Differential Scanning Calorimetry</i> (DSC) seluruh sampel	112

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Penelitian terdahulu yang berhubungan dengan topik penelitian.....	9
Tabel 1.1	Penelitian terdahulu yang berhubungan dengan topik penelitian (lanjutan)	10
Tabel 1.2	Posisi penelitian terhadap penelitian terdahulu.....	11
Tabel 2.1	Karakteristik kimia batubara Tanjung Enim (PTBA, 2022)...	15
Tabel 2.2	Karakteristik kimia batubara Peranap (Sutarwan, 1995)	18
Tabel 4.1	Komposisi unsur kimia bijih nikel laterit jenis limonit (dalam %).	38
Tabel 4.2	Hasil analisis proksimat sampel batubara	39
Tabel 4.3	Hasil analisis ultimat sampel batubara.....	39
Tabel 4.4	Analisis proksimat arang TKKS (Hidayat et al., 2021)	40
Tabel 4.5	Skenario pencampuran (<i>blending</i>) antara batubara dan TKKS	41
Tabel 5.1	Perhitungan massa sampel kontrol.....	54
Tabel 5.2	Perhitungan massa sampel eksperimen.....	55
Tabel 5.3	Hasil proses reduksi dan pemisahan magnetik pada sampel kontrol	58
Tabel 5.4	Hasil proses reduksi dan pemisahan magnetik pada sampel eksperimen	59
Tabel 5.4	Hasil proses reduksi dan pemisahan magnetik pada sampel eksperimen (lanjutan).....	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	Sampel Pellet Komposit Sebelum dan Setelah Reduksi.....	124
------------	---	-----