



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI PENGARUH TEMPERATUR PADA PROSES REDUKSI
LANGSUNG BATU BESI**

SKRIPSI

**SARAH
0404040674**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN METALURGI DAN MATERIAL
DEPOK
DESEMBER 2008**



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI PENGARUH TEMPERATUR PADA PROSES REDUKSI
LANGSUNG BATU BESI**

SKRIPSI

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

**SARAH
0404040674**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN METALURGI DAN MATERIAL
DEPOK
DESEMBER 2008**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Sarah
NPM : 0404040674
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material
Judul Skripsi : Studi Pengaruh Temperatur pada Proses
Reduksi Langsung Batu Besi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Dr. Ir Johny Wahyudi Soedarsono,DEA
(.....)

Penguji 1 :

Penguji 2 :

Penguji 3 :

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 31 Desember 2008

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Metalurgi dan Material pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan baik moral maupun material; dan
- (2) Prof. Dr. Ir Johny Wahyudi Soedarsono, DEA selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (3) orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan baik moral maupun material; dan
- (4) Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu metalurgi dan material ke depan.

Depok, 20 Desember 2008

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sarah
NPM : 0404040674
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material
Departemen : Teknik Metalurgi dan Material
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Studi Pengaruh Temperatur pada Proses Reduksi Langsung Batu Besi
Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya,

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 20 Desember 2008
Yang menyatakan

(Sarah)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
1. PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	2
Ruang Lingkup Penelitian	3
2. DASAR TEORI	5
PRINSIP DASAR PROSES REDUKSI BESI OKSIDA	5
Termokimia Reaksi	5
Energi Bebas	8
Diagram Ellingham	10
Tahapan Reaksi Reduksi Besi Oksida	11
Diagram Boudouard	13
MEKANISME REDUKSI LANGSUNG	14
Pembentukan Gas Reduktor	14
Adsorpsi Gas Pada Besi Oksida	17
Proses Difusi pada Besi Oksida	20
Dasar Difusi	20
Mekanisme Reaksi	21
KINETIKA REAKSI REDUKSI	22
METODE KARAKTERISASI	24
X-Ray Diffraction (XRD)	24

X-Ray Flourecence (XRF)	27
3. METODOLOGI PENELITIAN	30
DIAGRAM ALIR PENELITIAN	30
PROSEDUR PENELITIAN	31
Persiapan Bahan Baku	31
Pengadukan (Mixing)	31
Kompaksi	31
Reduksi Langsung	32
Karakterisasi	32
4. DATA HASIL PENELITIAN	33
KARAKTERISASI BAHAN BAKU	33
DATA HASIL REDUKSI LANGSUNG	33
5. PEMBAHASAN	
PERBANDINGAN BATU BESI DAN KARBON 1:1	36
PERBANDINGAN BATU BESI DAN KARBON 1:3	39
PERBANDINGAN BATU BESI DAN KARBON 1:5	40
6. KESIMPULAN	42
DAFTAR REFERENSI	43
LAMPIRAN	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Produksi Besi Berdasarkan Unit Proses	1
Gambar 2.1	Diagram Ellingham	10
Gambar 2.2	Diagram Gaussner – Bouduard	13
Gambar 2.3	Gasifikasi Karbon	15
Gambar 2.4	Skema arah pergerakan gas CO dan reduksi	17
Gambar 2.5	Mekanisme Reduksi Langsung pada Pellet Berpori	22
Gambar 2.6	Mekanisme X-Ray Diffraction	25
Gambar 2.7	Geometri Pemantulan X-Ray	25
Gambar 2.8	Interaksi Antara Foton dengan Atom	26
Gambar 2.9	Contoh Hasil XRD	26
Gambar 2.10	Keluarnya Elektron yang Tereksitasi	27
Gambar 2.11	Pengisian Kekosongan Elektron	28
Gambar 2.12	Pelepasan Energi	28
Gambar 2.13	Contoh Hasil XRF	29
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 3.2	Briket silinder hasil kompaksi	31
Gambar 3.3	Nabertherm Furnace	32
Gambar 5.1	Grafik hasil reduksi langsung perbandingan karbon 1:1	36
Gambar 5.2	Diagram Gaussner – Bouduard	38
Gambar 5.3	Grafik hasil reduksi langsung perbandingan karbon 1:3	39
Gambar 5.4	Grafik hasil reduksi langsung perbandingan karbon 1:5	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Energi Panas dan Energi Bebas Pembentukan	6
Tabel 2.2	Standar Energi Panas dan Energi Bebas Pembentukan CO ₂	6
Tabel 2.3	Standar Energi Panas dan Energi Bebas Pembentukan FeO	7
Tabel 2.4	Standar Energi Panas dan Energi Bebas Pembentukan Fe ₃ O ₄	7
Tabel 2.5	Standar Energi Panas dan Energi Bebas Pembentukan Fe ₂ O ₃	8
Tabel 4.1	Unsur/Senyawa pada Sampel Batu Besi	33
Tabel 4.2	Data Hasil Reduksi Langsung Batu Besi pada Temperatur 600 °C	33
Tabel 4.3	Data Hasil Reduksi Langsung Batu Besi pada Temperatur 800 °C	34
Tabel 4.4	Data Hasil Reduksi Langsung Batu Besi pada Temperatur 1000 °C	35