

**EVALUASI TEKNIS PENGOLAHAN MINERAL IKUTAN
TIMAH DI BIDANG PENGOLAHAN MINERAL (BPM)
UNIT METALURGI MUNTOK PT TIMAH TBK**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Guna Meraih Gelar Sarjana S-1



Oleh:

**M. RIDHO VIRGIWAN
NIM. 1031311029**

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

EVALUASI TEKNIS PENGOLAHAN MINERAL IKUTAN TIMAH
DI BIDANG PENGOLAHAN MINERAL (BPM)
UNIT METALURGI PT TIMAH Tbk

Dipersiapkan dan disusun oleh:

M. RIDHO VIRGIWAN
NIM. 1031311029

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
Pada Tanggal: 16 Januari 2019

Pembimbing Utama,



Janiar Pitulima, S.T., M.T
NP. 307512045

Pembimbing Pendamping,



Alfitri Rosita, S.T., M.Eng
NP. 309015055

Penguji,



Mardiah, S.T., M.T
NIP. 198108052014042003

Penguji,



Guskarnali, S.T., M.T
NP. 308815047

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

EVALUASI TEKNIS PENGOLAHAN MINERAL IKUTAN TIMAH
DI BIDANG PENGOLAHAN MINERAL (BPM)
UNIT METALURGI PT TIMAH Tbk

Dipersiapkan dan disusun oleh:

M. RIDHO VIRGIAWAN
NIM. 1031311029

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
Pada Tanggal: 16 Januari 2019

Pembimbing Utama,



Janiar Pitulima, S.T., M.T
NP. 307512045

Pembimbing Pendamping,



Alfitri Rosita, S.T., M.Eng
NP. 309015055

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan



Janiar Pitulima, S.T., M.T
NP. 307512045

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M Ridho Virgiawan
NIM : 1031311029
Judul : Evaluasi Teknis Pengolahan Mineral Ikutan Timah Di Bidang Pengolahan Mineral (BPM) Unit Metalurgi PT Timah Tbk

Menyatakan dengan ini, bahwa skripsi/tugas akhir saya merupakan hasil karya ilmiah saya sendiri yang didampingi tim pembimbing dan bukan hasil dari penjiplakan/plagiat. Apabila nantinya ditemukan adanya unsur penjiplakan di dalam karya skripsi saya ini, maka saya bersedia untuk menerima sanksi akademik dari Universitas Bangka Belitung sesuai dengan ketentuan dan peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat, sadar tanpa ada tekanan dan paksaan dari siapapun.

Balunijuk, 16 Januari 2019



M. Ridho Virgiawan
NIM. 1031311029

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : M Ridho Virgiawan
NIM : 1031311029
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

Demi mengembangkan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bangka Belitung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalti-Free Right)** atas tugas akhir saya yang berjudul :
Evaluasi Teknis Pengolahan Mineral Ikutan Timah Di Bidang Pengolahan Mineral (BPM) Unit Metalurgi PT Timah Tbk
Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bangka Belitung berhak menyimpan, mengalih, media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan saya ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Balunjuk
Pada tanggal : 16 Januari 2019
Yang menyatakan,



(M Ridho Virgiawan)

INTISARI

Sejak tahun 2017 PT Timah Tbk telah melakukan pengolahan bijih Sisa Hasil Pengolahan (SHP) dengan kadar timah rendah yaitu $\pm 10 - 30$ %wt. Guna meningkatkan kadar timah dan produk mineral ikutannya menjadi high grade (>70% wt) perlu dilakukan optimasi proses pengolahan berdasarkan karakteristik fisik mineral. Sampling dilakukan pada umpan (lima fraksi) dan produk hasil pengolahan yang mewakili pengaturan berbeda nilai parameter alat dengan replikasi minimal satu kali. Pengamatan respon dilakukan pada produk magnetik alat Induced Roll Magnetik Separator (IRMS) dengan parameter laju pengumpanan (250, 320, 380, 420 dan 470 gr/10s), bukaan splitter (10, 15 dan 20 mm dari rol magnet) dan kuat arus listrik diatur pada (2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 ampere). Adapun pada High Tension Roll Separator (HTRS) pengamatan dilakukan pada produk konduktor dengan parameter laju pengumpanan (250, 630 dan 2100 gr/10s), bukaan splitter (13, 16 dan 19 cm dari rol) dan kuat arus listrik diatur (1, 2 dan 3 miliampere). Produk konsentrat Air Table dengan parameter pengujian yaitu kemiringan meja ($5,35^\circ$, $6,42^\circ$ dan $7,47^\circ$) dan tutupan gate diafragma (0, 2,5 dan 5 cm). Sedangkan untuk fraksi ayakan Round Screen dengan parameter pengujian yaitu laju pengumpanan (261, 1197 dan 3178 gr/10s). Data sampel dan parameter kemudian dianalisa dan dioptimasi dengan metode statistik regresi dan respon permukaan. Hasil optimasi IRMS menunjukkan kondisi parameter terbaik berada pada daerah 1-4 ampere kuat arus listrik dan 10-11 mm bukaan *splitter*. Kondisi optimasi HTRS berada pada daerah <1,5 miliampere untuk kuat arus listrik dan 14 cm untuk bukaan *splitter*. Kondisi optimasi Air Table berada pada $7,0^\circ$ untuk kemiringan meja dan 0 cm untuk tutupan gate diafragma. Sedangkan untuk Round Screen kondisi parameter laju pengumpanan terbaik yaitu 3178 gr/10s. Hasil pemodelan dan simulasi proses pengolahan IRMS menunjukkan adanya peningkatan kadar ilmenite sebesar 20 %wt, *recovery* 20% dan efisiensi pengolahan >20%. Sedangkan pada proses pengolahan HTRS menunjukkan adanya penurunan kadar kasiterit sebesar 4 %wt, namun terjadi peningkatan *recovery* sebesar 6% dan efisiensi pengolahan >6%.

Kata kunci: Pengolahan bijih timah, Metode Respon Permukaan, optimisasi.

ABSTRACT

Since 2017 PT Timah Tbk has been processing tailings ore (SHP) with low tin content of $\pm 10\text{-}30\%$ wt. In order to increase tin gain and associated mineral products to high grade ($> 70\%$ wt) it is necessary to optimize the processing process based on the physical characteristics of minerals. Sampling was carried out on feeds (five fractions) and processed products which represented different settings for tool parameter values with at least one replication. Observation of the response was carried out on Induced Roll Magnetic Separator (IRMS) magnetic products with feed rate parameters (250, 320, 380, 420 and 470 gr/10s), splitter openings (10, 15 and 20 mm of magnetic rollers) and electric current strength set at (2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 amperes). The High Tension Roll Separator (HTRS) observations were made on conductor products with feed rate parameters (250, 630 and 2100 gr/10s), splitter openings (13, 16 and 19 cm of rollers) and strong electric current (1, 2 and 3 milliamperes). Air Table concentrate products with test parameters are table slope (5.35° , 6.42° and 7.47°) and gate diaphragm closing (0, 2.5 and 5 cm). Whereas for the Round Screen sieve fraction with the parameter of feed rate (261, 1197 and 3178 gr/10s). Sample data and parameters were then analyzed and optimized by statistical regression and response surface methods. The results of IRMS optimization show that the best parameter conditions are in the area of 1-4 amperes of electric current and 10-11 mm splitter openings. The HTRS optimization conditions are in the area of <1.5 miliampere for electric current strength and 14 cm for splitter openings. The Air Table optimization condition is at 7.0° for the slope of the table and 0 cm for the gate closure of the diaphragm. Whereas for Round Screen the condition of the best feed rate parameter is 3178 gr / 10s. The results of modeling and simulation of the IRMS processing showed an increase in ilmenite levels of 20% wt, recovery of 20% and processing efficiency $> 20\%$. While the results of modeling and simulation of HTRS processing showed a decrease in cassiterite content of 4% wt, but there was an increase in recovery by 6% and processing efficiency $> 6\%$.

Keyword: tin ore processing, response surface methodology, optimizing.

KATA PENGANTAR



Segala puji dan syukur alhamdulillah penulis panjatkan kepada kehadiran Allah SWT, karena atas segala rahmat serta pertolongan-Nya penulis pada akhirnya dapat menyelesaikan Tugas Akhir Skripsi di PT Timah Tbk. Pada kesempatan ini peneliti ingin menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya atas bimbingan, bantuan, dukungan dan dorongan semangat yang telah diberikan hingga terselesaikannya Skripsi ini yang dilaksanakan pada tanggal 01 Juli – 01 Oktober 2018 dengan judul “Evaluasi Teknis Pengolahan Mineral Ikutan Timah di Unit Metalurgi PT Timah Tbk”.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu prasyarat untuk memenuhi persyaratan akademis dalam rangka meraih gelar sarjana di Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Bangka Belitung. Dalam menyelesaikan skripsi ini tentunya tidaklah luput dari kesalahan sedikitpun, penulis juga telah banyak dibantu oleh berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua Orangtuaku yang telah membesarkan dan mendidikku tanpa mengenal lelah serta selalu memberikan doa dan semangat disetiap langkah kakiku.
2. Ibu Janiar Pitulima, S.T., M.T selaku Pembimbing Utama dan Pembimbing Akademik sekaligus Ketua Jurusan Teknik Pertambangan.
3. Ibuk Alfitri Rosita, S.T., M.T Selaku pembimbing pendamping.
4. Semua dosen dan staf Teknik Pertambangan: Pak Franto, Ibuk Mardiah, Pak Irvani, Pak Guskarnali, Ibuk Dea, Ibuk Rizma, Ayuk Monika.

5. Seluruh keluarga besar di Desa Mislak, Kampung Baru, Pebuar, Kota Batam, Muntok yang selalu mendukung pendidikanku selama kuliah di UBB.
6. Teman-temanku, M Arief Adhillah, Bang Ali Siregar, Eldy Saputra Wijaya, Jefry Reynold Silalahi, Eko Prayitno, Tenisya Putry, Rahmawati Pratiwi, Siti Rahmawati yang terus memberikan dukungan baik moril maupun materil selama tugas akhir ini.
7. Pihak PT Timah Tbk terutama Unit Metalurgi tempat dimana peneliti melakukan tugas akhir terutama Bapak Suprianto dan Bapak Firdaus Pratama selaku pembimbing lapangan yang dengan tulus memberikan ilmu lapangannya tak lupa juga kepada seluruh karyawan Bidang Pengolahan Mineral.
8. Adik-adik dari teknik metalurgi ITB dan teknik pertambangan UNISBA yang telah banyak membantu saat di lapangan.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan kontribusi dan manfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pengolahan mineral dan semua pihak yang membutuhkannya khususnya mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Bangka Belitung. Penulis menyadari dalam penulisan laporan ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran agar ke depannya dapat menjadi lebih baik lagi.

Balunujuk, 16 Januari 2019

Penulis,

M Ridho Virgiawan

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
INTISARI	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.1.1 Studi Terdahulu	7
2.1.2 Sejarah Penemuan Logam Timah	9
2.1.3 Geologi dan Statigrafi Pulau Bangka	11
2.1.4 Geologi Mineral Ikutan Timah	13
2.1.4.1 Metalogenesa Bijih Timah	13
2.1.4.2 Batuan Pembawa Bijih Timah	15
2.1.4.2 Tipe Endapan/Cebakan (Deposit) Bijih Timah	18
2.1.5 Mineral Letakan Berat (<i>Heavy Mineral of Placer Deposit</i>)	21
2.1.5.1 Klasifikasi Mineral Letakan Berat	21
2.1.5.2 Genesa dan Morfologi Endapan Aluvial	22
2.2 Landasan Teori	25
2.2.1 Mineralogi	25
2.2.1.1 Pengertian Mineralogi	25
2.2.1.2 Klasifikasi Mineral	26
2.2.1.3 Mineralogi Bijih Timah dan Mineral Ikutannya	27
2.2.2 Teori Kemagnetan Pada Mineral	29
2.2.3 Teori Kelistrikan Pada Mineral	32
2.2.4 Pengolahan Bahan Galian	35
2.2.4.1 Sejarah Singkat Pengolahan Bahan Galian	40

2.2.5	Konsentrasi Gravimetri	44
2.2.5.1	Meja Angin	46
2.2.6	Pengayakan.....	48
2.2.6.1	Round Screen	49
2.2.7	<i>Magnetic Separation</i>	50
2.2.7.1	Induced Roll Magnetic Separation.....	52
2.2.8	High Tension Roll Separator.....	57
2.2.9	Statistika Penelitian	63
2.2.9.1	Populasi dan Sampel	63
2.2.9.2	Analisis Regresi dan Variansi	65
2.2.10	Optimalisasi Proses Pengolahan	67
2.2.10.1	Response Surface Methodology.....	67
2.2.11	Chi Square dan Uji Keselarasan Fungsi.....	74
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		76
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian	76
3.2	Bahan dan Alat Penelitian.....	77
3.3	Langkah Penelitian.....	81
3.3.1	Preparasi Alat dan Bahan	81
3.3.2	Sampling Umpan (<i>feed</i>).....	82
3.3.3	Penentuan Parameter Bahan	82
3.3.4	Sampling Produk	82
3.3.5	Penentuan Parameter Alat Pengolahan.....	83
3.3.6	Preparasi Sampel (Umpan dan Produk)	87
3.3.7	Analisis Produk Mineral.....	87
3.3.8	Pengolahan Data Hasil Percobaan.....	89
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		97
4.1	Evaluasi Teknis Proses Pengolahan	97
4.1.1	Induced Roll Magnetic Separator	97
4.1.1.1	Komposisi Mineral Umpan/ <i>Feed</i>	97
4.1.1.2	Komposisi Mineral Produk Magnetik	98
4.1.1.3	Analisis Varian dan Regresi Produk Magnet	100
4.1.1.4	Analisis Korelasi	103
4.1.1.5	Komposisi Mineral Produk Nonmagnet.....	105
4.1.1.6	Komposisi Mineral Produk Middling.....	107
4.1.2	High Tension Roll Separator	108
4.1.2.1	Komposisi Mineral Umpan/ <i>Feed</i>	109
4.1.2.2	Komposisi Mineral Produk Konduktor	109
4.1.2.3	Analisis Varian dan Regresi Produk Konduktor	111
4.1.2.4	Analisis Korelasi	113
4.1.2.5	Komposisi Mineral Produk Nonkonduktor	115
4.1.2.6	Komposisi Mineral Produk Middling.....	116

4.1.3 Air Table	116
4.1.3.1 Komposisi Mineral Umpan/ <i>Feed</i>	117
4.1.3.2 Komposisi Produk Konsentrat.....	117
4.1.3.3 Analisis Varian dan Regresi Produk Konsentrat.....	118
4.1.3.4 Analisis Korelasi	120
4.1.3.5 Komposisi Produk Tailing.....	121
4.1.3.6. Komposisi Mineral dan Analisis Varian Produk Midd- ling Air Table	122
4.1.4 Round Screen	123
4.1.4.1 Komposisi Mineral Umpan/ <i>Feed</i>	124
4.1.4.2 Komposisi Mineral Produk Ayakan	124
4.2 Optimasi Proses Pengolahan	126
4.2.1 Induced Roll Magnetic Separator	126
4.2.1.1 Desain Faktorial Dua Variabel dan Analisis Orde Per- tama	126
4.2.1.2 Desain Pusat Komposit dan Analisis Orde Kedua	128
4.2.1.3 Pengujian Asumsi Residual.....	130
4.2.1.4 Karakteristik Permukaan Respon	131
4.2.2 High Tension Roll Separator	133
4.2.2.1 Desain Faktorial Dua Variabel dan Analisis Orde Pert- ama	133
4.2.2.2 Desain Pusat Komposit dan Analisis Orde Kedua	134
4.2.2.3 Pengujian Asumsi Residual.....	137
4.2.2.4 Karakteristik Permukaan Respon	138
4.2.3 Air Table	139
4.2.3.1 Desain Faktorial Dua Variabel dan Analisis Orde Pert- ama	139
4.2.3.2 Desain Pusat Komposit dan Analisis Orde Kedua	141
4.2.3.3 Pengujian Asumsi Residual.....	143
4.2.3.4 Karakteristik Permukaan Respon	144
4.3 Pemodelan Proses Pengolahan	145
4.4 Simulasi Proses Pengolahan.....	149
4.4.1 Simulasi IRMS	149
4.4.2 Simulasi HTRS.....	150
BAB V PENUTUP	153
5.1 Kesimpulan	153
5.2 Saran	155
DAFTAR PUSTAKA	157

DAFTAR LAMPIRAN

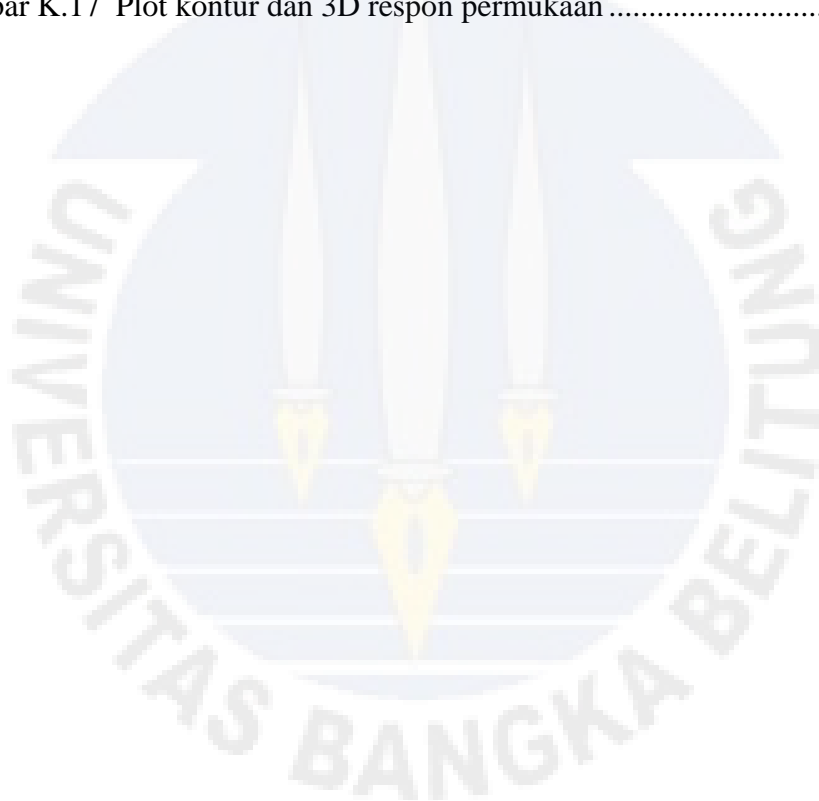
	Halaman
Lampiran A. Struktur Organisasi Unit Metalurgi	161
Lampiran B. Peta Lokasi Penelitian	162
B.1 Peta Administrasi Lokasi Penelitian.....	162
B.2 Peta Citra Satelit Lokasi Penelitian	163
Lampiran C. Foto Kegiatan Penelitian	164
C.1 Pengambilan Sampel Umpan	164
C.2 Pengaturan Parameter Alat Pengolahan	165
C.3 Pengambilan Sampel Produk.....	166
C.4 Preparasi Sampel	166
C.5 <i>Grain Counting Analysis</i>	167
Lampiran D. Foto Mineral di BPM dan Deskripsi Sifat Fisik	169
D.1 Mineral Kasiterite.....	169
D.2 Mineral Monasit	169
D.3 Mineral Ilmenite	170
D.4 Mineral Zirkon	171
D.5 Mineral Turmaline.....	171
D.6 Mineral Pirit	172
D.7 Mineral Kuarsa	173
Lampiran E. Data Sampel IRMS.....	173
E.1 Pengkodean Sampel	174
E.2 Analisa <i>grain counting analysis</i> Umpan dan Produk...	179
E.3 Perhitungan <i>Recovery</i> dan Efisiensi Pengolahan	191
Lampiran F. Data Sampel HTRS	196
F.1 Pengkodean Sampel	196
F.2 Analisa <i>grain counting analysis</i> Umpan dan Produk...	198
F.3 Perhitungan <i>Recovery</i> dan Efisiensi Pengolahan	202
Lampiran G. Data Sampel Air Table	205
G.1 Pengkodean Sampel	205
G.2 Analisa <i>grain counting analysis</i> Umpan dan Produk...	205
G.3 Perhitungan <i>Recovery</i> dan Efisiensi Pengolahan	210
Lampiran H. Data Sampel Round Screen	212
H.1 Parameter Round Screen	212
H.2 Analisa <i>grain counting analysis</i> Umpan dan Produk...	212
Lampiran I. Modeling dan Simulasi Proses Pengolahan.....	215
I.1 Model Proses Pengolahan	215
I.2 Simulasi Proses Pengolahan.....	216
I.2.1 IRMS	216
I.2.2 HTRS	218
Lampiran K. Tutorial Metode Analisis Regresi dan Response Surface	221
K.1 Tutorial Pengujian Statistik dengan Software Minitab	221
K.2 Tutorial Optimasi dengan Metode Respon Permukaan	224

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 2.1	Peta geologi lembar Bangka & Belitung	12
Gambar 2.2	Model endapan timah primer di Baratdaya Inggris	14
Gambar 2.3	Sebaran mineralisasi logam utama di wilayah Sumatera	16
Gambar 2.4	Perbedaan genesa granitoid tipe S dan tipe I.....	18
Gambar 2.5	Proses pembentukan endapan aluvial	23
Gambar 2.6	Kurva perbandingan nilai <i>recovery</i> dan kadar konsentrat ...	38
Gambar 2.7	Orang-orang mesir kuno sedang melakukan pencucian bijih emas.....	41
Gambar 2.8	Penggunaan kain halus guna menangkap partikel emas di aliran sungai.....	41
Gambar 2.9	Proses penambangan dan pencucian bijih timah	43
Gambar 2.10	Kriteria konsentrasi pada ukuran berbagai jenis mineral	45
Gambar 2.11	Ukuran butir efektif mineral pada proses konsentrasi gravimetri.....	46
Gambar 2.12	Rentang ukuran efektif mineral terhadap teknik pengolahan	50
Gambar 2.13	Skema pengolahan dengan alat IRMS.....	53
Gambar 2.14	Gaya pada <i>Magnetic Separator</i>	54
Gambar 2.15	Pengolahan mineral dengan High Tension Separator	58
Gambar 2.16	Bagian-bagian alat HTRS	60
Gambar 2.17	Desain full faktorial 2 level	69
Gambar 2.18	Desain komposit terpusat yang rotatable.....	73
Gambar 3.1	Lokasi penelitian	76
Gambar 3.2	Alur Pengolahan Data.....	95
Gambar 3.3	Diagram Alir Kegiatan Penelitian	96
Gambar 4.1	Grafik mineral hasil produk magnet dengan umpan - IRMS-A	99
Gambar 4.2	Grafik mineral hasil produk magnet dengan umpan- IRMS-B	99
Gambar 4.3	Grafik produk nonmagnet pada umpan IRMS-A	106
Gambar 4.4	Grafik produk nonmagnet pada umpan IRMS-B	106
Gambar 4.5	Grafik produk middling pada umpan IRMS-A	107
Gambar 4.6	Grafik produk middling pada umpan IRMS-B.....	108
Gambar 4.7	Grafik kadar mineral pada produk konduktor HTRS	110
Gambar 4.8	Grafik kualitas kadar, <i>recovery</i> dan efisiensi pengolahan-mineral kasiterit pada produk konduktor.....	111
Gambar 4.9	Grafik mineral pada produk nonkonduktor	115
Gambar 4.10	Grafik produk mineral pada middling HTRS	116
Gambar 4.11	Grafik produk mineral pada konsentrat Air Table	118
Gambar 4.12	Grafik respon mineral pada produk tailing Air Table	121
Gambar 4.13	Grafik respon mineral-mineral pada produk middling Air-Table	122

Gambar 4.14	Kadar kasiterit terhadap fraksi yang berbeda terhadap laju-pengumpanan.....	125
Gambar 4.15	Plot nilai residual model regresi orde dua IRMS	131
Gambar 4.16	Kontur respon kadar produk mineral ilmenite.....	132
Gambar 4.17	Plot 3D respon kadar produk magnetik ilmenite	132
Gambar 4.18	Plot nilai residual model regresi orde dua HTRS	137
Gambar 4.19	Kontur respon efisiensi pengolahan kasiterit	138
Gambar 4.20	Plot 3D respon efisiensi pengolahan kasiterit	139
Gambar 4.21	Plot nilai residual regresi orde dua Air Table.....	144
Gambar 4.22	Kontur respon kadar produk kasiterit	145
Gambar 4.23	Plot 3D respon kadar produk kasiterit	145
Gambar 4.24	Model proses pengolahan berdasarkan hasil optimasi	148
Gambar 4.25	Grafik perbandingan hasil analisa simulasi proses IRMS ...	150
Gambar 4.26	Grafik perbandingan hasil analisa simulasi proses HTRS ..	151
Gambar 4.27	Simulasi proses pengolahan	152
Gambar A.1	Struktur Organisasi Unit Metalurgi PT Timah Tbk	161
Gambar B.1	Peta Administrasi Lokasi Penelitian.....	162
Gambar B.2	Peta citra satelit lokasi penelitian	163
Gambar C.1	Umpan bijih timah.....	164
Gambar C.2	Pengambilan sampel umpan dan laju pengumpanan.....	164
Gambar C.3	Pengaturan kuat arus listrik alat pengolahan	165
Gambar C.4	Pengaturan Splitter alat pengolahan	165
Gambar C.5	Pengambilan sampel produk.....	166
Gambar C.6	Penimbangan Sampel	166
Gambar C.7	Pengayakan sampel umpan.....	167
Gambar C.8	Mineral counter untuk menghitung jumlah butiran mineral	167
Gambar C.9	Analisis <i>grain counting analysis</i> (GCA)	168
Gambar D.1	Mineral Kasiterit.....	169
Gambar D.2	Mineral Monasite.....	169
Gambar D.3	Mineral Ilmenite	170
Gambar D.4	Mineral Zirkon.....	171
Gambar D.5	Mineral Turmaline.....	171
Gambar D.6	Mineral Pirit.....	172
Gambar D.7	Mineral Kuarsa	173
Gambar H.1	Model proses pengolahan mineral kadar rendah	215
Gambar K.1	Tampilan awal Minitab.....	221
Gambar K.2	Input nilai-nilai variabel pengujian	222
Gambar K.3	Memulai pengujian regresi dan variansi.....	222
Gambar K.4	Pembangkitan data parameter pengujian.....	222
Gambar K.5	Pengaturan taraf kepercayaan untuk hasil regresi	223
Gambar K.6	Hasil analisis regresi dan variansi	224
Gambar K.7	Memulai optimasi respon permukaan	224
Gambar K.8	Pengaturan jumlah parameter yang akan diuji	225

Gambar K.9	Pemilihan desain yang akan digunakan serta jumlah titik-pusat.....	225
Gambar K.10	Pengaturan nilai parameter yang akan digunakan dalam-Desain	226
Gambar K.11	Hasil desain komposit terpusat yang terbentuk	226
Gambar K.12	Input nilai respon pada desain komposit terpusat.....	227
Gambar K.13	Memulai analisa desain pusat komposit	227
Gambar K.14	Input nilai %wt ilmenite sebagai respons	228
Gambar K.15	Hasil analisis regresi dan variansi orde dua	228
Gambar K.16	Memulai pembuatan plot kontur & 3D respon permukaan .	229
Gambar K.17	Plot kontur dan 3D respon permukaan	229



DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 2.1	Klasifikasi Mineral	26
Tabel 2.2	Karakteristik mineral kasiterit	28
Tabel 2.3	Karakteristik mineral ilmenite	28
Tabel 2.4	Karakteristik Mineral Monasit.....	29
Tabel 2.5	Karakteristik Mineral Zirkon	29
Tabel 2.6	Sifat utama dari mineral yang digunakan dalam proses pengolahan mineral dan tipe analisisnya	36
Tabel 2.7	Anova satu arah	66
Tabel 2.8	Uji F untuk Anova satu arah	66
Tabel 3.1	Waktu kegiatan penelitian	77
Tabel 3.2	Peralatan Penelitian.....	78
Tabel 3.3	Kode sampel produk magnet IRMS-A	83
Tabel 3.4	Kode sampel produk magnet IRMS-B.....	84
Tabel 3.5	Kode Sampel Produk HTRS	85
Tabel 3.6	Kode Sampel Produk Air Table.....	86
Tabel 4.1	Komposisi mineral pada umpan	98
Tabel 4.2	Analisis varian tiga parameter terikat IRMS-A	100
Tabel 4.3	Analisis varian dua parameter terikat IRMS-A	101
Tabel 4.4	Analisis varian produk magnet IRMS-B	102
Tabel 4.5	Analisa pengaruh parameter bebas terhadap kadar ilmenite-IRMS-A	103
Tabel 4.6	Analisa pengaruh parameter bebas terhadap kadar ilmenite-IRMS-B.....	103
Tabel 4.7	Analisis korelasi metode Momen Pearson pada umpan-IRMS-A	104
Tabel 4.8	Analisis korelasi metode Momen Pearson pada umpan-IRMS-B.....	105
Tabel 4.9	Komposisi mineral pada umpan HTRS	109
Tabel 4.10	Hasil analisis varian produk konduktor dengan tiga parameter bebas	111
Tabel 4.11	Hasil analisis varian produk konduktor dengan dua parameter bebas	112
Tabel 4.12	Nilai korelasi tiap parameter HTRS terhadap efisiensi pengolahan.....	113
Tabel 4.13	Analisis korelasi produk konduktor dengan metode Momen Pearson.....	114
Tabel 4.14	Komposisi mineral pada umpan Air Table	117
Tabel 4.15	Analisis variansi dan regresi produk konsentrat	119
Tabel 4.16	Nilai korelasi parameter Air Table terhadap respon kadar -kasiterite.....	120
Tabel 4.17	Analisis korelasi dengan metode Momen Pearson produk-	

	konsentrat.....	120
Tabel 4.18	Analisis variansi produk middling.....	123
Tabel 4.19	Komposisi mineral pada umpan	124
Tabel 4.20	Desain faktorial produk IRMS-A	126
Tabel 4.21	Analisis varian desain full faktorial	127
Tabel 4.22	Desain pusat komposit produk magnet mineral ilmenite.....	128
Tabel 4.23	Analisis varian dan regresi orde dua.....	129
Tabel 4.24	Desain full faktorial dua taraf produk konduktor HTRS	133
Tabel 4.25	Hasil analisis varian desain full factorial konduktor HTRS....	134
Tabel 4.26	Desain pusat komposit untuk produk konduktor HTRS.....	134
Tabel 4.27	Analisis variansi dan model regresi orde dua	135
Tabel 4.28	Desain full faktorial Air Table.....	140
Tabel 4.29	Hasil analisis varian desain faktorial Air Table.....	140
Tabel 4.30	Desain pusat komposit untuk optimasi produk konsentrat- Air Table	141
Tabel 4.31	Analisis variansi desain pusat komposit	142
Tabel D.1	Sifat fisik mineral kasiterit.....	169
Tabel D.2	Sifat fisik mineral monasite	169
Tabel D.3	Sifat fisik mineral ilmenite	170
Tabel D.4	Sifat fisik mineral zirkon	171
Tabel D.5	Sifat fisik mineral tumaline.....	172
Tabel D.6	Sifat fisik mineral pirit.....	172
Tabel D.7	Sifat fisik mineral kuarsa	173
Tabel E.1	Kode sampel produk magnet IRMS-A	174
Tabel E.2	Kode sampel produk magnet IRMS-B.....	175
Tabel E.3	Kode sampel produk middling IRMS-A.....	175
Tabel E.4	Kode sampel produk middling IRMS-B.....	176
Tabel E.5	Kode sampel produk nonmagnet IRMS-A	177
Tabel E.6	Kode sampel produk nonmagnet IRMS-A	177
Tabel E.7	Tabel konversi Kode sampel dan nilai parameter yang digu- nakan.....	178
Tabel E.8	Analisa GCA sampel umpan IRMS-A.....	179
Tabel E.9	Analisa GCA sampel umpan IRMS-B.....	180
Tabel E.10	Analisa GCA produk magnet IRMS-A.....	181
Tabel E.11	Analisa GCA produk magnet IRMS-B.....	183
Tabel E.12	Analisa GCA produk middling IRMS-A	184
Tabel E.13	Analisa GCA produk middling IRMS-B	186
Tabel E.14	Analisa GCA produk nonmagnet IRMS-A.....	187
Tabel E.15	Analisa GCA produk nonmagnet IRMS-B.....	189
Tabel E.16	<i>Product rate</i> IRMS-A	190
Tabel E.17	<i>Product rate</i> IRMS-B	191
Tabel E.18	Hasil perhitungan <i>recovery</i> dan efisiensi pengolahan	193
Tabel F.1	Kode Sampel Produk Konduktor	196
Tabel F.2	Kode Sampel Produk Middling	197
Tabel F.3	Kode Sampel Produk Nonkonduktor	197
Tabel F.4	Nilai parameter yang digunakan	198

Tabel F.5	Analisa GCA umpan HTRS.....	198
Tabel F.6	Analisa GCA produk konduktor HTRS.....	199
Tabel F.7	Analisa GCA produk middling HTRS.....	200
Tabel F.8	Analisa GCA produk nonkonduktor HTRS.....	201
Tabel F.9	<i>Feed</i> dan <i>Product rate</i> HTRS	202
Tabel F.10	Perhitungan <i>recovery</i> dan efisiensi pengolahan produk konduktor HTRS.....	204
Tabel G.1	Kode Sampel Produk Konduktor.....	205
Tabel G.2	Nilai parameter yang digunakan	205
Tabel G.3	Analisa GCA umpan Air Table	205
Tabel G.4	Analisa GCA produk konsentrat Air Table	207
Tabel G.5	Analisa GCA produk middling Air Table.....	207
Tabel G.6	Analisa GCA produk middling Air Table.....	208
Tabel G.7	<i>Feed</i> dan <i>Product rate</i> HTRS	208
Tabel G.8	Perhitungan <i>recovery</i> dan efisiensi pengolahan produk konduktor HTRS.....	211
Tabel H.1	Nilai parameter yang digunakan	212
Tabel H.2	Analisa GCA umpan Air Table	212
Tabel H.3	Analisa GCA produk +10# Round Screen.....	213
Tabel H.4	Analisa GCA produk -10# +20# Round Screen	213
Tabel H.5	Analisa GCA produk -20# +50# Round Screen	213
Tabel H.6	Analisa GCA produk -50# Round Screen.....	214
Tabel I.1	Parameter simulasi IRMS	216
Tabel I.2	<i>Feed</i> dan <i>product rate</i> IRMS	216
Tabel I.3	Analisa GCA pada umpan IRMS.....	216
Tabel I.4	Analisa GCA pada produk IRMS	217
Tabel I.5	Parameter simulasi IRMS	218
Tabel I.6	<i>Feed</i> dan <i>product rate</i> IRMS	218
Tabel I.7	Analisa GCA pada umpan IRMS.....	218
Tabel I.8	Analisa GCA pada produk IRMS	219
Tabel I.9	Analisa GCA pada produk HTRS.....	219
Tabel I.10	Perhitungan <i>recovery</i> dan efisiensi simulasi pengolahan produk magnet IRMS	220
Tabel I.11	Perhitungan <i>recovery</i> dan efisiensi simulasi pengolahan produk konduktor HTRS.....	221