

**ANALISIS PENGARUH KOMBINASI KOLEKTOR FLOTASI
POTASSIUM AMYL XANTHATE DAN *DITHIOPHOSPHINATE* PADA
RECOVERY DAN *GRADE* HASIL DARI FLOTASI BIJIH EMAS/PERAK
OKSIDA**

TUGAS AKHIR

CHAIRUL NUR MUHAMMAD NUGRAHA

123.14.004



**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
AGUSTUS 2018**

**ANALISIS PENGARUH KOMBINASI KOLEKTOR FLOTASI
POTASSIUM AMYL XANTHATE DAN *DITHIOPHOSPHINATE* PADA
RECOVERY DAN *GRADE* HASIL DARI FLOTASI BIJIH EMAS/PERAK
OKSIDA**

TUGAS AKHIR

CHAIRUL NUR MUHAMMAD NUGRAHA

123.14.004

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Institut Teknologi dan Sains
Bandung



**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
AGUSTUS 2018**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar**

Nama : Chairul Nur Muhammad Nugraha

NIM : 123.14.004

Tanda Tangan :

Tanggal : 8 Agustus 2018

**ANALISIS PENGARUH KOMBINASI KOLEKTOR FLOTASI
POTASSIUM AMYL XANTHATE DAN DITHIOPHOSPHINATE PADA
RECOVERY DAN GRADE HASIL DARI FLOTASI BIJIH EMAS/PERAK
OKSIDA**

TUGAS AKHIR

CHAIRUL NUR MUHAMMAD NUGRAHA

123.14.004

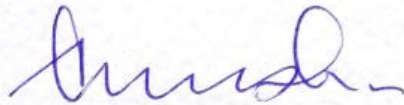
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Institut Teknologi dan Sains
Bandung

Menyetujui,

Kota Deltamas, 8 Agustus 2018

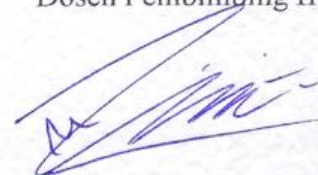
Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Prof. Ir. Syoni Soepriyanto, M.Sc., Ph.D

NIP 195203181976031001



M. Wildanil Fathoni, ST., MT

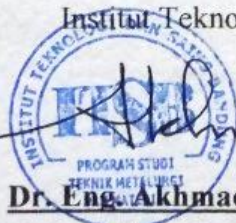
NIP 19921005201702528

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Teknik Metalurgi dan Material

Institut Teknologi dan Sains Bandung



Dr. Eng. Akhmad Ardian Korda, ST., M.T.

NIP 19741204200801101

Untuk yang terkasih

Ayah, Ibu, dan Adikku....

Terima kasih ku ucapkan atas dukungan, semangat dan doa yang tidak ada hentinya kalian panjatkan di setiap sujud kalian...

Terima kasih, akhirnya aku bisa mencapai impianku dan membuat kalian bangga atas keberhasilanku....

Keberhasilan ini aku dedikasikan untuk kalian, malaikat-malaikat yang selalu mendampingiku, memberikan aku semangat disaat aku jatuh, dan memberikan aku pelajaran arti kehidupan di dunia ini...

Terima kasih Ya Allah, Kau telah memberikan aku keluarga yang selalu mendukung aku disetiap langkahku. Aku sangat bersyukur bisa membahagiakan mereka....

"Ilmu menginginkan untuk diamankan. Apabila orang mengamalkannya, maka ilmu itu tetap ada. Namun sebaliknya, jika tidak diamankan, maka ilmu akan hilang dengan sendirinya."

(Sufyan Ats-Tsauri)

"Kita bisa seperti sekarang ini, bukan semata-mata karena kita bekerja keras. Bukan semata-mata kita ini bagus. Tapi lebih karena Allah SWT ridho kepada apa yang kita lakukan."

(Saad Saefullah)

"Impian tidak akan terwujud dengan sendirinya. Kamu harus segera bangun dan berupaya untuk mewujudkannya."

(Yusuf Mansyur)

"You don't know how strong you are until being strong is the
only choice."

(Alexander Senaputra)

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir di PT Geoservices, Ltd. tepat pada waktunya. Laporan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Pengaruh Kombinasi Kolektor Flotasi *Potassium Amyl Xanthate* dan *Dithiophosphate* pada *Recovery* dan *Grade* hasil dari Flotasi Bijih Emas/Perak Oksida**” merupakan hasil penelitian tugas akhir yang penulis laksanakan pada tanggal 1 Februari 2018 – 31 Mei 2018 di PT Geoservices, Ltd. Terima kasih kepada PT Geoservices, Ltd. yang telah memberikan kesempatan penulis merasakan pengalaman tak ternilai untuk menerapkan teori-teori dan pengetahuan yang sudah dipelajari di bangku kuliah ke dalam aplikasi dunia nyata. Aspek-aspek non teknis seperti interaksi sosial terhadap pegawai kantor dengan berbagai latar belakang yang berbeda dan dinamika kerja yang terjadi di lapangan merupakan pengalaman berharga bagi penulis sebagai bekal untuk meniti karir di masa depan kelak.

Selama pelaksanaan penelitian tugas akhir ini tentu saja penulis banyak mengalami hambatan, namun laporan tugas akhir ini tetap dapat selesai tepat pada waktunya. Bersama dengan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan bimbingan kepada pihak terkait yang telah membantu hingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini.

1. Pak Wayne Turner selaku Kepala Divisi Mineral yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk dapat melaksanakan penelitian tugas akhir di PT. Geoservices Divisi Mineral, Cikarang .
2. Bapak Alexander Senaputra, Ph.D selaku Asisten Presiden Direktur sekaligus Pembimbing Lapangan yang telah memberi banyak pengetahuan kepada penulis saat melaksanakan penelitian tugas akhir di PT Geoservices Divisi Mineral, Cikarang.
3. Bapak Dr.Eng. Akhmad Ardian Korda selaku Ketua Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Institut Teknologi dan Sains Bandung yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam mengerjakan tugas akhir.

4. Prof. Ir. Syoni Soepriyanto, M.Sc., PhD dan M. Wildanil Fathoni, ST., MT selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan dan masukan kepada penulis dari awal hingga akhir perjalanan penelitian tugas akhir ini.
5. Orang tua dan Keluarga Besar yang telah banyak mendukung dan memberi semangat kepada penulis dalam melaksanakan Penelitian Tugas Akhir.
6. Staff PT Geoservices divisi Geometalurgi dan mitra kerja, Ka Icha, Mbak Iko, Kak Atun, Bang Arsyad, Kak Ira, Bang Zaki, Pak Kusnadi, Pak Nessian, Pak Awang, Bang Ro Mangatas, Kak Dian, Nita dan lainnya. Terimakasih atas cerita, pengalaman dan canda tawanya.
7. Bang Fajar, Bang Jaka, Pak Rudi dan Teman-teman Futsal Geoservices yang telah memberikan banyak penyengaran di sela-sela waktu luang Penelitian Tugas Akhir.
8. Teman-teman dan saudara seperjuangan, Teknik Metalurgi dan Material Angkatan 2014.
9. Massa Himpunan Mahasiswa Metalurgi Material Institut Teknologi dan Sains Bandung (HIMATAMA ITSB).
10. Pihak-pihak lain yang ikut terlibat yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya. Sangat disadari masih banyak sekali kekurangan dalam laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu, saran dan kritik yang positif dan membangun dari pembaca sangat penulis harapkan demi perbaikan laporan ini.

Cikarang, 8 Agustus 2018

Penulis,

Chairul Nur Muhammad Nugraha

123.14.004

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

Sebagai sivitas akademik Institut Teknologi dan Sains Bandung, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Chairul Nur Muhammad Nugraha

NIM : 123.14.004

Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material

Jenis karya : Tugas Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi dan Sains Bandung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**ANALISIS PENGARUH KOMBINASI KOLEKTOR FLOTASI
POTASSIUM AMYL XANTHATE DAN *DITHIOPHOSPHINATE* PADA
RECOVERY DAN *GRADE* HASIL DARI FLOTASI BIJIH EMAS/PERAK
OKSIDA**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi dan Sains Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Cikarang Pusat

Pada Tanggal : 8 Agustus 2018

Yang Menyatakan

(Chairul Nur Muhammad Nugraha)

ABSTRAK

Potassium Amyl Xanthate (PAX) merupakan kolektor yang sering digunakan pada perusahaan flotasi emas. Hal ini dikarenakan kolektor ini mudah larut dalam air dan terionisasi menjadi ion positif sebagai ion *potassium* dan ion negatif sebagai ion *amyl xanthate* polar pada *pulp*. Penyerapan kimia dari ion *xanthate* kemudian terjadi kedalam permukaan mineral dan bisa menjadikan mineral-mineral menjadi hidrofobik. *Sodium di-isobutyl dithiophosphate (DTPINa)* digunakan karena memiliki daya pengumpulan yang kuat namun dengan selektivitas yang sempurna terhadap mineral-mineral sulfida.

Proses flotasi bijih emas menggunakan sampel dengan ukuran P80 -170 +200# (75 μm) dilakukan dengan cara *direct flotation* menggunakan reagen PAX yang mengandung *xanthate*. Kolektor ini biasanya diikuti dengan kolektor sekunder, dalam hal ini *Dithiophosphate (DTPINa)* yang merupakan kolektor berbasis *phosphine*. kedua kolektor ini diketahui dapat mengumpulkan mineral-mineral berharga seperti emas, perak, tembaga, timbal dan *zinc*. Proses flotasi dilakukan hanya pada tahapan *rougher* dengan 3 kali *scrapping* dalam satu proses *rougher* yang menghasilkan produk konsentrat dan *tailing*.

Hasil percobaan terbaik menunjukkan dengan kombinasi 30 g/t PAX dan 40 g/t DTPINa pada proses flotasi bijih emas/perak ini meningkatkan nilai *grade* emas dari 1,96 g/t menjadi 6,10 g/t dan perak dari 500 g/t menjadi 1467 g/t dengan nilai *recovery* emas sebesar 86,3% dan nilai *recovery* perak sebesar 86,9%.

Kata Kunci : Bijih emas, flotasi bijih emas, *xanthate*, *phosphine*, *recovery*, *grade*

ABSTRACT

Potassium Amyl Xanthate (PAX) is a collector that is often used in gold flotation companies. This is because this collector is easily soluble in water and ionized into positive ions as potassium ions and negative ions as polar amyl xanthate ions in the pulp. Chemical absorption of xanthate ions then occurs into the mineral surface and can make minerals hydrophobic. Sodium di-isobutyl dithiophosphate (DTPiNa) is used because have a strong collection power but with perfect selectivity to sulfide minerals.

The gold ore flotation process uses samples with sizes P80 -170 + 200 # (75 μm) carried out by direct flotation using PAX reagents containing xanthate. This collector is usually followed by secondary collector, in this case Dithiophosphate (DTPiNa) which is a phosphine-based collector . Both collectors are known to collect valuable minerals such as gold, silver, copper, lead and zinc. The flotation process was carried out only at the rougher stage with 3 times scrapping in one rougher process which produced concentrated and flotation tailings.

The best experimental results showed that with a combination of 30 g / t PAX and 40 g / t DTPiNa in the gold / silver ore flotation process it increased the gold grade value from 1.96 g / t to 6,10 g / t and silver from 500 g / t to 1467 g / t with gold recovery value of 86.3% and silver recovery value of 86.9%.

Keywords : Gold Ore, Flotation of gold ore, xanthate, phosphine, recovery, grade

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR.....	viii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR RUMUS.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.4 Metode Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Laporan.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Karakter Bijih Emas.....	6
2.1.1 Mineral Emas.....	6
2.1.2 Mineral Emas Oksida.....	8
2.1.3 Mineral Emas Refraktori.....	9
2.2 Flotasi Bijih Emas.....	9
2.2.1 Pengolahan bijih emas/perak.....	9
2.2.2 <i>Froth Flotation</i> pada bijih emas.....	12
2.2.3 Reagen Flotasi.....	13
2.2.4 Hal yang perlu diperhatikan dalam flotasi.....	22
2.3 <i>Recovery, Grade</i> dan <i>Mass Pulled</i>	22
2.4 Perkembangan flotasi bijih emas.....	23
BAB III. PROSEDUR DAN HASIL PERCOBAAN.....	26
3.1 Prosedur Percobaan.....	26
3.1.1 Alat dan bahan yang digunakan dalam proses flotasi.....	26
3.1.2 Prosedur Eksperimen.....	31
3.1.3 Prosedur analisa dan pengujian.....	32
3.2 Hasil Percobaan.....	32
3.2.1 Karakterisasi awal bijih.....	32
3.2.2 Proses Flotasi.....	33

BAB 4. PEMBAHASAN	36
4.1 Karakterisasi awal bijih.....	36
4.2 <i>Grade</i> dan <i>recovery</i> kumulatif produk hasil flotasi.....	37
4.2.1 <i>Grade</i> dan <i>recovery</i> emas dan perak.....	37
4.2.2 <i>Recovery</i> kumulatif unsur lain dalam konsentrat.....	40
4.2.3 Pengaruh campuran PAX dan DTPINa terhadap <i>recovery</i> dan <i>grade</i> emas dan perak.....	45
4.3 Interaksi antara reagen kolektor PAX dan DTPINa yang mempengaruhi proses flotasi.....	48
4.4 Perbandingan dengan percobaan lain.....	50
 BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	 53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran.....	54
 DAFTAR PUSTAKA	 55
 LAMPIRAN	 58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan hasil metalurgi yang diperoleh dengan kolektor AEROPHINE 3418A (<i>Dithiophosphinate</i>) dengan kolektor <i>Dithiophosphinate</i>	25
Tabel 3.1	Alat dan bahan yang digunakan pada percobaan flotasi.....	27
Tabel 3.2	Reagen-reagen flotasi dan fungsinya.....	28
Tabel 3.3	Data <i>passing</i> sampel bijih hasil <i>wet grinding</i>	31
Tabel 3.4	Data <i>grade</i> dan <i>recovery</i> emas dan perak kumulatif.....	35
Tabel 4.1	Perbandingan nilai <i>recovery</i> emas yang diperoleh dari hasil percobaan flotasi.....	51
Tabel A-1	Gambar alat dan bahan yang digunakan pada percobaan flotasi.....	58
Tabel B.1	Spesifikasi mill beserta rod yang digunakan untuk proses penggerusan bijih atau sampel uji untuk proses flotasi.....	60
Tabel D.1	Hasil Analisa XRF untuk unsur yang terkandung dalam Bijih emas/perak	73
Tabel D.2	Hasil Analisa ICP untuk unsur yang terkandung dalam bijih emas/perak.....	73
Tabel D.3	Lembar kerja proses flotasi untuk sampel SO-1 (30 g/t PAX : 30 g/t DTPINa).....	74
Tabel D.4	Lembar kerja proses flotasi untuk sampel SO-2 (30 g/t PAX : 40 g/t DTPINa)	75
Tabel D.5	Lembar kerja proses flotasi untuk sampel SO-3 (40 g/t PAX : 30 g/t DTPINa)	76
Tabel D.6	Lembar kerja proses flotasi untuk sampel SO-4 (40 g/t PAX : 40 g/t DTPINa)	77
Tabel D.7	Data hasil <i>assay</i> untuk logam emas dan perak.....	78
Tabel D.8	Data <i>assay grade</i> kumulatif untuk unsur logam hasil flotasi sampel SO-1 (30 g/t PAX : 30 g/t DTPINa).....	79
Tabel D.9	Data <i>assay grade</i> kumulatif untuk unsur logam hasil flotasi sampel SO-2 (30 g/t PAX : 40 g/t DTPINa)	80
Tabel D.10	Data <i>assay grade</i> kumulatif untuk unsur logam hasil flotasi sampel SO-3 (40 g/t PAX : 30 g/t DTPINa).....	80
Tabel D.11	Data <i>assay grade</i> kumulatif untuk unsur logam hasil flotasi sampel SO-4 (40 g/t PAX : 40 g/t DTPINa)	81
Tabel D.12	<i>Recovery</i> kumulatif logam-logam yang terkandung dalam konsentrat dan <i>tailing</i> hasil flotasi sampel SO-1.....	81
Tabel D.13	<i>Recovery</i> kumulatif logam-logam yang terkandung dalam konsentrat dan <i>tailing</i> hasil flotasi sampel SO-2.....	81
Tabel D.14	<i>Recovery</i> kumulatif logam-logam yang terkandung dalam konsentrat dan <i>tailing</i> hasil flotasi sampel SO-3.....	82
Tabel D.15	<i>Recovery</i> kumulatif logam-logam yang terkandung dalam konsentrat dan <i>tailing</i> hasil flotasi sampel SO-4.....	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Skema metodologi penelitian.....	4
Gambar 2.1	<i>Native gold</i>	6
Gambar 2.2	<i>Electrum</i>	7
Gambar 2.3	Diagram alir untuk proses pengolahan emas.....	11
Gambar 2.4	Mekanisme <i>Froth Flotation</i>	12
Gambar 2.5	Mekanisme penempelan gelembung pada permukaan mineral.....	13
Gambar 2.6	Prinsip kerja reagen kolektor flotasi.....	14
Gambar 2.7	Pembagian jenis reagen kolektor flotasi.....	14
Gambar 2.8	a) Struktur kimia dari <i>Xantathe</i> (K melambangkan struktur untuk <i>Potassium</i> , Na melambangkan struktur <i>Sodium</i>); b) Struktur kimia dari <i>Potassium Amyl Xanthate</i> (PAX)	16
Gambar 2.9	Struktur kimia dari reagen <i>sodium di-isobutyl dithiophospinate</i> (DTPINa)	18
Gambar 2.10	Mekanisme penempelan gelembung pada mineral.....	20
Gambar 2.11	a) Pengaruh potensial pada <i>recovery</i> elemen-elemen dari sampel bijih emas Saatpora. Aerophine 3418A 40 g/t, pH 8,2, waktu flotasi 12 menit ; b) Pengaruh potensial pada <i>recovery</i> elemen-elemen dari sample bijih emas Prilia. Aerophine 3418A 40 g/t, pH 7,0, waktu flotasi 12 menit.....	24
Gambar 3.1	Diagram alir percobaan <i>Rougher Flotation</i>	29
Gambar 3.2	Diagram alir pembahasan <i>Rougher Flotation</i>	30
Gambar 3.3	Plot hasil karakterisasi XRD bijih emas/perak oksida.....	33
Gambar 4.1	Mineral utama yang terbaca pada analisa XRD.....	36
Gambar 4.2	Grafik Hubungan antara <i>Recovery</i> terhadap <i>Grade</i> emas hasil flotasi pada berbagai kominasi PAX dan DTPINa.....	37
Gambar 4.3	Grafik Hubungan antara <i>Recovery</i> terhadap <i>Grade</i> perak hasil flotasi pada berbagai kombinasi PAX dan DTPINa.....	38
Gambar 4.4	Grafik hubungan antara <i>recovery</i> emas dan perak dengan <i>mass pulled</i>	40
Gambar 4.5	Plot <i>recovery</i> kumulatif logam-logam yang terkandung dalam konsentrat dan <i>tailing</i> hasil flotasi sampel SO-1.....	41
Gambar 4.6	Plot <i>recovery</i> kumulatif logam-logam yang terkandung dalam konsentrat dan <i>tailing</i> hasil flotasi sampel SO-2.....	42
Gambar 4.7	Plot <i>Recovery</i> kumulatif logam-logam yang terkandung dalam konsentrat dan <i>tailing</i> hasil flotasi sampel SO-3	43
Gambar 4.8	Plot <i>Recovery</i> kumulatif logam-logam yang terkandung dalam konsentrat dan <i>tailing</i> hasil flotasi sampel SO-4.....	44
Gambar 4.9	Mekanisme modifikasi mineral oleh reagen PAX menjadi mineral hidrofobik.....	45
Gambar 4.10	Mekanisme modifikasi mineral oleh reagen DTPINa menjadi mineral hidrofobik.....	46
Gambar 4.11	Hasil analisa SEM konsentrat <i>rougher</i> hasil proses flotasi. a) Mapping ; b) Spektrum unsur yang terdeteksi.....	47
Gambar 4.12	Hasil analisa XRD konsentrat <i>rougher</i> hasil proses flotasi.....	48

Gambar 4.13	Efek reagen flotasi terhadap persen <i>recovery</i> emas. a) PAX ; b) DTPiNa.....	49
Gambar 4.14	Efek reagen flotasi terhadap persen <i>recovery</i> perak. a) PAX ; b) DTPiNa.....	49
Gambar 4.15	Kurva interaksi antara reagen PAX dan DTPiNa. a) terhadap <i>recovery</i> emas ; b) terhadap <i>recovery</i> perak.....	50
Gambar 4.16	Perbandingan percobaan flotasi yang telah dilakukan dengan percobaan lain.....	51
Gambar B.1	Prosedur analisa dengan <i>Induction Couple Plasma</i> (ICP).....	61
Gambar B.2	Prosedur analisa dengan <i>Atomic Absorption Spectroscopy</i> (AAS).....	61
Gambar B.3	Alur proses flotasi secara umum.....	64
Gambar B.4	Prosedur percobaan flotasi sampel SO-1.....	65
Gambar B.5	Prosedur percobaan flotasi sampel SO-2.....	66
Gambar B.6	Prosedur percobaan flotasi sampel SO-3.....	67
Gambar B.7	Prosedur Percobaan flotasi sampel SO-4.....	68
Gambar D.1	Spektrum analisa SEM-EDS konsentrat rougher. a) elemen emas ; b) elemen perak.....	82
Gambar D.2	Spektrum analisa SEM-EDS konsentrat rougher. a) elemen aluminium ; b) elemen oksigen ; c) elemen silicon.....	83
Gambar D.3	Analisa SEM-EDS <i>tailing rougher</i> . a) <i>mapping</i> ; b) spektrum semua elemen.....	83
Gambar D.4	Spektrum analisa SEM-EDS <i>tailing rougher</i> . a) elemen aluminium ; b) elemen oksigen.....	84
Gambar D.5	Spektrum analisa SEM-EDS <i>tailing rougher</i> . a) elemen silikon ; b) elemen besi native.....	84
Gambar D.6.	Plot analisa XRD <i>tailing rougher</i>	84

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 <i>Recovery</i>	23
Rumus 2.2 Persamaan <i>recovery</i> lain.....	23
Rumus 3.1 <i>Calculated head</i>	34
Rumus 3.2 Persen <i>Recovery</i>	34
Rumus 3.3 Persen <i>Recovery</i> total.....	34
Rumus 3.4 <i>Grade</i> kumulatif.....	34
Rumus 3.5 <i>Mass Pulled</i>	35

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A Alat dan Bahan yang digunakan pada percobaan	58
LAMPIRAN B Prosedur Percobaan.....	60
LAMPIRAN C Penurunan rumus <i>recovery</i>	72
LAMPIRAN D Data hasil percobaan dan analisa pengujian.....	73