



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PENGARUH KONSENTRASI NaOH PADA
PROSES BAYER TERHADAP EKSTRAKSI BIJIH
*NEPHELINE***

SKRIPSI

FRENDY LUMBAN BATU

0806455704

FAKULTAS TEKNIK

DEPARTEMEN METALURGI DAN MATERIAL

DEPOK

JULI 2012



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PENGARUH KONSENTRASI NaOH PADA
PROSES BAYER TERHADAP EKSTRAKSI BIJIH
*NEPHELINE***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

FRENDY LUMBAN BATU

0806455704

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL

DEPOK

JULI 2012

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Frendy Lumban Batu

NPM : 0806455704

Tanda Tangan :



Tanggal : 3 Juli 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Frendy Lumban Batu

NPM : 0806455704

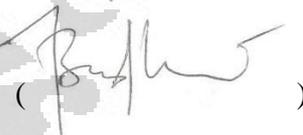
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material

Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Konsentrasi NaOH pada Proses Bayer Terhadap Ekstraksi Bijih Nepheline

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. Johnny Wahyuadi M. S., DEA ()

Penguji : Dr. Badrul Munir, ST., M.Eng.Sc. ()

Penguji : Dr. Rianti Dewi Sulamet-Ariobimo, S.T., M.Eng ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 3 Juli 2012

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan serangkaian kegiatan Tugas Akhir dimulai dari tahap awal perancangan kegiatan, pelaksanaan hingga penyusunan skripsi ini. Kegiatan skripsi ini ditujukan untuk memenuhi mata kuliah wajib Skripsi yang berlaku di silabus kurikulum Departemen Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia (DMM FTUI), yang juga merupakan salah satu persyaratan kelulusan dalam meraih gelar Sarjana Teknik.

Dalam melaksanakan rangkaian kegiatan tugas akhir ini tentunya penulis sangat terbantu oleh berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir Johnny Wahyuadi M. DEA. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak menyediakan waktu, tenaga dan pikiran dalam mengarahkan saya dalam melaksanakan kegiatan perkuliahan, penelitian hingga penyusunan skripsi ini;
2. Prof. Dr.-Ing. Ir. Bambang Suharno selaku Ketua Departemen yang turut memberi dukungan selama saya menjalani perkuliahan di DMM FTUI;
3. Dr. Ir. Myrna Ariati Mochtar M.S. sebagai pembimbing akademis yang selalu memberikan perhatian dan dukungan penuh terhadap perkembangan akademis penulis;
4. Kedua orang tua dan adik-adik penulis yang telah memberikan semangat, doa dan bantuan baik dukungan moral dan material, secara fisik maupun psikis.
5. Seluruh dosen Departemen Metalurgi dan Material yang telah memberikan segala ilmu yang penulis dapatkan semasa menjadi mahasiswa.
6. Seluruh karyawan, baik TU maupun Perpustakaan Metalurgi yang telah memberikan bantuannya demi kelancaran penyusunan skripsi ini.

7. Seluruh rekan-rekan tim TA ekstraksi: Deddy Tambunan, David Natanael, Erwin, Andreas Aditya W., Andre Yosi, Nova Listiyanto, Doni Johansyah, Gana Damar K. dan Achmad Taufiq S.
8. Semua teman-teman Metal 08 yang menemani penulis sejak awal masuk dunia perkuliahan yang selalu memberi semangat yang luar biasa kepada penulis.
9. Seluruh teman-teman penulis dan pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penelitian dan penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Depok, 3 Juli 2012

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Frendy Lumban Batu

NPM : 0806455704

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 Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

ANALISIS PENGARUH KONSENTRASI NaOH PADA PROSES BAYER TERHADAP EKSTRAKSI BIJIH *NEPHELINE*

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia 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 pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 3 Juli 2012

Yang menyatakan,



(Frendy Lumban Batu)

ABSTRAK

Nama : Frendy Lumban Batu
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material
Judul : Analisis Pengaruh Konsentrasi NaOH pada Proses Bayer Terhadap Ekstraksi Bijih Nepheline

Berbagai penelitian mengenai ekstraksi alumina/aluminium dari bauksit dengan menggunakan proses Bayer sudah banyak dilakukan. Akan tetapi dengan jumlah bauksit kadar tinggi yang dapat digunakan sebagai bahan baku proses Bayer terbatas jumlahnya di alam. Oleh karena itu dibutuhkan penelitian lebih lanjut tentang sumber bahan baku selain bauksit seperti *nepheline*.

Pada penelitian ini dilakukan beberapa eksperimen meliputi karakterisasi awal bijih *nepheline*, klasifikasi *float-sink*, dan pelindian menggunakan natrium hidroksida. Karakterisasi bijih *nepheline* dilakukan dengan menggunakan EDX dan AAS. Bijih *nepheline* kemudian diklasifikasi dengan proses *float-sink* untuk mendapatkan mineral dengan kadar alumina yang tertinggi dari proses tersebut. Proses pelindian pada penelitian ini menggunakan larutan natrium hidroksida pada variasi konsentrasi yaitu 0,1M; 0,2M; 0,5M; dan 1,0M. Jumlah alumina yang larut ke dalam larutan dianalisis menggunakan *Atomic Absorbance Spectroscopy* (AAS).

Dari hasil yang didapatkan, pelindian dengan konsentrasi pelarut 1,0M NaOH peningkatan konsentrasi alumina yang diperoleh yaitu sebesar 13,85%. Selain itu, diketahui juga bahwa dengan semakin tinggi konsentrasi pelarut maka peningkatan konsentrasi alumina akan semakin tinggi.

Kata Kunci:

nepheline, alumina, *float-sink*, Bayer, pelindian, metalurgi ekstraksi

ABSTRACT

Name : Frendy Lumban Batu
Study Program : Metallurgy and Material Engineering
Title : Effect of NaOH Concentration in Bayer Process on
Extraction of Nepheline Ore in Bayer Process.

Various studies on the extraction of alumina/aluminium from bauxite using the Bayer process has been studied over past several decades. However, the amount of high grade bauxite which can be used as raw materials for Bayer process are limited. Therefore, further research is needed for other source of raw materials.

At this research, several experiments were conducted including characterization of nepheline ore, float-sink classification and leaching by natrium hydroxide. Characterization of nepheline ore was done using EDX and AAS. Nepheline was classified with float-sink process to obtain ore with highest alumina content. Leaching process at this research utilize natrium hydroxide solution at various concentration which is 0,1M, 0,2M, 0,5M and 1,0M. The number of alumina dissolution is measured using Atomic Absorbance Spectroscopy (AAS).

The results showed alumina recovery by leaching using 1,0M sodium hydroxide is 13,85% wt. Furthermore alumina recovery will increase if the concentration of sodium hydroxide increases.

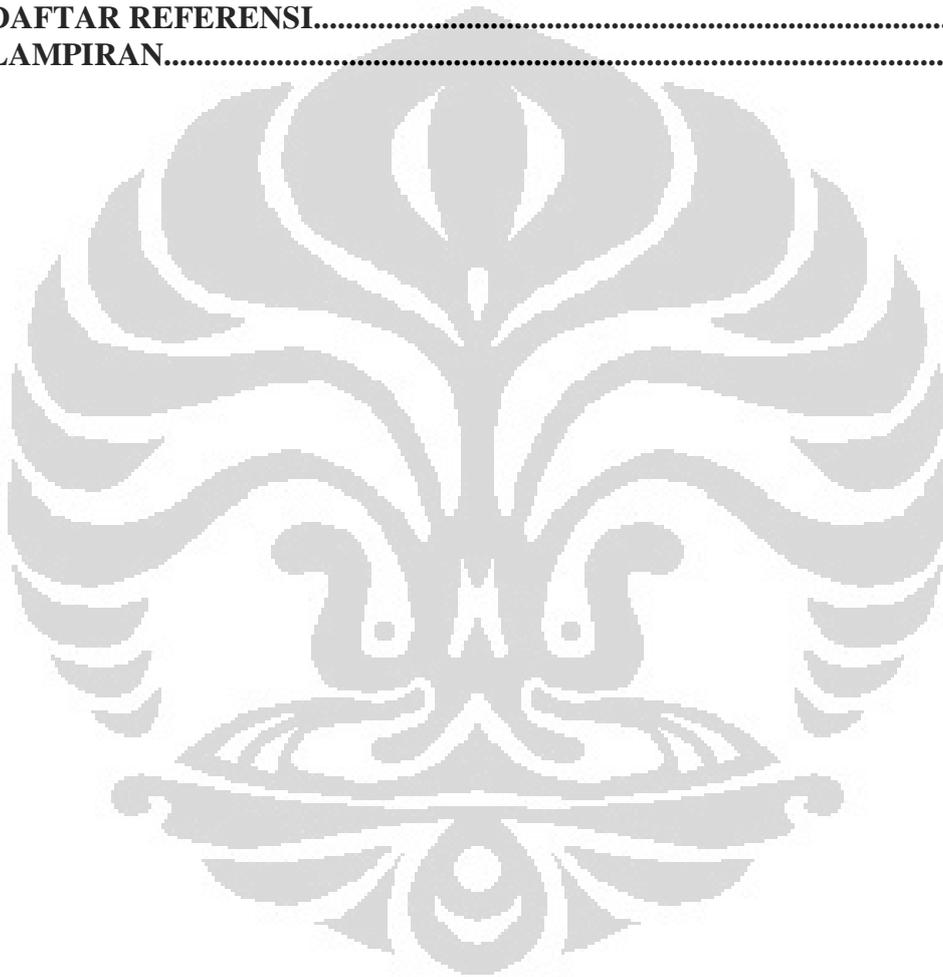
Keywords:

nepheline, alumina, float-sink, Bayer, leaching, metallurgy extraction

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
2. DASAR TEORI.....	6
2.1 Mineral Aluminium.....	6
2.2 Bijih <i>Nepheline</i>	6
2.3 Pengolahan Mineral.....	7
2.2.1 Kominusi.....	7
2.2.1.1 Penggerusan (<i>Crushing</i>).....	8
2.2.1.2 Penggilingan (<i>Grinding</i>).....	8
2.2.2 Metode Pengukuran (<i>Sizing</i>).....	9
2.2.2.1 Pengayakan (<i>Screening</i>).....	10
2.2.2.2 Klasifikasi (<i>Classification</i>).....	11
2.2.3 Konsentrasi (<i>Concentration</i>).....	11
2.4 Ekstraksi Aluminium (<i>Hidrometallurgy</i>).....	12
2.3.1 Proses Asam.....	13
2.3.2 Proses Alkaline.....	13
2.3.2.1 Le Chatelier.....	14
2.3.2.2 Proses Bayer.....	14
3. METODOLOGI PENELITIAN.....	17
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	17
3.2 Alat dan Bahan.....	18
3.3 <i>Crushing</i>	18
3.4 <i>Float-Sink Process</i>	19
3.5 Proses Pelindian.....	20
3.6 Separasi Larutan dan Padatan.....	21

3.7	Karakterisasi.....	22
3.7.1	Uji EDX.....	22
3.7.2	Uji AAS.....	22
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1	Data Karakterisasi Awal Sampel.....	23
4.2	Hasil Pengujian EDAX Setelah Proses Float Sink.....	25
4.3	Hasil Pengujian AAS Sampel Hasil Pelidian.....	27
5.	KESIMPULAN.....	29
	DAFTAR REFERENSI.....	30
	LAMPIRAN.....	32



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kandungan Komponen <i>Nepheline</i>	7
Tabel 2.2 <i>Tyler Standard Series</i> untuk <i>Screen Analysis</i>	10
Tabel 4.1 Data Pengujian Komposisi <i>Nepheline</i> menggunakan EDAX.....	24
Tabel 4.2 Data Pengujian Komposisi pada Wadah 1.....	25
Tabel 4.3 Data Pengujian Komposisi pada Wadah 2.....	25
Tabel 4.4 Data Pengujian Komposisi pada Wadah 3.....	25
Tabel 4.5 Data Pengujian Komposisi pada Wadah 4.....	26
Tabel 4.6 Data Pengujian Komposisi Rata-rata Dengan Menggunakan EDAX.....	26
Tabel 4.7 Data Hasil Pengujian AAS Pada Sampel Hasil Pelindian.....	27

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Aplikasi Produk Aluminium di Berbagai Sektor Industri.....	1
Gambar 1.2 Konsumsi Aluminium Dunia Tahun 2005-2010.....	2
Gambar 2.1 Pengolahan Mineral Sederhana.....	9
Gambar 2.2 Diagram <i>Pourbaix</i> Aluminium.....	16
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	17
Gambar 3.2 Susunan Alat <i>Float-Sink Process</i>	19
Gambar 3.3 Sampel Hasil Proses <i>Float-Sink</i>	20
Gambar 4.1 Bijih Nepheline yang Digunakan.....	23
Gambar 4.2 Grafik Komposisi Bahan Baku <i>Nepheline</i> dengan Pengujian EDAX.....	24
Gambar 4.3 Grafik Komposisi <i>Nepheline</i> Hasil <i>Float-Sink</i> dengan Pengujian EDAX.....	27
Gambar 4.4 Grafik Peningkatan Konsentrasi Al Hasil Pengujian AAS EDAX.....	27

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Hasil Pengujian EDAX.....	33
Lampiran 2. Hasil Pengujian AAS.....	63

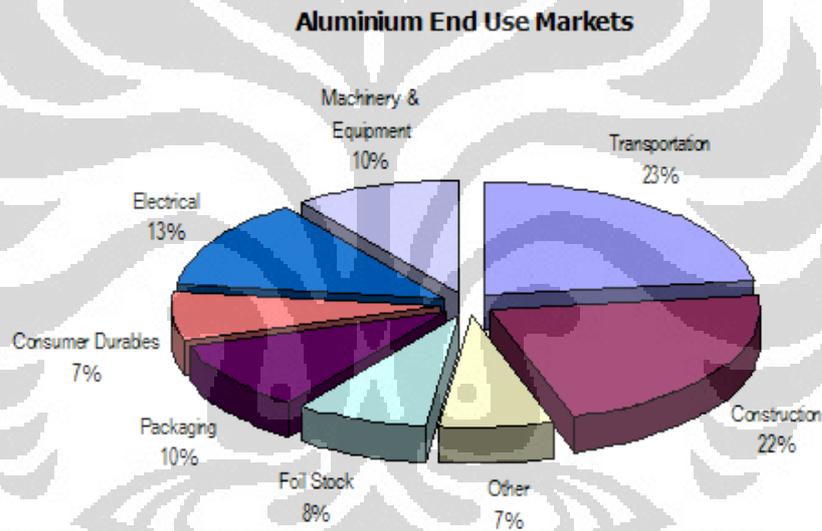


BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aluminium telah menjadi salah satu logam penting yang digunakan manusia. Perkembangan penggunaan aluminium saat ini banyak digunakan dalam industri otomotif sebagai bahan komponen mesin dan komponen interior kendaraan. Industri lain seperti konstruksi dan kelistrikan mulai menyadari manfaat pemakaian aluminium dan mulai menggunakannya untuk aplikasi industrinya. Gambar 1.1 menunjukkan aplikasi aluminium di berbagai sektor industri dunia.

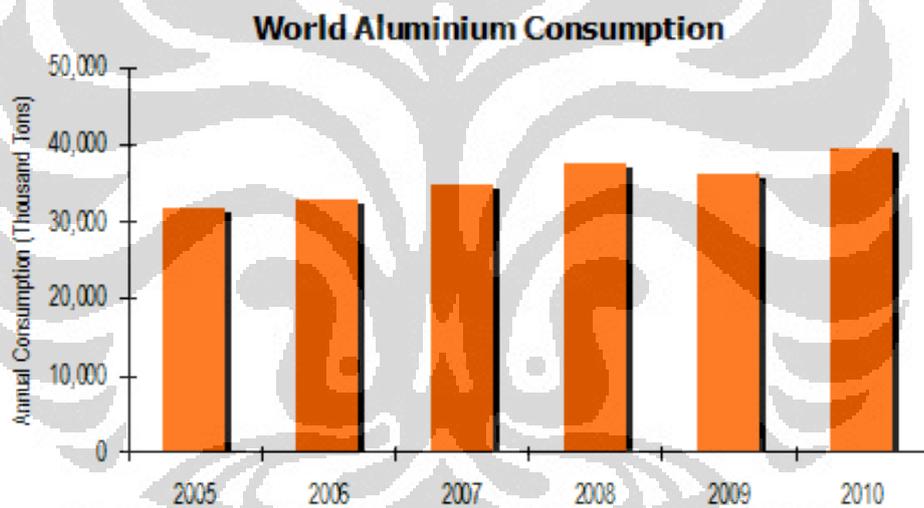


Gambar 1.1 Aplikasi Produk Aluminium di Berbagai Sektor Industri^[1]

Aluminium banyak digunakan di berbagai industri dan sangat penting bagi perekonomian dunia. Kebutuhan akan logam aluminium di dunia pun cenderung semakin meningkat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.2. Hal itu disebabkan oleh keunggulan-keunggulan yang dimiliki oleh logam aluminium, yaitu^[2]:

1. Aluminium memiliki ketahanan korosi yang sangat baik karena mampu membentuk lapisan pasif dan mencegah korosi berkelanjutan.
2. Karena sifat ringan dan konduktivitas listriknya, kabel aluminium digunakan untuk transmisi listrik jarak jauh.

3. Aluminium merupakan material yang ringan. Komponen struktural yang dibuat dari aluminium dan paduannya merupakan obyek penting bagi industri sistem transportasi seperti mobil ringan, kereta dan pesawat terbang sebagai usaha untuk mengurangi konsumsi bahan bakar.
4. Tidak hanya ringan, aluminium memiliki kekuatan yang baik. Aluminium murni memiliki kekuatan tarik 49 MPa dan paduannya mampu mencapai 400 MPa, berat jenisnya hanya sepertiga dari baja atau tembaga. Aluminium penting bagi transportasi dan bangunan dimana dibutuhkan material ringan dan kekuatan yang baik.
5. Aluminium sebagai logam, tidak beracun, nonmagnetik, dan *nonsparking*, serta memiliki keuletan yang baik sehingga mudah dalam permesinan dan pengelasan.



Gambar 1.2 Konsumsi Aluminium Dunia Tahun 2005-2010^[1]

Ada banyak batuan dan mineral yang mengandung aluminium, akan tetapi hanya sebagiannya yang digunakan untuk menghasilkan alumina sebagai bahan baku produksi logam aluminium. Bauksit adalah bahan baku mineral mentah yang digunakan secara luas sebagai penghasil alumina.^[3] Akan tetapi di masa depan jumlah bauksit akan semakin sulit diperoleh. Sedangkan Russia telah menggunakan *Nepheline* sebagai pengganti bauksit.^[4] Selain itu, tanah liat dan kaolin yang kaya alumina sedang banyak diteliti lebih lanjut sebagai penghasil alumina seperti yang dilakukan oleh Al-Zahrani dan Abdul Mazid^[5]. Mineral

lainnya yang dapat digunakan untuk produksi alumina adalah *corundum*, *spinel*, *alunite*, *cryolite*, *andalusite*, *kyanite*, *sillimanite*, *orthoclase*, *muscovite* dan *orthoclase*.^[1] Oleh karena itu maka diperlukan sebuah penelitian lebih lanjut tentang pengekstraksian aluminium dari bijih-bijih selain bauksit.

1.2 Perumusan Masalah

Secara umum, penelitian ini mencoba menelaah pengayaan mineral dan proses ekstraksi aluminium dari bijih *nepheline*. Langkah pertama yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengayaan bijih *nepheline* dengan menggunakan proses *float-sink*. Dengan menggunakan metode tersebut, diinginkan terjadinya pemisahan unsur yang diinginkan dengan unsur-unsur lainnya dengan memanfaatkan perbedaan sifat massa jenisnya dari masing-masing unsur yang terdapat dalam sampel. Unsur yang memiliki massa jenis paling berat akan cenderung tetap berada pada wadahnya sedangkan unsur yang lebih ringan akan mengalir bersama aliran air menuju wadah selanjutnya.

Setelah dilakukan proses *float-sink* lalu dilanjutkan dengan memilih wadah yang memiliki kadar aluminium terbanyak yang selanjutnya akan digunakan sebagai sampel ekstraksi. Proses ekstraksi yang akan digunakan adalah metode basa atau proses Bayer. Proses Bayer ini menggunakan NaOH sebagai pemisah alumina dengan pengotornya. Namun dalam proses Bayer ini terdapat batasan karena diperuntukkan bauksit dengan kadar silika yang rendah sedangkan dalam sampel yang diuji memiliki kandungan silika >20%. Oleh karena itu dilakukan penelitian yang menelaah lebih jauh kinerja proses ekstraksi aluminium dari mineral dengan kadar silika tinggi.

Proses pelindian dilakukan dengan menggunakan variasi berupa konsentrasi pelarut yang digunakan yaitu NaOH. Selanjutnya akan dilihat bagaimana pengaruhnya terhadap peningkatan kadar aluminium setelah dilindi.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui apakah proses *float-sink* dapat digunakan sebagai salah satu cara pengayaan unsur pada sampel *nepheline*.

2. Mengetahui apakah pengekstraksian bijih *nepheline* dapat dilakukan dengan proses Bayer yang dilakukan di Departemen Metalurgi dan Material FTUI.
3. Membandingkan kinerja pelindian dengan menggunakan 4 variable konsentrasi, yaitu 0,1M, 0,2M, 0,5M dan 1,0M.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahap penelitian, yaitu:

1. Preparasi sampel bijih *nepheline* yang meliputi penghancuran dan penghalusan sampel.
2. Karakterisasi awal sampel dengan EDX.
3. Pemisahan unsur-unsur pada bijih *nepheline* dengan menggunakan metode *float-sink* untuk mengurangi pengotor-pengotor yang terdapat di dalam sampel.
4. Karakterisasi hasil dari separasi fluida dengan EDX.
5. Pelindian sampel *nepheline* hasil proses *float-sink* dengan menggunakan proses Bayer pada temperatur 140⁰C selama 1 jam dengan parameter konsentrasi larutan NaOH yang bervariasi.
6. Karakterisasi hasil dari pelindian dengan AAS.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan disusun sedemikian rupa sehingga konsep dalam penulisan skripsi ini menjadi berurutan sehingga akan didapat kerangka alur pemikiran yang mudah dan praktis. Sistematika tersebut dapat diuraikan dalam bentuk bab-bab yang saling berkaitan satu sama lain, yaitu sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Berisi tentang penelitian secara umum, yang meliputi latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 DASAR TEORI

Berisi tentang studi literatur yang berisikan teori-teori pendukung pada penelitian ini

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian ini meliputi diagram alir penelitian, dan prosedur penelitian (alat dan bahan, dan tahapan penelitian).

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang penjelasan data hasil percobaan serta analisa hasil percobaan dari pengujian EDX dan AAS yang akan dibandingkan dengan literatur.

BAB 5 KESIMPULAN

Berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan.

Referensi dan lampiran dimuat pada halaman-halaman terakhir dalam laporan penelitian ini.



BAB 2 DASAR TEORI

2.1 Mineral Aluminium

Aluminium terdapat sebanyak 8% dari total unsur mineral di kerak bumi. Selain itu aluminium menjadi unsur kedua terbanyak setelah silikon yaitu sebanyak 27,7%.^[6] Besi ada di posisi ketiga dengan jumlah sekitar 5%. Logam aluminium murni tidak ditemukan di alam dan hanya muncul dalam bentuk oksida terhidrasi atau silikat.

Ada banyak batuan dan mineral yang mengandung aluminium, akan tetapi hanya sebagiannya yang digunakan untuk menghasilkan alumina sebagai bahan baku produksi logam aluminium. Bauksit adalah bahan baku mentah yang digunakan secara luas sebagai penghasil alumina. *Nepheline* sering digunakan di Russia sebagai pengganti bauksit. Selain itu, tanah liat dan kaolin yang kaya alumina sedang banyak diteliti lebih lanjut sebagai penghasil alumina. Mineral lainnya yang dapat digunakan untuk produksi alumina adalah *alunites*, *leucitic lavas*, *labradorites*, *anorthosites*, *cyanitic*, *sillimanitic* dan *andalusitic schists*.

2.2 Bijih Nepheline

Bauksit saat ini menjadi bahan baku utama dari produksi alumina/aluminium. Akan tetapi jumlah bauksit berkualitas tinggi yang digunakan sebagai bahan baku tersebut sangat terbatas jumlahnya di alam. Oleh karena itu, perlu dikembangkan penggunaan material selain dari bauksit sebagai bahan baku penghasil alumina seperti *nepheline*.

Nepheline adalah mineral yang kaya akan Na_2O dan Al_2O_3 , tidak berwarna (atau putih ke abu-abu) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1. *Nepheline* memiliki komposisi kimia teoritis berupa $\text{NaAl}_2\text{SiO}_4$, akan tetapi kalium dapat menjadi pengganti natrium pada komposisi kimianya. Kadar kalium pada *nepheline* alami berkisar dari 3-12% berat K_2O . Natrium pada *nepheline* dapat bertukar dengan ion H^+ yang menjadikan *nepheline* kurang stabil di asam. Inilah yang menyebabkan *nepheline* akan membentuk gelatin pada larutan HCl ^[7].

Tabel 2.1 Kandungan Komponen *Nepheline*^[8]

Oksida	Kadar Oksida (%)
Al ₂ O ₃	32.05
SiO ₂	40.62
K ₂ O	4.48
Na ₂ O	13.02
Fe ₂ O ₃	0.57
CaO	4.7
MgO	0.18
TiO ₂	0.04
MnO ₂	0.06
P ₂ O ₅	0.05

2.2 Pengolahan Mineral

Proses yang pertama dilakukan pada proses ekstraksi adalah pengolahan mineral yang terdiri dari persiapan bijih, *milling*, dan *ore dressing*. *Ore dressing* adalah sebuah proses mekanik yang memisahkan butir-butir pada mineral bijih dari mineral *gangue*, untuk memproduksi konsentrat dengan jumlah yang lebih kaya mengandung sebagian besar mineral dan tailing yang mengandung material pengotor yang biasanya dibuang.^[9] Bagian pertama dari proses *ore dressing* adalah penggerusan (*crushing*) dan penggilingan (*grinding*), yang disebut juga kominusi. Proses pengolahan mineral setelah kominusi adalah Pengukuran (*Sizing*) dan Konsentrasi (*Concentration*), dimana proses ini berlangsung secara fisik/mekanik.

2.2.1 Kominusi

Kominusi adalah proses pembebasan mineral berharga dari pengotornya, dimana bijih akan digerus dan diperkecil ukurannya sehingga mineral berharga terpisah dari pengotornya dan mengoptimalkan proses selanjutnya^[10]. Tahapan kominusi terdiri dari penggerusan dan penggilingan.

2.2.1.1 Penggerusan (*Crushing*)

Penggerusan (*crushing*) merupakan tahapan pertama dari proses kominusi, dimana masukan yang digunakan masih merupakan bijih berukuran besar. Terdapat tiga tingkatan pada penggerusan, yaitu^[9]:

1. *Primary Crushing*. Pada tingkatan ini, bijih awal (berukuran lebih dari 1 m) digerus hingga 10 cm, biasanya dilakukan pada jaw atau gyratory crusher.
2. *Secondary Crushing*. Pada tahap ini, bijih digerus dari 10 cm hingga kurang dari 1–2 cm, biasanya digunakan *cone* atau *roll crusher*, umumnya memerlukan energi lebih banyak dibandingkan *primary crusher*.
3. *Tertiary Crushing*. Pada tahapan ini, bijih digerus dari 1-2 cm hingga kurang dari 0.5cm. Biasanya digunakan *short head cone crusher*, *roll crusher*, *hammer mills*.

2.2.1.2 Penggilingan (*Grinding*)

Penggilingan merupakan tahap selanjutnya pada kominusi setelah penggerusan. Pada penggilingan didapatkan bijih dengan ukuran yang lebih kecil lagi dibandingkan pada tahapan penggerusan yang akan mempermudah proses selanjutnya. Pada penggilingan terdapat 2 tahapan, yaitu:

1. Penggilingan Kasar

Rod mills pada umumnya digunakan pada tahapan ini, alat tersebut mampu menampung umpan sebesar 50 mm dan menghasilkan produk sehalus 300 microns.

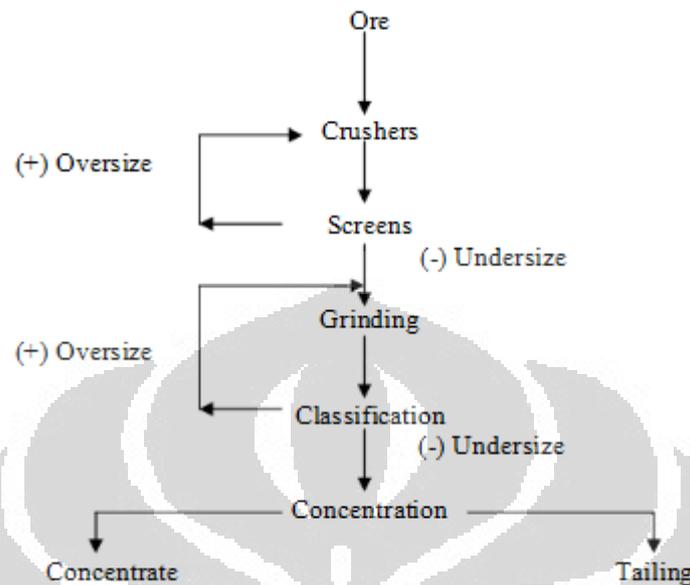
2. Penggilingan Halus

Fine grinding merupakan tahapan akhir dari kominusi, dilakukan dengan menggunakan *ball mills* berupa bola baja, yang menghasilkan keluaran kurang dari 100 mikron.

Berikut ini adalah tujuan utama penggilingan, yaitu:

1. Untuk mendapatkan derajat pembebasan yang tepat pada mineral processing.
2. Untuk meningkatkan area permukaan yang spesifik atas mineral berharga pada proses hidrometalurgi (misalnya pelindian).

Pengolahan mineral mengkombinasikan beberapa tahapan atas unit operasi. Gambar 2.1 menunjukkan diagram dari unit operasi pada umumnya.



Gambar 2.1 Pengolahan Mineral Sederhana^[9]

Pada pengolahan mineral terdapat beberapa proses yang juga terkait dengan proses kominusi yaitu *sizing*, yang menggunakan metode pengayakan maupun klasifikasi, serta konsentrasi.

2.2.2 Metode Pengukuran (*Sizing*)

Pengukuran dilakukan dengan tujuan untuk memisahkan partikel dari bijih mineral antara yang berukuran kecil dengan partikel berukuran besar kemudian dikelompokkan sesuai dengan ukuran yang seragam. Penyeragaman ukuran partikel dilakukan untuk dapat melihat sifat fisik dari masing-masing ukuran partikel kemudian menentukan ukuran partikel optimum untuk memudahkan proses selanjutnya. Selain itu, sisa partikel bijih yang berukuran besar dapat dikembalikan ke proses kominusi kembali agar didapat ukuran partikel yang diinginkan. Metode pengukuran yang umum digunakan yaitu, pengayakan (*screening*) dan klasifikasi (*classification*).

2.2.2.1 Pengayakan (*Screening*)

Pengayakan biasanya dilakukan pada material yang kasar. Distribusi partikel akan ditentukan oleh screen analysis, dengan berbagai skala yang digunakan. Salah satu skala yang umum digunakan adalah *American Tyler Screen Scale* dimana ukuran screen adalah mesh atau *wires per linear inch* (1 inci = 2,54 cm)^[9]. Ukuran Tyler dimulai dari 1,05 inci (26.67 mm), untuk partikel yang lebih kecil umumnya digunakan mikrons (1 mikron = 10^{-3} mm), sehingga 200 mesh (#) setara dengan 74 mikrons pada *Tyler Screen Series* seperti ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. *Tyler Standard Series* untuk *Screen Analysis*

The Tyler Standard Series for Screen Analysis			
	Aperture Size		Tyler Mesh #
	Millimeters	Microns	
√2 series ←	26.67	-	-
	18.85	-	-
	13.33	-	-
	9.423	-	-
	6.680	-	3
	4.699	-	4
	3.327	-	6
	2.362	-	8
	1.651	-	10
	1.168	-	14
	0.833	833	20
	0.589	589	28
	0.417	417	35
	0.295	295	48
	0.208	208	65
	0.147	147	100
	0.104	104	150
0.074	74	200	
0.052	52	270	
0.037	37	400	

2.2.2.2 Klasifikasi (*Classification*)

Klasifikasi didefinisikan sebagai metode untuk memisahkan campuran mineral-mineral menjadi dua atau lebih produk menurut kecepatan pengendapannya dalam media fluida.^[10] Pada dasarnya pengolahan mineral bekerja berdasarkan prinsip bahwa partikel melayang di dalam air yang memiliki gerakan naik dan turun yang relatif terhadap partikel. Partikel-partikel yang memiliki ukuran dan kepadatan lebih kecil akan terbawa oleh aliran air, dimana partikel yang lebih kasar dan berat akan mengendap.

2.2.3 Konsentrasi (*Concentration*)

Proses penting yang berikutnya pengolahan mineral, setelah kominusi dan pengukuran, adalah pemisahan mineral-mineral berharga dari gangue, contohnya proses konsentrasi. Konsentrasi biasanya dilakukan dengan memanfaatkan beberapa perbedaan spesifik dalam sifat fisik dan kimia dari logam dan senyawa gangue di dalam bijih. Dalam konsentrasi beberapa pengertian yang digunakan adalah^[6]:

1. *Head* adalah pengumpan ke dalam sistem konsentrasi.
2. *Konsentrat* didefinisikan sebagai mineral berharga yang terpisah dari bijih melalui perlakuan spesifik.
3. *Tailing* adalah fraksi dari bijih yang tidak diinginkan pada proses pemisahan. Biasanya merupakan porsi yang tidak berharga, contohnya adalah bahan buangan.
4. *Middlings* adalah partikel-partikel dari mineral berharga dan gangue yang tersimpan, contohnya pada saat proses pelepasan tidak tercapai. Proses pelepasan lanjutan dapat dicapai dengan melakukan kominusi lanjutan.
5. *Recovery* adalah persentasi dari jumlah keseluruhan logam, terkandung dalam bijih yang didapatkan kembali di dalam konsentrat.

Beberapa metode dari proses konsentrasi yang dilakukan berdasarkan dari sifat fisik mineral, yaitu^[6] :

1. Pemisahan yang tergantung pada sifat optik dan radioaktif dari mineral, contohnya *hand pickling*, *optical sorting*, *radioactive sorting*, dan lain-lain.
2. Pemisahan yang tergantung pada perbedaan *specific gravity* atau kepadatan dari mineral, contohnya media pemisahan berat, *jigs*, *cones*, tabel konsentrasi, dan lain-lain.
3. Pemisahan memanfaatkan perbedaan sifat permukaan dari mineral, contohnya menggunakan *froth flotation*, dan lain-lain.
4. Pemisahan yang tergantung dari sifat magnetis dari mineral, contohnya sifat magnetik tinggi dan rendah, pemisah magnetis kering dan basah, dan lain-lain.
5. Pemisahan yang tergantung dari sifat konduktivitas listrik dari mineral, contohnya pemisah elektrostatik, dan lain-lain.

2.3 Ekstraksi Aluminium (Hidrometalurgi)

Proses hidrometalurgi memiliki beberapa definisi, salah satunya hidrometalurgi merupakan pengolahan bijih mineral yang terkonsentrasi pada pelindihan bijih, konsentrat dan *calcine* dalam larutan untuk melarutkan dan mendapatkan material yang berharga. Selain itu, proses hidrometalurgi adalah pemisahan substansi terlarut dari padatan dibantu oleh pelarut. Pelarut dapat berupa air dan cairan lainnya. Kelebihan serta kekurangan Hidrometalurgi adalah^[9]:

Kelebihan Hidrometalurgi, antara lain:

1. Tingkat ekstraksi tinggi dalam mengambil logam berharga
2. Membutuhkan bahan bakar dan energi yang sedikit
3. Peralatan yang dibutuhkan relatif sederhana dan murah, pengeluaran yang besar terdapat pada reagent kimia. Dalam beberapa proses, larutan mengalami regenerasi.
4. Cocok untuk bijih dengan kandungan rendah dalam bentuk konsentrat, contohnya konsentrat emas dan zink, ekstraksi Al_2O_3 (Proses Bayer).

Kekurangan hidrometalurgi, antara lain:

1. Sedikit mencemari lingkungan.
2. Banyak material yang tidak bereaksi dengan metode pelindihan.

Berikut ini metode–metode pelindihan (*leaching*):

1. Pelindihan ditempat (in situ), contoh: air tambang untuk pelindihan $CuSO_4$
2. Pelindihan menumpuk (ukuran bijih $-20cm$), pelindihan timbunan
3. Pelindihan halus (ukuran bijih sampai dengan $6mm$) pada kolam besar atau tank
4. Pelindihan agitative (lumpur) dilaksanakan dengan mengagitasi padatan halus pada tanki baja (secara mekanik atau menggunakan udara)
5. Pelindihan tekanan pada autoclave

Sementara jika ditinjau secara umum, proses pelindihan pada ekstraksi aluminium dibagi menjadi 2, yaitu:

1. Proses Asam (*Acid Process*)
2. Proses Alkaline (*Alkaline Process*)

2.3.1 Proses Asam

Proses asam atau dikenal dengan *acid process* merupakan proses ekstraksi bauksit dimana bijih bauksit dilarutkan dalam suatu asam (misalnya H_2SO_4 dan HCl yang menghasilkan garam larut), hasil yang akan diperoleh antara lain Al_2SO_4 dan $AlCl_3$ sementara pengotor akan tinggal dalam residu yang tidak mudah larut. Dari garam Al akan diperoleh $Al(OH)_3$ yang kemudian dikalsinasi menjadi Al_2O_3 . Proses ini memiliki keuntungan dan kerugian tersendiri, yaitu:

Keuntungan:

Proses asam mudah digunakan untuk memisahkan silika dari alumina (tertinggal dalam residu), baik untuk bijih dengan kadar SiO_2 tinggi.

Kerugian:

- a. Garam–garam Ti dan Fe ikut larut bersama garam Al sehingga sulit dipisahkan karena sifat yang sama.
- b. Dibutuhkan alat yang benar–benar tahan asam sehingga mahal.
- c. Sulit melakukan *acid recycling*.

Reaksi kimia yang dapat muncul selama pelarutan bijih aluminium dengan asam klorida adalah sebagai berikut.^[11]



2.3.2 Proses Alkaline

Proses Alkaline atau *alkaline process* adalah proses ekstraksi bauksit dengan cara menambah $NaOH$ atau Na_2CO_3 pada bauksit, terkadang ditambahkan sedikit batu kapur (*limestone*) sebagai penstabil. Dari reaksi akan didapatkan Na-Aluminate yang larut dalam air dan dengan mudah dipisahkan dari residunya. Larutan aluminat yang masih mengandung pengotor dan akan dipisahkan menjadi

$\text{Al}(\text{OH})_3$ dan dikalsinasi untuk memperoleh Al_2O_3 . Keuntungan proses ini adalah oksida Ti, Fe dan Ca akan tetap tinggal sebagai residu. Sedangkan kerugiannya mineral silikat terutama *kaolinite* akan bereaksi dengan alkali sehingga sebagian alkali akan terbuang dan alumina akan terkotori oleh SiO_2 .^[12] Oleh karena itu, proses alkaline lebih banyak diperuntukkan bauksit dengan kadar SiO_2 yang rendah. Contoh proses alkaline, yaitu: Le Chatelier dan Proses Bayer.

2.3.2.1 Le Chatelier

Metode Le Chatelier hampir serupa dengan Proses Bayer, perbedaannya adalah Metode Le Chatelier digunakan untuk bauksit dengan kadar Si 6–14 %, sedangkan Proses Bayer digunakan untuk bauksit dengan kadar Si rendah <6% (berat alumina yang hilang 1,1 kali kadar silika dan berat NaOH yang hilang 1,2 kali kadar silika). Tetapi keduanya memiliki persamaan yaitu keduanya dilakukan di *Molten Salt Electrolysis* dalam media kryolit cair.

2.3.2.2 Proses Bayer

Bayer Proses (untuk alumina) saat ini melibatkan dua langkah^[13]

- Pelindian bertekanan dari bauksit dengan larutan NaOH untuk mendapatkan larutan sodium aluminat.
- Presipitasi aluminium hidroksida murni dari larutan tersebut dengan pemberian kristal murni alumina $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Proses Bayer adalah suatu proses ekstraksi selektif dengan cara melarutkan komponen, seperti oksida, di dalam larutan sodium hidroksida (NaOH). Proses Bayer melibatkan pencernaan bauksit yang telah dihancurkan pada larutan konsentrat sodium hidroksida (NaOH) pada temperatur hingga 270°C ^[14]

Pada sebuah pabrik Bayer, mineralogi dari bijih mempengaruhi efisiensi dari proses dengan menghasilkan reaksi kimia dari unsur-unsur yang terdapat pada bijih tersebut yang muncul sepanjang proses Bayer. Kandungan dan morfologi dari mineral pembawa alumina dan pengotor lainnya dengan kelarutan yang berbeda-beda pada larutan pelindian, menjadi sangat penting dalam menentukan ekstraksi alumina, kemurnian produk akhir, hilangnya soda kaustik

dan konsumsi energi.^[15] Parameter-parameter ini akan mempengaruhi biaya produksi pengolahan bijih tersebut.

Reaksi-reaksi utama yang terjadi saat proses Bayer adalah sebagai berikut:^[16]



Untuk dapat melarutkan aluminium menjadi ion-ionnya, larutan basa sodium hidroksida (NaOH) diharuskan berada pada daerah korosif pada Diagram Pourbaix aluminium. Diagram Pourbaix untuk aluminium dapat dilihat pada Gambar 2.2. Sedangkan untuk mendapatkan larutan NaOH yang harus dilakukan adalah menghitung mol dan molaritas (konsentrasi). Berikut adalah persamaan yang digunakan untuk menghitung mol dan molaritas^[17].

$$n = \frac{Gr}{Mr} \quad (2.9)$$

$$M = \frac{n}{V} \quad (2.10)$$

Keterangan :

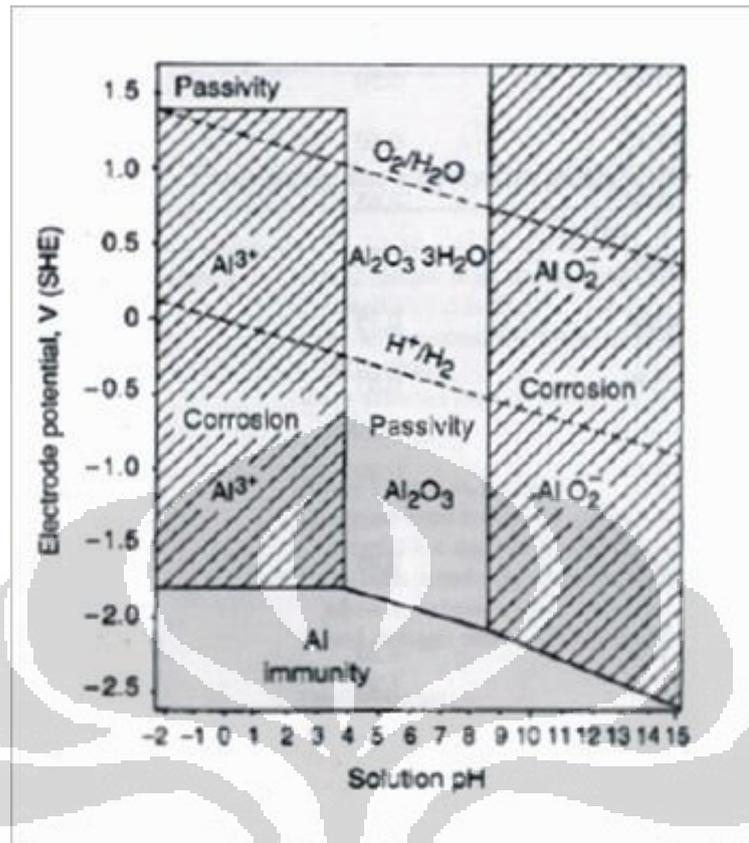
n = mol zat terlarut

Gr = massa dari soda api

Mr = Massa molar senyawa

M = molaritas

V = Liter larutan



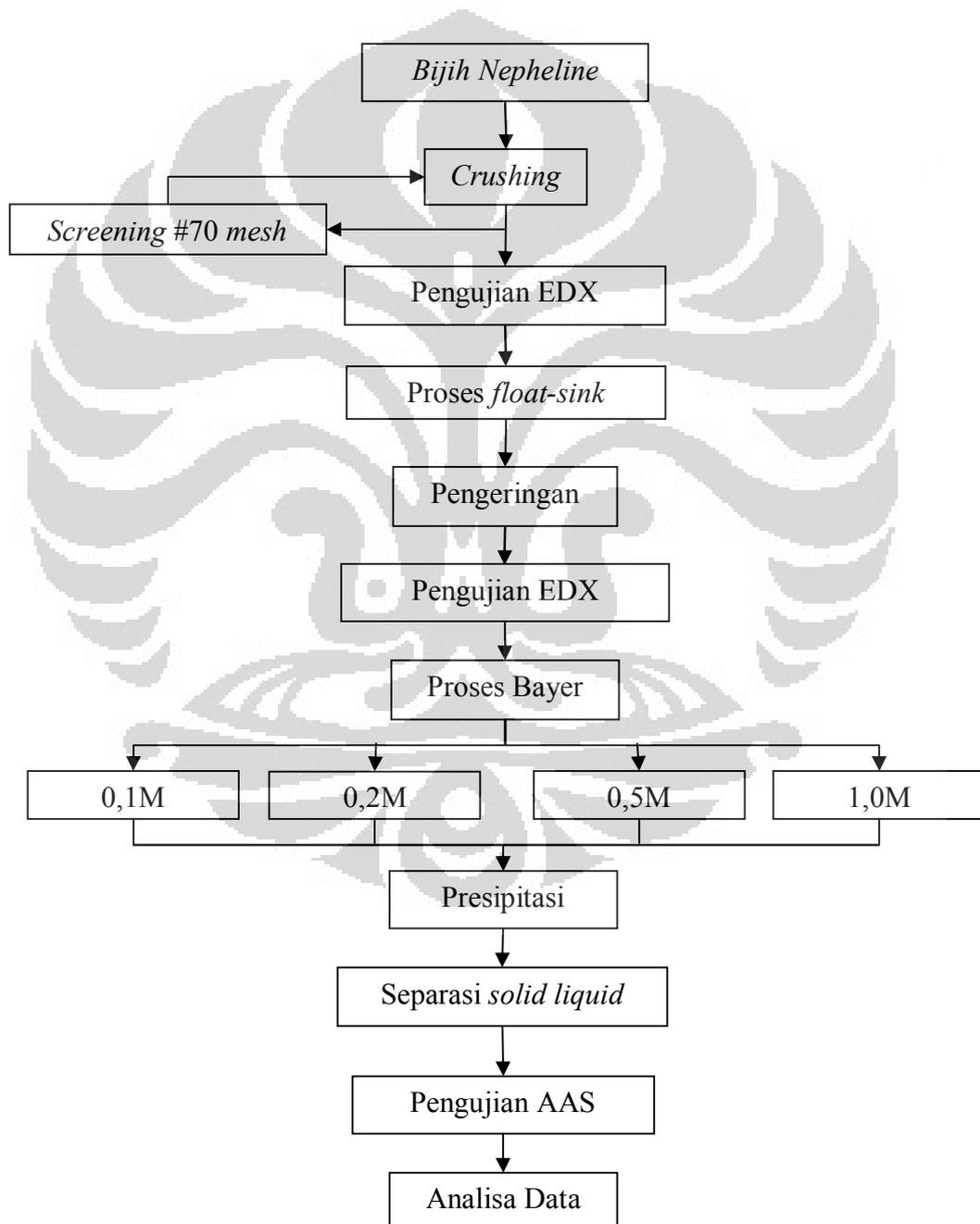
Gambar 2.2. Diagram Pourbaix Aluminium^[18]

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Untuk memudahkan penelitian maka dibuatlah diagram alir penelitian sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2. Alat dan Bahan

Beberapa alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah:

1. Alat
 - a. Palu
 - b. Alat penumbuk
 - c. Alat penggerus
 - d. Mesin dan wadah pengayakan
 - e. Wadah berbentuk lingkaran
 - f. Batang pengaduk
 - g. Kertas saring
 - h. Corong
 - i. *Beaker glass*
 - j. Timbangan digital
 - k. Oven
 - l. Gelas *stainless steel*
 - m. pH meter
 - n. Dapur Naberterm
 - o. Alat uji EDX dan AAS
2. Bahan
 - a. Bijih *nepheline*
 - b. Air ledeng
 - c. Air *aquadest*
 - d. Soda api (NaOH)

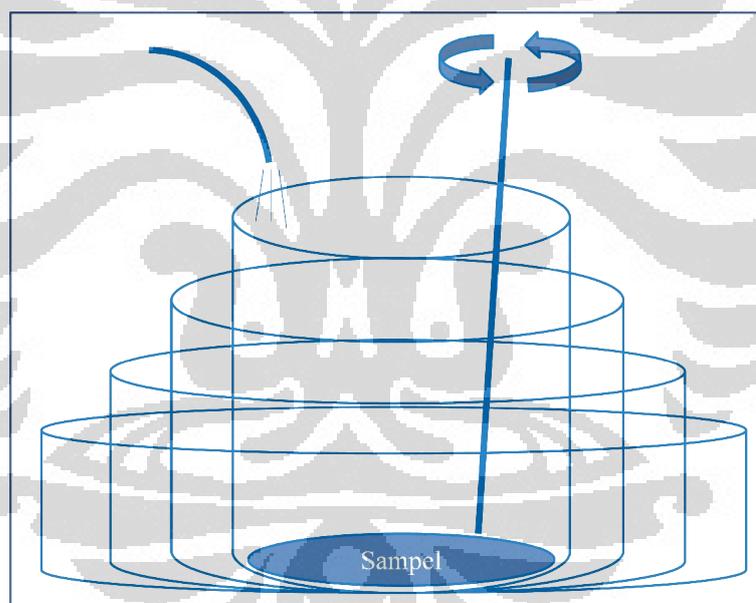
3.3 *Crushing*

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah bijih *nepheline* yang masih berbentuk batuan besar sehingga harus dihaluskan terlebih dahulu agar memiliki ukuran yang lebih kecil dan seragam. Selain itu, penggerusan juga bertujuan untuk membebaskan mineral berharga dari pengotornya.^[7] Penggerusan bijih dilakukan secara manual dengan menggunakan peralatan sederhana seperti mortar. Ukuran bijih mineral kemudian diseragamkan ukurannya dengan cara pengayakan menggunakan mesin pengayakan untuk mendapatkan bijih dengan

ukuran *mesh* #70. Sampel dengan ukuran lebih besar dari *mesh* #70 dilakukan proses penggerusan kembali dan diikuti dengan proses pengayakan kembali. Setelah didapatkan butiran *nepheline* berukuran homogen, dilakukan penimbangan sampel awal sebanyak 75 gram.

3.4 *Float-Sink Process*

Float-sink process merupakan salah satu metode klasifikasi. Klasifikasi ini dilakukan untuk memisahkan campuran dari partikel-partikel mineral menjadi dua atau lebih produk menurut kecepatan pengendapannya dalam air, dalam udara atau dalam cairan lainnya. Partikel-partikel yang memiliki ukuran dan kepadatan lebih kecil akan terbawa oleh aliran air, dimana partikel yang lebih kasar dan berat akan mengendap.^[6] Proses ini menggunakan perangkat percobaan yang disusun seperti Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Susunan Alat *Float-Sink Process*

Sampel akan dimasukkan ke wadah yang berada di tingkat pertama, kemudian wadah tersebut dialiri air secara perlahan dengan debit yang konstan. Selama pengaliran air berjalan, sampel juga terus diaduk dengan batang pengaduk agar terjadi aliran fluida yang baik. Material ringan dari bijih yang berada di wadah pertama kemudian akan meluap bersama aliran air ke wadah kedua dan seterusnya sedangkan material berat akan tetap mengendap di wadah pertama. Setelah luapan memenuhi wadah terakhir, aliran air dihentikan dan sampel

dibiarkan mengendap agar memudahkan penyaringan. Hasil saringan berupa endapan yang akan dikeringkan untuk menghilangkan air. Pengeringan dilakukan dengan menggunakan oven dengan temperatur 130°C selama 30 menit. Proses ini dilakukan untuk masing-masing wadah. Sampel hasil *float-sink* dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Sampel Hasil Proses *Float-Sink*

3.5 Proses Pelindian

Proses pelindian dilakukan menggunakan metode proses Bayer, oleh karena itu larutan yang digunakan merupakan basa berupa NaOH. NaOH yang digunakan adalah NaOH teknis yang dibuat dengan melarutkan (sodium hidroksida) dengan aquadest. Proses pelindian dilakukan menggunakan larutan NaOH dengan konsentrasi yang bervariasi mulai dari 0,1 M, 0,2M, 0,5M, dan 1,0M. Larutan NaOH dibuat dengan mencampurkan soda api dengan air sesuai dengan Persamaan 2.9 dan 2.10

Jika diinginkan larutan NaOH 1M sebanyak 1 liter maka nilai n yang dibutuhkan menurut persamaan diatas adalah 1. Diketahui berat molekul dari soda api adalah 40, maka soda api yang digunakan adalah 40 gram untuk membuat larutan NaOH 1M sebanyak 1 liter. Jika dimasukkan ke dalam Persamaan 2.9 dan 2.10 maka akan didapat :

$$n = \frac{Gr}{Mr}$$

$$n = \frac{40 \text{ gram}}{40 \text{ gram/mol}}$$

$$n = 1 \text{ mol}$$

Nilai n dimasukkan ke dalam persamaan berikutnya:

$$M = \frac{n}{V}$$

$$M = \frac{1 \text{ mol}}{1 \text{ liter}}$$

$$M = 1M$$

Setelah diketahui jumlah soda api yang dibutuhkan, maka selanjutnya dilakukan proses pencampuran antara soda api tersebut dengan 1 liter aquadest hingga akhirnya didapat larutan NaOH 1M. pH larutan yang diinginkan harus berada pada daerah korosi jika dilihat pada diagram fasa aluminium, hal ini disebabkan karena pada daerah tersebut akan terbentuk ion-ion Al^{3+} yang ingin didapatkan agar dapat bereaksi dengan ion-ion OH^- dari larutan hingga membentuk $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Gelas stainless yang berisi campuran larutan dengan serbuk tersebut kemudian dimasukkan ke dalam dapur Naberterm untuk kemudian dipanaskan pada suhu 140°C dengan konsentrasi 0,1 M, 0,2M, 0,5M, dan 1,0M.

3.6 Separasi Larutan dan Padatan

Setelah dilakukan pemanasan pada suhu 140°C masing-masing larutan yang berada di dalam gelas dimasukkan ke dalam *beaker glass* untuk dilakukan proses pengendapan. *Beaker glass* didiamkan pada suhu ruang hingga terbentuknya lapisan pengendapan pada gelas tersebut.

Setelah terjadi pengendapan, kemudian dilakukan pemisahan antara larutan dengan residu padatan dalam *beaker glass*. Hasil dari pelindian terdiri dari cairan Sodium-Aluminate, mineral ikutan, dan serbuk pasir yang tidak atau belum bereaksi. Mineral ikutan dipisahkan dari cairan, dan kemudian dilakukan proses selanjutnya. Hasil larutan yang telah disaring kemudian di masukkan ke botol sampel sebagai kontainer sementara untuk proses karakterisasi selanjutnya yaitu AAS.

3.7 Karakterisasi

Ada 2 jenis karakterisasi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu EDX dan AAS. EDX digunakan untuk menghitung kadar komposisi mineral padatan pada sampel awal dan sampel hasil *float-sink*. Sedangkan AAS digunakan pada karakterisasi sampel dalam bentuk cairan yaitu hasil dari proses pelindian.

3.7.1 Uji EDX

Pengujian EDX (*Energy Dispersive X-Ray*) dilakukan dengan alat EDX di Departemen Metalurgi dan Material FTUI. Pengujian EDX ini hanya untuk menguji sampel untuk karakteristik sampel awal *nephline* dan sampel hasil float-sink. Output dari pengujian EDX ini adalah persentase kadar unsur-unsur yang terdapat dalam sampel yang diujikan.

Hasil EDX memiliki beberapa keterbatasan, salah satunya adalah detektor EDAX tidak mampu mendeteksi keberadaan elemen dengan nomor atom kurang dari 5, artinya EDAX tidak dapat mendeteksi H, He, Li, ataupun Be. Selain itu, EDAX tidak mampu mendeteksi elemen dengan titik puncak yang terlampaui besar energinya (*overlapping peaks*) misalnya Ti K β and V K α , Mn K β and Fe K α

3.7.2 Uji AAS

Pengujian AAS (*Atomic Absorber Spectroscopy*) dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta. Sampel yang diujikan dengan mesin AAS berupa cairan. Oleh karena itu jika sampel dalam bentuk padatan harus didestruksi terlebih dahulu agar dapat dianalisis oleh mesin AAS. Filtrat kemudian dianalisis kandungan nikelnya dengan menggunakan mesin AAS. Sebelum digunakan mesin AAS harus distandarisasi dulu menggunakan standar yang sudah ditetapkan. Output dari mesin AAS ini berupa konsentrasi unsur nikel dalam satuan ppm (mg/l).

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Karakteristik Awal Sampel

Pada awal penelitian ini, dilakukan karakterisasi terhadap sampel, yaitu bijih *nepheline*. Hasil observasi secara visual menunjukkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Bijih *nepheline* berwarna keabu-abuan
2. Bila dibandingkan dengan literatur bijih berwarna tersebut memiliki pengotor berupa silika dengan kadar yang tinggi dan kadar besi yang rendah.



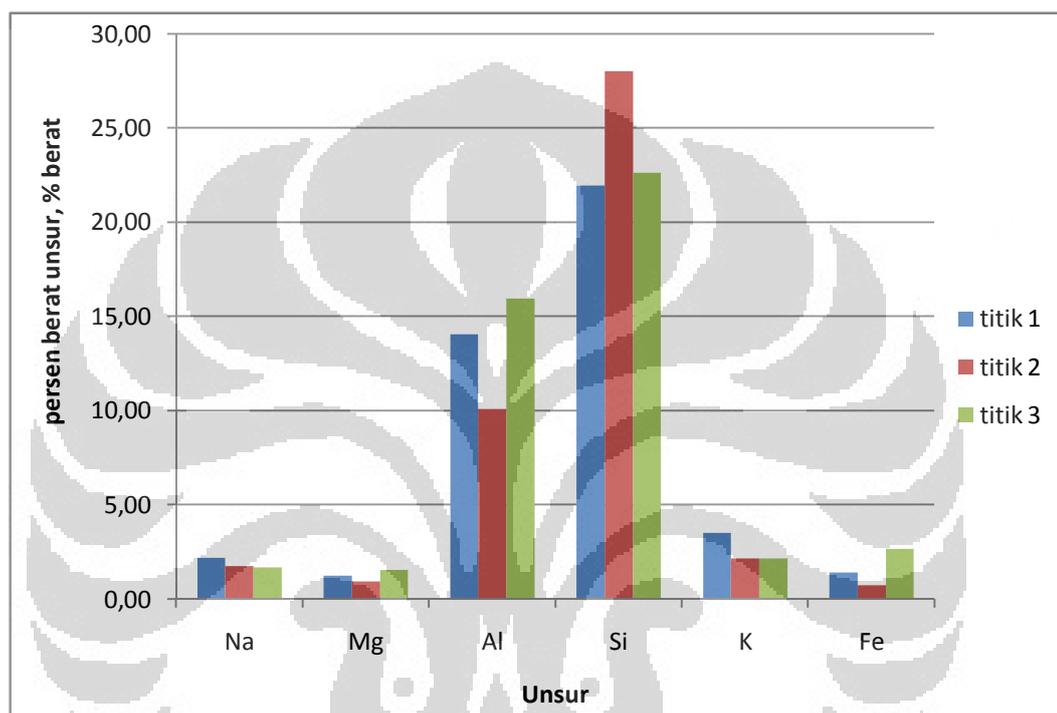
Gambar 4.1 Bijih *Nepheline* yang Digunakan

Kemudian, proses selanjutnya yang dilakukan adalah karakterisasi awal dengan pengujian *Energy Dispersive X-Ray Analysis* (EDX). Dengan melakukan pengujian ini maka akan didapatkan data berupa persentase komposisi unsur yang terkandung dalam bijih. Sampel yang dijadikan sebagai sampel karakterisasi adalah sampel *nepheline* yang telah digerus, digiling dan diayak dengan ukuran partikel lebih kecil dari 200 μ m.

Karakterisasi dengan menggunakan EDX dilakukan pada 3 titik yang berbeda, hasilnya terlihat pada Tabel 4.1 dan diilustrasikan dalam grafik pada Gambar 4.2

Tabel 4.1 Data Pengujian Komposisi *Nepheline* menggunakan EDAX

Sampel	Na (%)	Mg (%)	Al (%)	Si (%)	K (%)	Fe (%)
titik 1	2,22	1,26	14,06	21,96	3,53	1,44
titik 2	1,75	0,94	10,10	28,02	2,16	0,74
titik 3	1,70	1,55	15,98	22,64	2,16	2,69
rata-rata	1,89	1,25	13,38	24,21	2,62	1,62

**Gambar 4.2** Grafik Komposisi Bahan Baku *Nepheline* dengan Pengujian EDAX

Jika dilihat dari Tabel 4.1 dan Gambar 4.2 di atas, diketahui bahwa jumlah silikon menjadi unsur yang dominan pada bijih *nepheline* tersebut dengan nilai rata-rata sebesar 24,21%. Kemudian aluminium memiliki kadar dengan nilai rata-rata 13,38%. Sedangkan besi memiliki kadar dengan nilai-rata-rata sebesar 1,62%. Dengan kadar silikon yang tinggi dan unsur besi yang rendah menyebabkan warna pada *nepheline* menjadi putih keabu-abuan seperti pada Gambar 4.1.

Perbedaan persentase kadar dari ketiga titik pada pengujian EDX tersebut terjadi karena sinar X yang ditembakkan ke sampel hanya mendeteksi unsur yang terdapat pada permukaan dari partikel tempat ketiga titik itu berada. Untuk mendapatkan hasil EDX yang lebih baik, diperlukan penembakan lebih banyak di titik-titik yang lain agar mendapat nilai yang lebih representatif.

4.2 Hasil Pengujian EDAX Setelah Proses *Float-Sink*

Proses *float-sink* dilakukan dengan menggunakan 4 wadah kolom yang disusun sesuai dengan ketinggian dari wadah tersebut. Sampel *nepheline* dimasukan pada wadah 1. Kemudian wadah 1 tersebut dialiri air dengan kecepatan lambat dan konstan hingga air dari wadah 1 tumpah untuk mengisi wadah 2 dan selanjutnya. Kemudian sampel yang terdapat kepada keempat wadah tersebut dikeringkan untuk dilakukan karakterisasi EDX. Karakterisasi EDX pada sampel proses float-sink ini bertujuan untuk melihat kinerja yang terjadi pada masing-masing wadah. Data lebih lengkap hasil proses float-sink dapat dilihat pada Tabel 4.2, 4.3, 4.5 dan 4.6.

Tabel 4.2 Data Pengujian Komposisi pada Wadah 1

Sampel	Na (%)	Mg (%)	Al (%)	Si (%)	K (%)	Fe (%)
titik 1	0,00	0,00	9,21	45,63	2,86	3,14
titik 2	0,00	0,00	12,93	38,07	4,68	1,23
titik 3	0,00	0,00	11,80	40,68	4,47	4,30
rata-rata	0,00	0,00	11,31	41,46	4,00	2,89

Tabel 4.3 Data Pengujian Komposisi pada Wadah 2

Sampel	Na (%)	Mg (%)	Al (%)	Si (%)	K (%)	Fe (%)
titik 1	1,00	1,57	16,44	28,25	5,90	4,72
titik 2	1,26	1,41	17,78	30,42	5,61	1,35
titik 3	1,27	1,13	16,66	33,12	5,05	4,18
rata-rata	1,18	1,37	16,96	30,60	5,52	3,42

Tabel 4.4 Data Pengujian Komposisi pada Wadah 3

Sampel	Na (%)	Mg (%)	Al (%)	Si (%)	K (%)	Fe (%)
titik 1	0,00	0,93	14,37	22,48	4,61	2,77
titik 2	0,00	1,08	18,03	27,98	5,84	2,72
titik 3	0,00	0,86	17,08	30,20	6,27	4,77
rata-rata	0,00	0,96	16,49	26,89	5,57	3,42

Tabel 4.5 Data Pengujian Komposisi pada Wadah 4

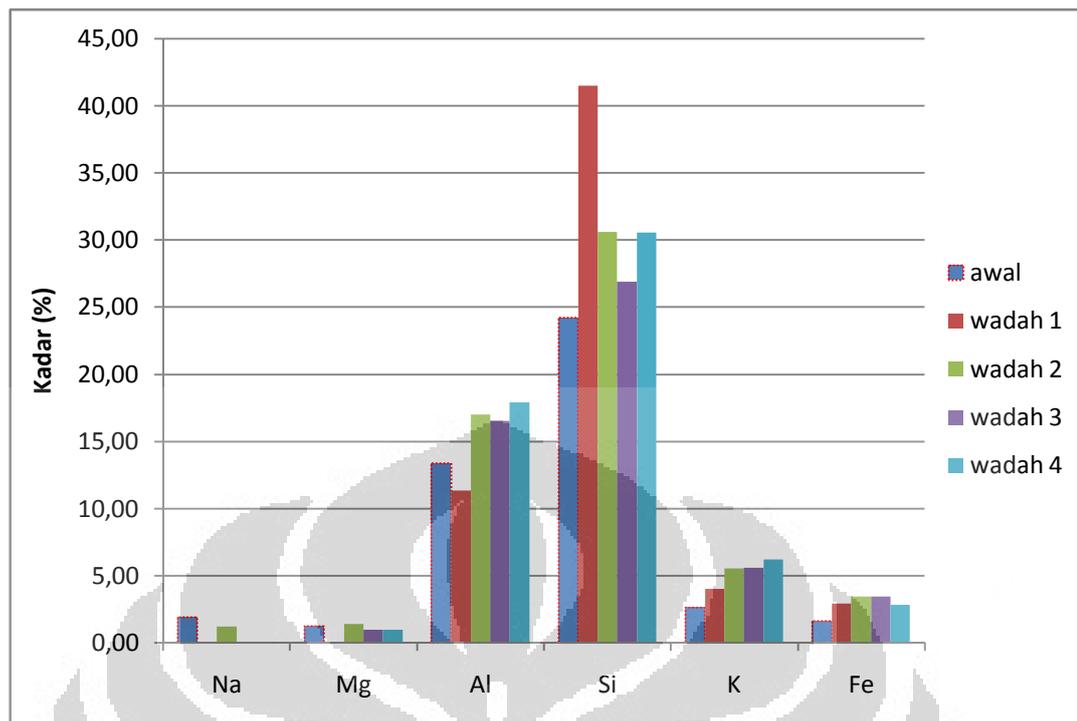
Sampel	Na (%)	Mg (%)	Al (%)	Si (%)	K (%)	Fe (%)
titik 1	0,00	1,15	22,77	27,54	7,32	2,54
titik 2	0,00	0,76	10,82	37,55	3,49	3,98
titik 3	0,00	0,98	20,12	26,56	7,70	1,95
rata-rata	0,00	0,96	17,90	30,55	6,17	2,82

Dari hasil karakterisasi pada Tabel 4.2 kita lihat tidak terdeteksinya natrium dan magnesium pada wadah 1. menunjukkan bahwa kedua unsur tersebut mengalir bersama air dari wadah tersebut karena massa jenisnya yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan unsur-unsur yang tertinggal di wadah 1 seperti aluminium, silikon, kalium dan besi.

Selain itu dapat lihat terdapatnya tren yang menunjukkan perubahan kadar pada unsur-unsur lainnya. Selain silikon, unsur-unsur lainnya memiliki tren penurunan kadarnya masing-masing. Hal ini menunjukkan bahwa proses *float-sink* dapat berperan sebagai salah satu cara pengayaan mineral. Tren perubahan kadar unsur-unsur pada proses *float-sink* dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan Gambar 4.3.

Tabel 4.6 Data Pengujian Komposisi Rata-rata Dengan Menggunakan EDAX

Sampel	Na (%)	Mg (%)	Al (%)	Si (%)	K (%)	Fe (%)
awal	1,89	1,25	13,38	24,21	2,62	1,62
wadah 1	0,00	0,00	11,31	41,46	4,00	2,89
wadah 2	1,18	1,37	16,96	30,60	5,52	3,42
wadah 3	0,00	0,96	16,49	26,89	5,57	3,42
wadah 4	0,00	0,96	17,90	30,55	6,17	2,82



Gambar 4.3 Grafik Komposisi *Nepheline* Hasil *Float-Sink* dengan Pengujian EDAX

4.3 Hasil Pengujian AAS Sampel Hasil Pelindian

Sebelum pengujian AAS dilakukan, masing-masing sampel yang setelah diambil dari proses *float-sink* dilakukan proses pelindian terlebih dahulu. Pada proses ini, sampel dengan masing-masing berat 20gr/200ml dimasukkan ke dalam 4 larutan dengan konsentrasi berbeda dan waktu pelindian selama 60 menit dan temperaturnya sekitar 140°C. Larutan kemudian disaring untuk memisahkan filtrat dengan residunya. Setelah proses penyaringan selesai, baru dilakukan pengujian AAS. Pengujian ini dilakukan di UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. Uji AAS dilakukan dengan menggunakan alat AAS PerkinElmer Analyst 700. Adapun hasil pengujian AAS dengan parameter Aluminium yang akan dilihat masih dalam bentuk ppm atau mg/l seperti yang dapat kita lihat pada Tabel 4.6 di bawah ini.

Tabel 4.7 Data Hasil Pengujian AAS Pada Sampel Hasil Pelindian

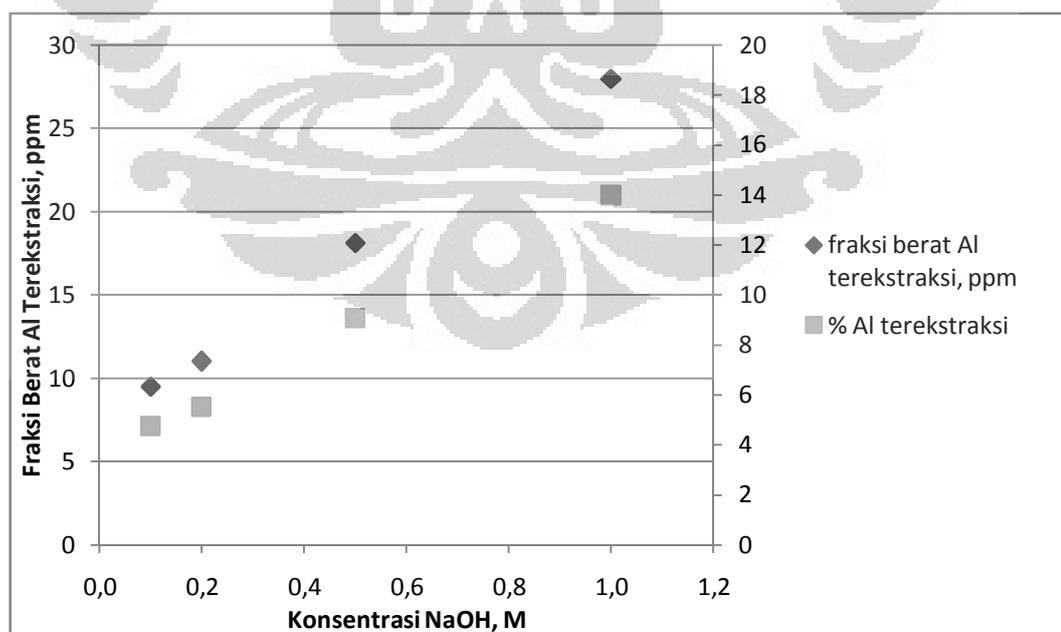
Sampel	Parameter	Satuan	Hasil	Metode
0,1 M	Al	mg/L	9,84	GFAAS
0,2 M	Al	mg/L	11,01	GFAAS
0,5 M	Al	mg/L	18,13	GFAAS
1,0 M	Al	mg/L	27,69	GFAAS

Hasil peningkatan konsentrasi aluminium yang dalam bentuk ppm ini kemudian akan diolah lagi ke dalam bentuk persentase peningkatan konsentrasi dengan menggunakan rumus seperti dibawah ini :

$\% \text{ peningkatan konsentrasi} = \text{Hasil dalam ppm} / (\% \text{ sampel awal} \times \text{feed dalam ppm})$. Sehingga didapatkan kadar nikel sebagai berikut :

- Untuk sampel dengan pelindian dengan larutan NaOH 0,1M didapatkan kadar Ni sebesar 4,92%
- Untuk sampel dengan pelindian dengan larutan NaOH 0,2M didapatkan kadar Ni sebesar 5,51%
- Untuk sampel dengan pelindian dengan larutan NaOH 0,5M didapatkan kadar Ni sebesar 9,07%
- Untuk sampel dengan pelindian dengan larutan NaOH 0,6M didapatkan kadar Ni sebesar 13,85%

Kadar sampel sebelum pelindian adalah 0,1%. Hasil didapatkan dari percobaan AAS. Jika dilihat dari grafik pada Gambar 4.4 didapatkan fakta bahwa peningkatan konsentrasi aluminium meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi NaOH yang diberikan kepada sampel tersebut.

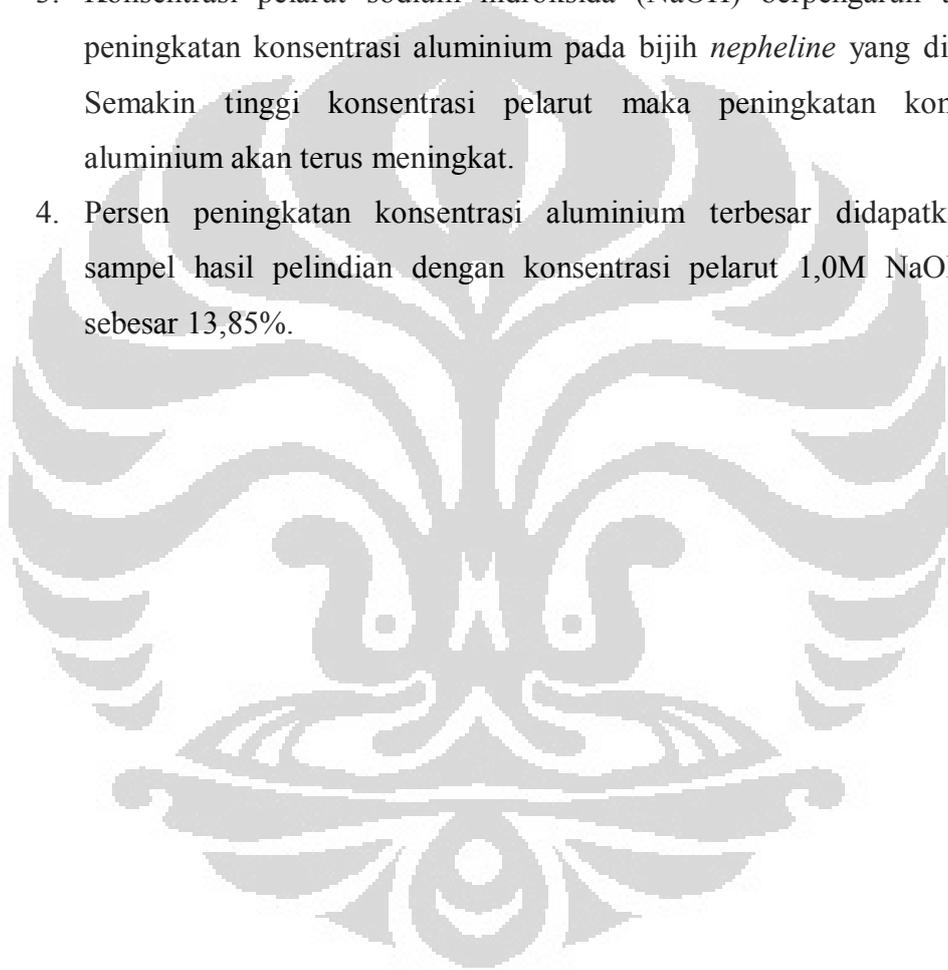


Gambar 4.4 Grafik Peningkatan Konsentrasi Al Hasil Pengujian AAS

BAB 5

KESIMPULAN

1. Bijih *nepheline* yang digunakan pada penelitian ini adalah bijih aluminium kadar rendah dengan kadar aluminium 13,38% dan silikon sebesar 24,21%.
2. Proses klasifikasi dengan proses *float-sink* terbukti dapat menjadi salah satu metode pengayaan mineral yang terdapat pada bijih *nepheline*.
3. Konsentrasi pelarut sodium hidroksida (NaOH) berpengaruh terhadap peningkatan konsentrasi aluminium pada bijih *nepheline* yang direduksi. Semakin tinggi konsentrasi pelarut maka peningkatan konsentrasi aluminium akan terus meningkat.
4. Persen peningkatan konsentrasi aluminium terbesar didapatkan dari sampel hasil pelindian dengan konsentrasi pelarut 1,0M NaOH yaitu sebesar 13,85%.



REFERENSI

1. "Statistics". *B2B alunet.com*. 3 Juli 2012 < <http://www.alunet.com/Statistics.aspx>>
2. Wening, Elisabet. *Skripsi: Studi Pengaruh Klasifikasi Dengan Media Air Pada Bauksit Kabupaten Tayan, Kalimantan Barat*. Depok: Departemen Metalurgi dan Material FTUI. 2009.
3. Al-Zahrani, A.A., M.H. Abdul-Mazid, "Extraction of Alumina from Local Clays by Hydrochloric Acid Process". *JKAU: Eng. Sci.*, Vol. 20 No.2, pp: 29-41. 2009
4. Cardarelli, Francois. *Materials Handbook: A Concise Desktop Reference. - 2nd ed.* Springer. London. 2008
5. Ciullo, Peter A. *Industrial Minerals and Their Uses: A Handbook and Formulary*. Noyes Publication. New Jersey. 1996
6. Altenpohl, Dietrich. *Aluminum Viewed from Within: An Introduction Into The Metallurgy of Aluminum Fabrication*. Aluminium-Verlag. 1982
7. Dolan, M.L., D.H. Hains, D.R. Ash. High-Alumina Rocks in Ontario: Resources and Process Technology. *Ontario Ministry of Northern Development and Mines, Industrial Minerals Background Paper 10*. 1991
8. Liu Zhanwei, Li Wangxing, Chen Wenmi, Liu Bin "The Application of Nepheline In Alumina Industry. *Light Metals* (2008)
9. Topkaya, Yavuz A. *Lecture Notes: Chemical Principles of Material Production*. Jepang. 2005
10. Wills, Barry Alan. "*Mineral Processing Technology: an Introduction to The Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral Recovery 4th edition*". 1988
11. Gulfen, Gulsemin., Mustafa Gulfen, Ali Osman Aydin. "Dissolution Kinetics of Iron from Diasporic Bauxite In Hydrochlorics Acid Solution." *Indian Journal of Chemical Technology Vol 13* (2006): 386-390
12. Smith, Peter. "The Processing of High Silica Bauxites — Review of Existing and Potential Processes" *Hydrometallurgy* 98 (2009): 162–176

13. Habashi, Fathi.” Bayer's Process for Alumina Production: A Historical Perspective”. *Bull. Hist. Chem.* 17/18 (1995)
14. Hind, Andrew R., Suresh K. Bhargava, Stephen C. Grocott. “The surface chemistry of Bayer process solids: a review”. *A: Physicochemical and Engineering Aspects* 146 (1999) 359–374
15. Authier-Martin, M., G. Forté, S. Ostap, and J. See. “The Mineralogy of Bauxite for Producing Smelter-Grade Alumina” *JOM*, Volume 53, Issue 12, (2001) pp.36-40
16. Shu-hua Ma, Zong-guo Wen, Ji-ning Chen, Shi-li Zheng. “An Environmentally Friendly Design for Low-grade Diasporic-Bauxite Processing.” *Minerals Engineering* 22 (2009) 793–798
17. Chang, Raymond. *Kimia Dasar : Konsep-konsep Inti Edisi 3*. Penerbit Erlangga. 2005. Trans of *General Chemistry: The Essential Concepts*. 2003
18. “Anti-Corrosion.” 3 Juli 2012. <http://aispro.com/anti_corrosion.asp>



SEMQuant results. Listed at 14:28:46 on 16/06/12
 Operator: Ferdian
 Client: Departemen Teknik Metalurgi dan Material
 Job: Energy Dispersive X-ray Analysis
 Spectrum label: 0806-kolom 1-F8-1

System resolution = 61 eV

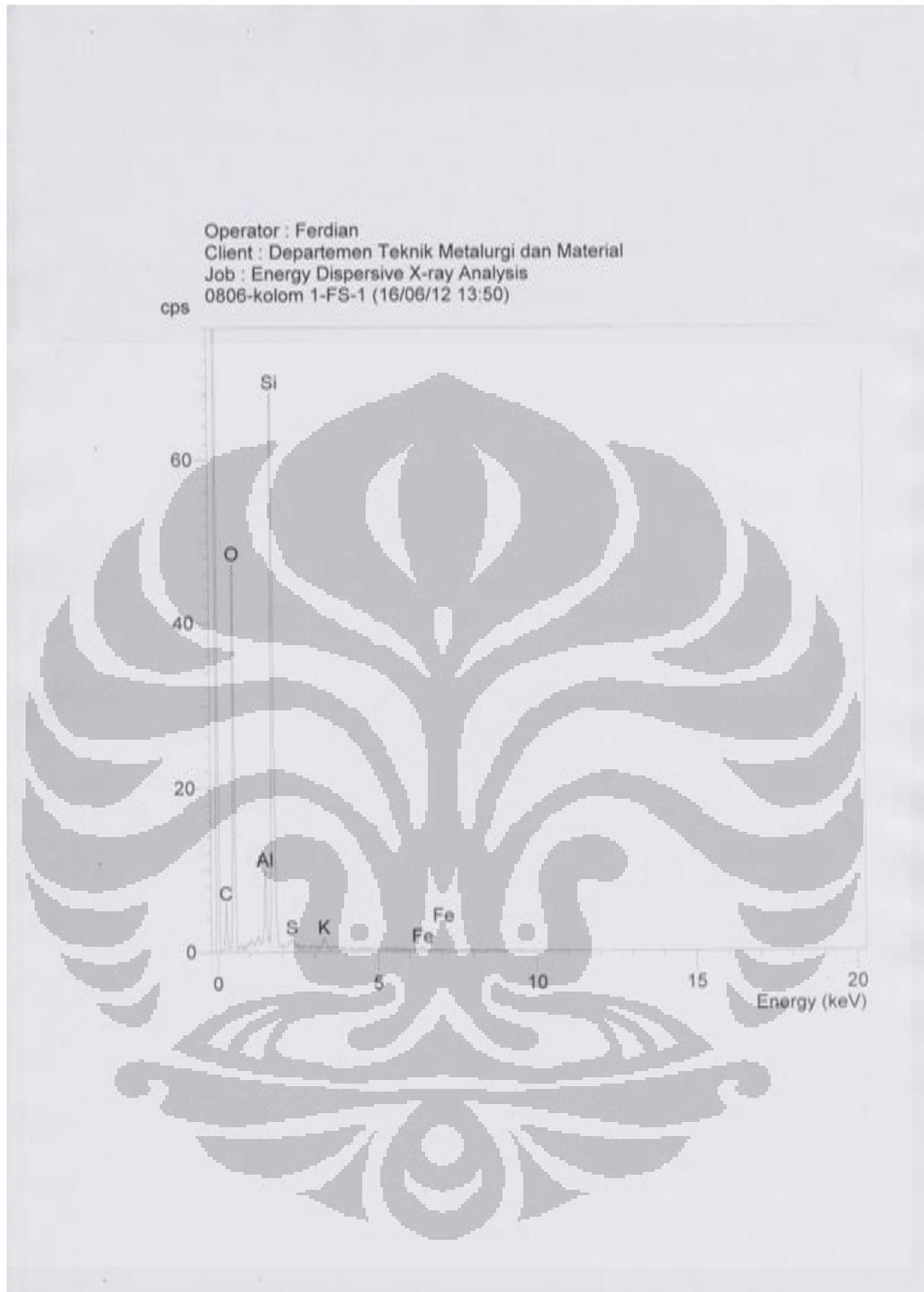
Quantitative method: ZAF (2 iterations).
 Analysed all elements and normalised results.

Standards :

C K	Carbon Low 13/09/06
O K	AL2O3 20/05/11
Al K	AL2O3 20/05/11
Si K	Jadeite 18/05/11
S K	FeS2 18/05/11
K K	Orthoclase 18/05/11
Fe K	FeS2 18/05/11

Elmt	Spect.	Element	Atomic
	Type	%	%
C K	ED	1.62	2.96
O K	ED	32.01	50.73
Al K	ED	8.21	7.48
Si K	ED	45.93	35.63
S K	ED	0.53	0.36
K K	ED	2.86	1.61
Fe K	ED	3.14	1.23
Total		100.00	100.00

* = +2 Sigma



SEMQuant results. Listed at 14:28:55 on 16/06/12
 Operator: Ferdian
 Client: Departemen Teknik Metalurgi dan Material
 Job: Energy Dispersive X-ray Analysis
 Spectrum label: 0806-kolom 1-F2-2

System resolution = 61 eV

Quantitative method: ZAF (2 iterations).
 Analysed all elements and normalized results.

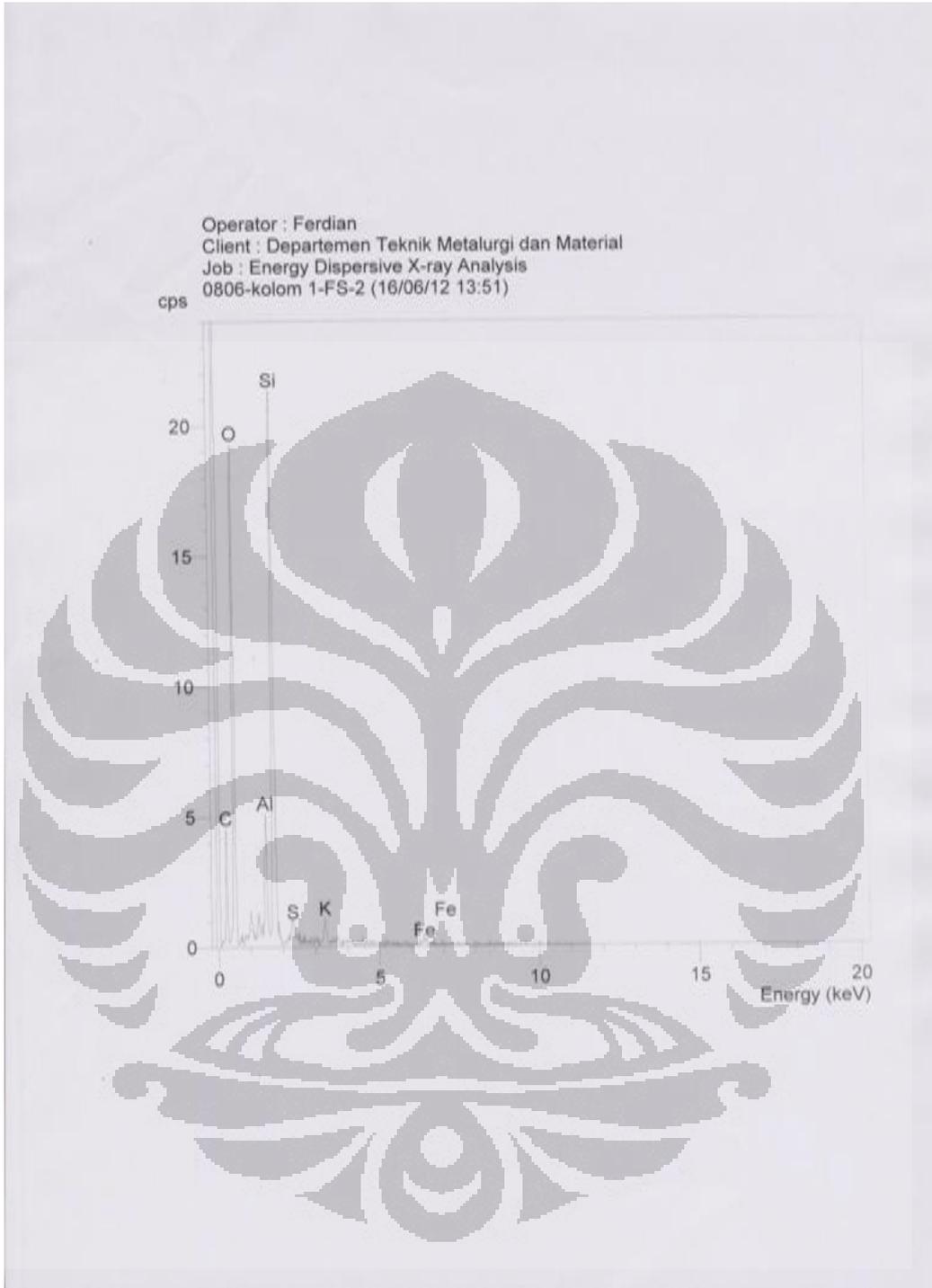
Standards :

C K Carbon Low 13/09/06
 O K AL2O3 20/05/11
 Al K AL2O3 20/05/11
 Si K Jadeite 18/05/11
 S K FeS2 18/05/11
 K K Orthoclase 18/05/11
 Fe K FeS2 18/05/11

Elmt	Spect.	Element	Atomic
	Type	%	%
C K	ED	3.50	6.38
O K	ED	35.07	48.59
Al K	ED	12.93	10.47
Si K	ED	38.07	29.62
S K	ED	0.95	0.64
K K	ED	4.68	2.62
Fe K	ED	4.30	1.68
Total		100.00	100.00

* - 42 Sigma





SEMQuant results. Listed at 14:29:13 on 16/06/12
 Operator: Ferdian
 Client: Departemen Teknik Metalurgi dan Material
 Job: Energy Dispersive X-ray Analysis
 Spectrum label: 0806-kolom 1-FS-3

System resolution = 61 eV

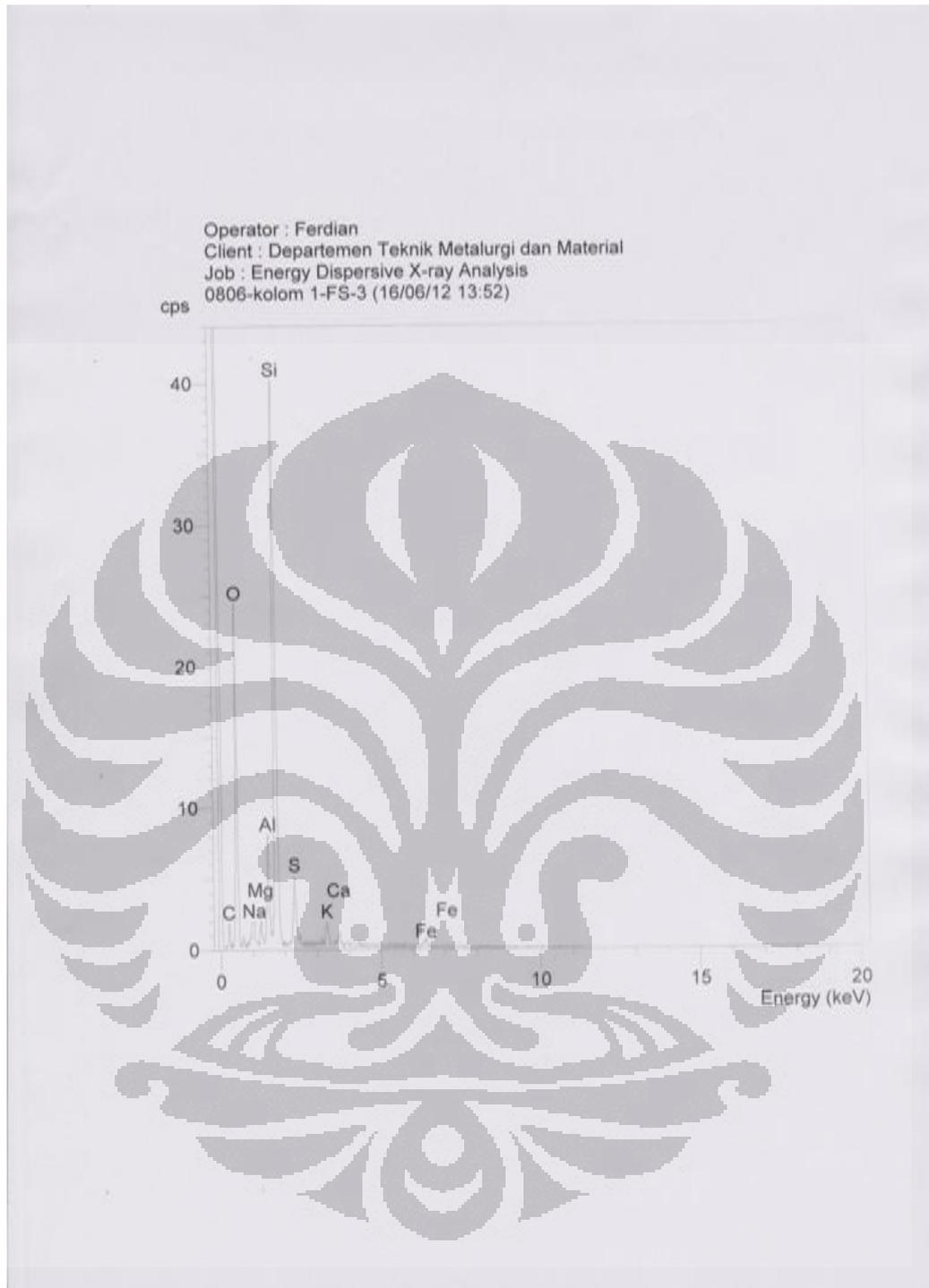
Quantitative method: EAF (2 iterations).
 Analyzed all elements and normalized results.

Standards :

C K Carbon Low 13/09/06
 O K AL2O3 20/05/11
 Na K Jadeite 18/05/11
 Mg K Magnesium Oxide 20/05/11
 Al K AL2O3 20/05/11
 Si K Jadeite 18/05/11
 S K FeS2 18/05/11
 K K Orthoclase 18/05/11
 Ca K Wollastonite 18/05/11
 Fe K FeS2 18/05/11

Elmt	Spect. Type	Element %	Atomic %
C K	ED	2.00	3.90
O K	ED	27.99	41.04
Na K	ED	1.17	1.19
Mg K	ED	1.13	1.09
Al K	ED	11.80	10.26
Si K	ED	40.48	33.98
S K	ED	3.53	2.58
K K	ED	4.47	2.68
Ca K	ED	1.46	0.82
Fe K	ED	5.82	2.45
Total		100.00	100.00

* = <2 Sigma



SEMQuant results. Listed at 14:29:27 on 16/06/12
 Operator: Fardiah
 Client: Departemen Teknik Metalurgi dan Material
 Job: Energy Dispersive X-ray Analysis
 Spectrum Label: 0806-kolom 2-PS-1

System resolution = 61 eV

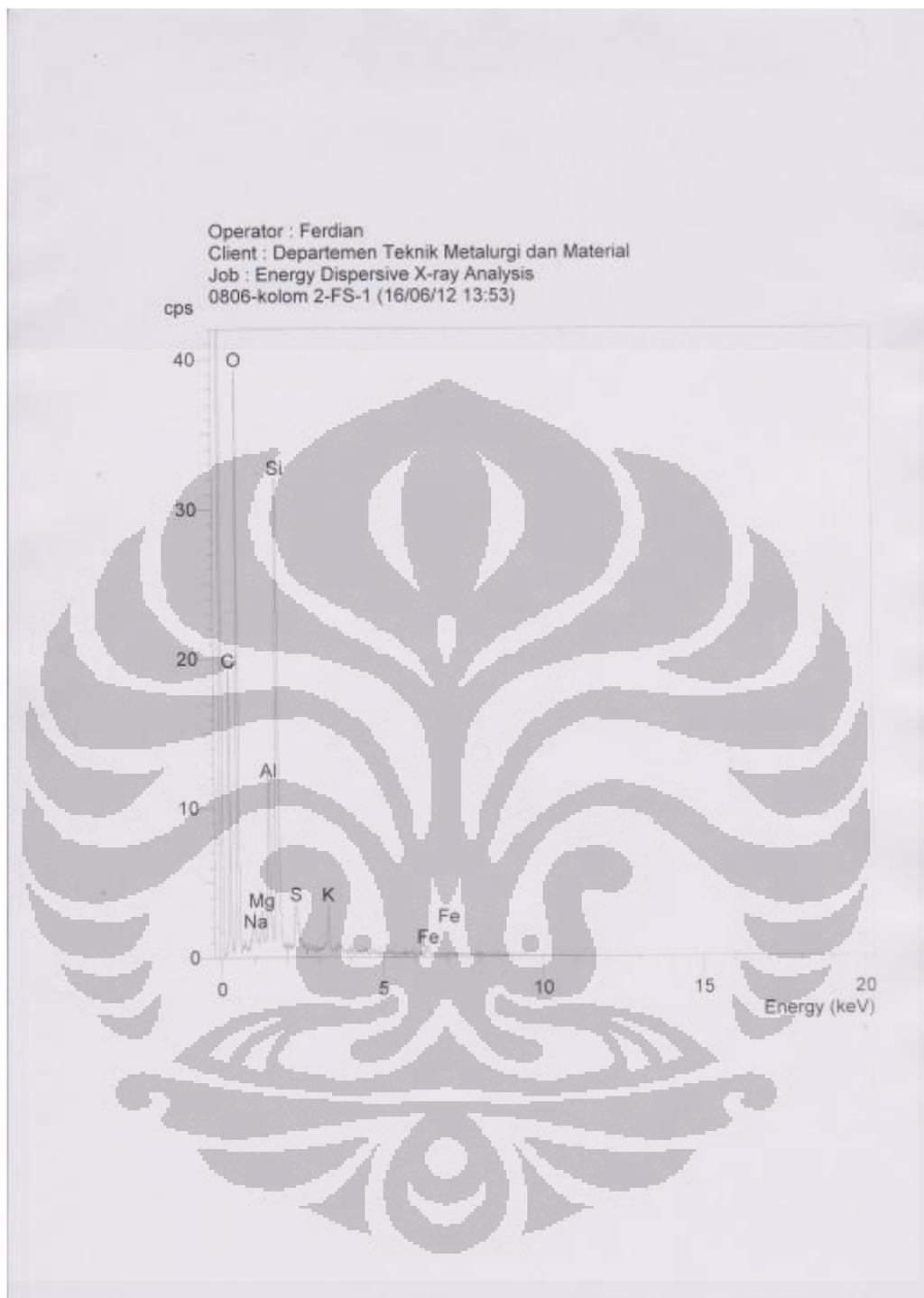
Quantitative method: ZAF (2 iterations).
 Analysed all elements and normalized results.

Standards :

C K Carbon Low 13/09/06
 O K AL2O3 20/05/11
 Na K Jadeite 18/05/11
 Mg K Magnesium Oxide 20/05/11
 Al K AL2O3 20/05/11
 Si K Jadeite 18/05/11
 S K FeS2 18/05/11
 K K Orthoclase 18/05/11
 Fe K FeS2 18/05/11

Elmt	Spect. Type	Element	Aoomic %
C K	ED	2.66	4.84
O K	ED	37.58	51.21
Na K	ED	1.00	0.95
Mg K	ED	1.57	1.41
Al K	ED	16.84	13.28
Si K	ED	28.25	21.92
S K	ED	1.86	1.26
K K	ED	5.95	3.29
Fe K	ED	4.72	1.84
Total		100.00	100.00

* = < 2 Sigma



SEMQuant results: Listed at 14:29:41 on 16/06/12
 Operator: Ferdian
 Client: Departemen Teknik Metalurgi dan Material
 Job: Energy Dispersive X-ray Analysis
 Spectrum Label: 0006-kolom 2-FS-2

System resolution = 61 eV

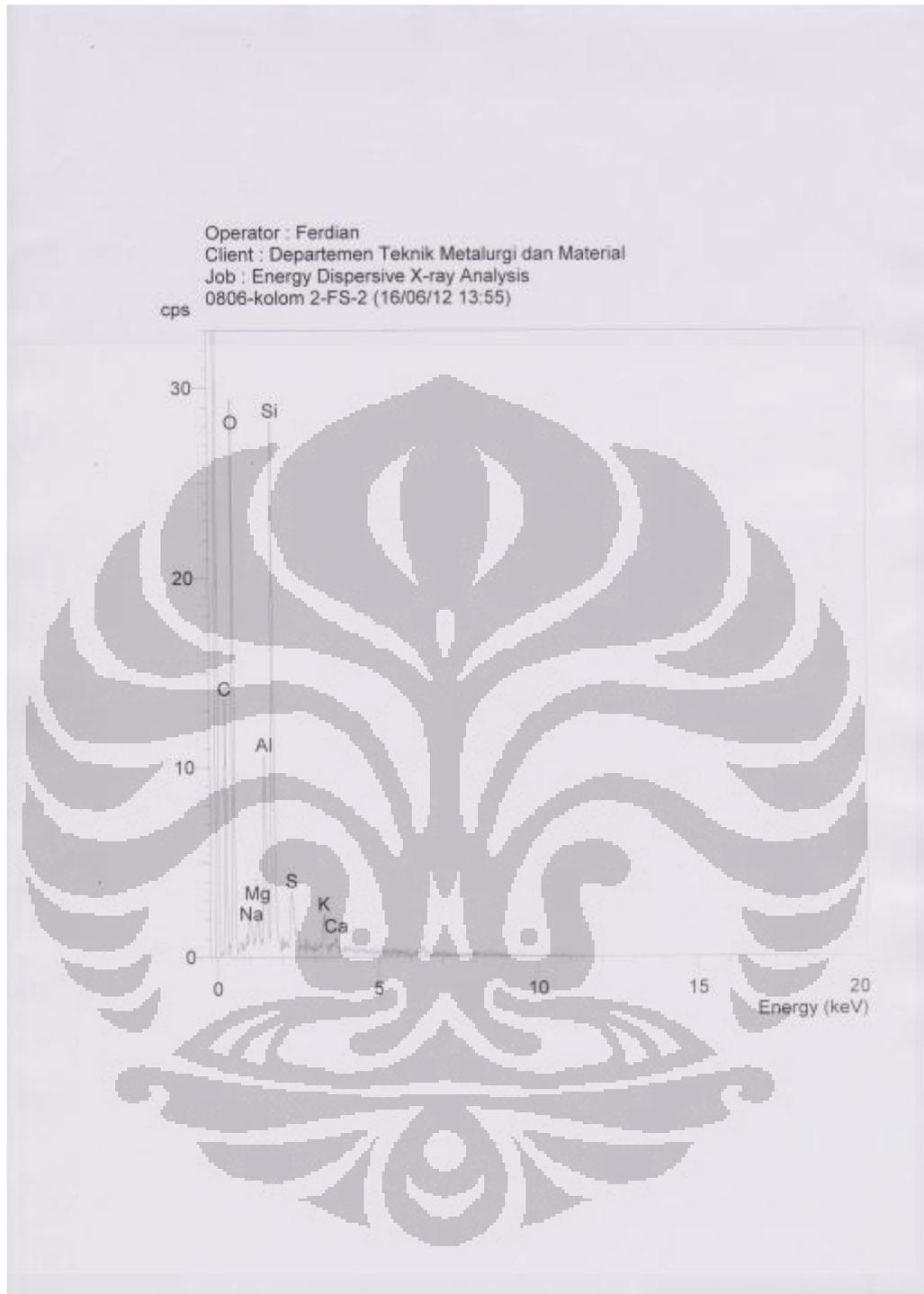
Quantitative method: EAF (2 iterations).
 Analysed all elements and normalized results.

Standards :

C K Carbon Low 13/09/06
 O K AL2O3 20/05/11
 Na K Jadeite 18/05/11
 Mg K Magnesium Oxide 20/05/11
 Al K AL2O3 20/05/11
 Si K Jadeite 18/05/11
 S K FeS2 18/05/11
 K K Orthoclase 18/05/11
 Ca K Wollastonite 18/05/11

Elm	Spect.	Element	Atomic
	Type		%
C K	ED	1.51	3.00
O K	ED	38.32	51.71
Na K	ED	1.86	1.18
Mg K	ED	1.13	1.00
Al K	ED	17.78	14.23
Si K	ED	30.42	23.39
S K	ED	2.47	1.66
K K	ED	5.01	3.10
Ca K	ED	1.35	0.73
Total		100.00	100.00

* = 2σ



SEMQuant results: Listed at 14:29:54 on 16/06/12
 Operator: Ferdian
 Client: Departemen Teknik Metalurgi dan Material
 Job: Energy Dispersive X-ray Analysis
 Spectrum label: 8806-kolam 2-FE-3

System resolution = 61 eV

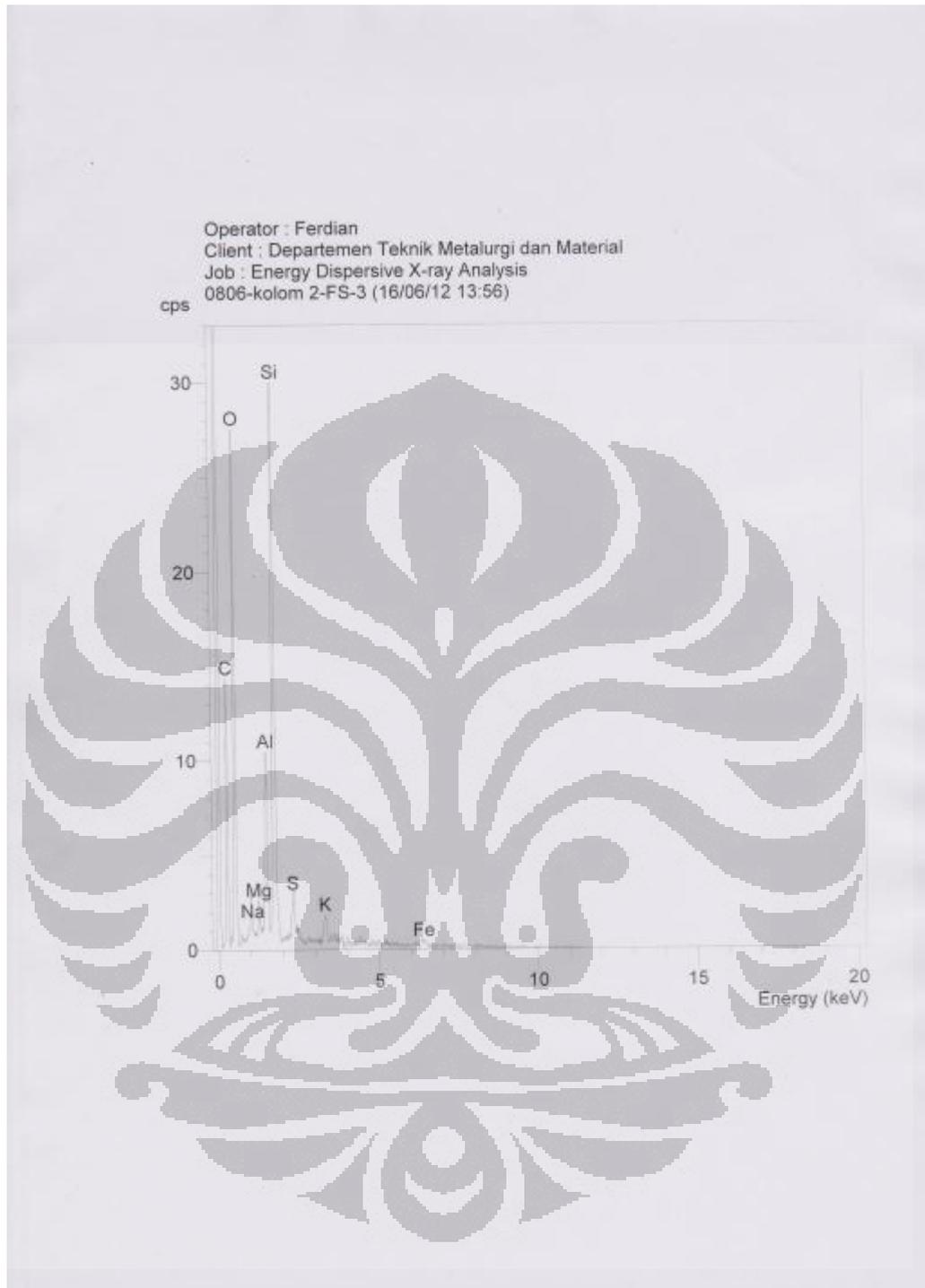
Quantitative method: ZAF (2 iterations).
 Analysed all elements and normalised results.

Standards :

C K Carbon Low 13/09/06
 O K AL2O3 20/05/11
 Na K Jadeite 18/05/11
 Mg K Magnesium Oxide 20/05/11
 Al K AL2O3 20/05/11
 Si K Jadeite 18/05/11
 S K FeS2 18/05/11
 K K Orthoclase 18/05/11
 Fe K FeS2 18/05/11

Elmt	Spect. Type	Element	Atomic %
C K	ED		6.00
O K	ED		45.98
Na K	ED		1.22
Mg K	ED		1.21
Al K	ED		13.67
Si K	ED		26.10
S K	ED		1.32
K K	ED		2.86
Fe K	ED		1.66
Total		100.00	100.00

* = 2 Sigma



SEMQuant results, listed at 14:30:14 on 16/06/12
 Operator: Ferdian
 Client: Departemen Teknik Metalurgi dan Material
 Job: Energy Dispersive X-ray Analysis
 Spectrum Label: 8806-kolom 3-PS-1

System resolution = 61 eV

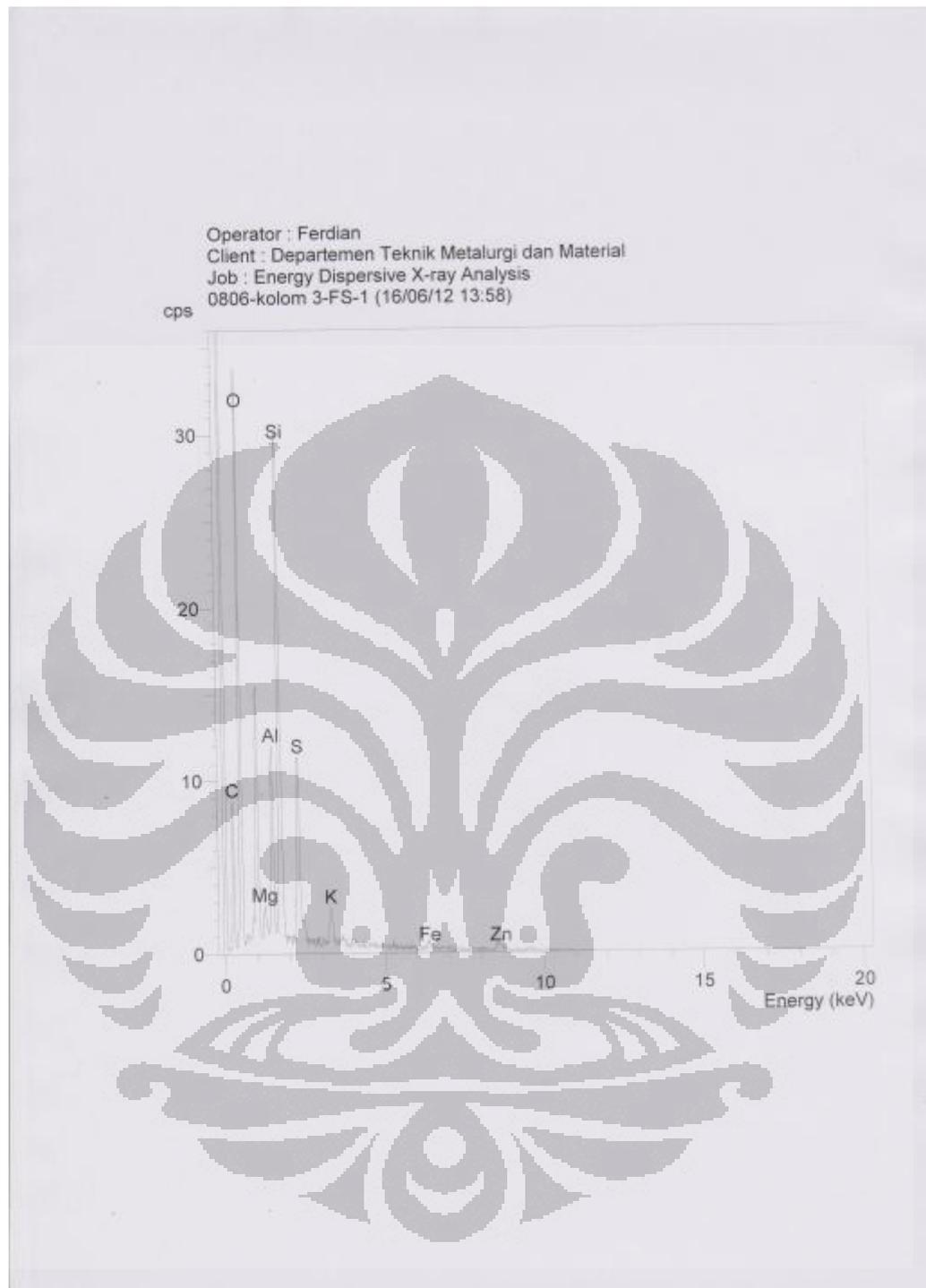
Quantitative method: EAF (2 iterations).
 Analyzed all elements and normalized results.

Standards :

C K Carbon Low 13/09/06
 O K AL2O3 20/05/11
 Mg K Magnesium Oxide 20/05/11
 Al K AL2O3 20/05/11
 Si K Jadeite 18/05/11
 S K FeS2 18/05/11
 K K Orthoclase 18/05/11
 Fe K FeS2 18/05/11
 Zn L Zinc 18/05/11

Elmt	Spect.	Element	Atomic
	Type		%
C K	ED	1.76	3.83
O K	ED	26.34	42.92
Mg K	ED	0.93	1.00
Al K	ED	4.97	13.89
Si K	ED	22.48	20.87
S K	ED	5.94	4.83
K K	ED	4.81	3.07
Fe K	ED	2.77	1.30
Zn L	ED	20.75	8.29
Total		100.00	100.00

* = 62 Sigma



SEMQuant results. Listed at 14:30:23 on 16/06/12.
 Operator: Ferdian
 Client: Departemen Teknik Metalurgi dan Material
 Job: Energy Dispersive X-ray Analysis
 Spectrum label: 0806-kolom 3-FS-2

System resolution = 61 eV

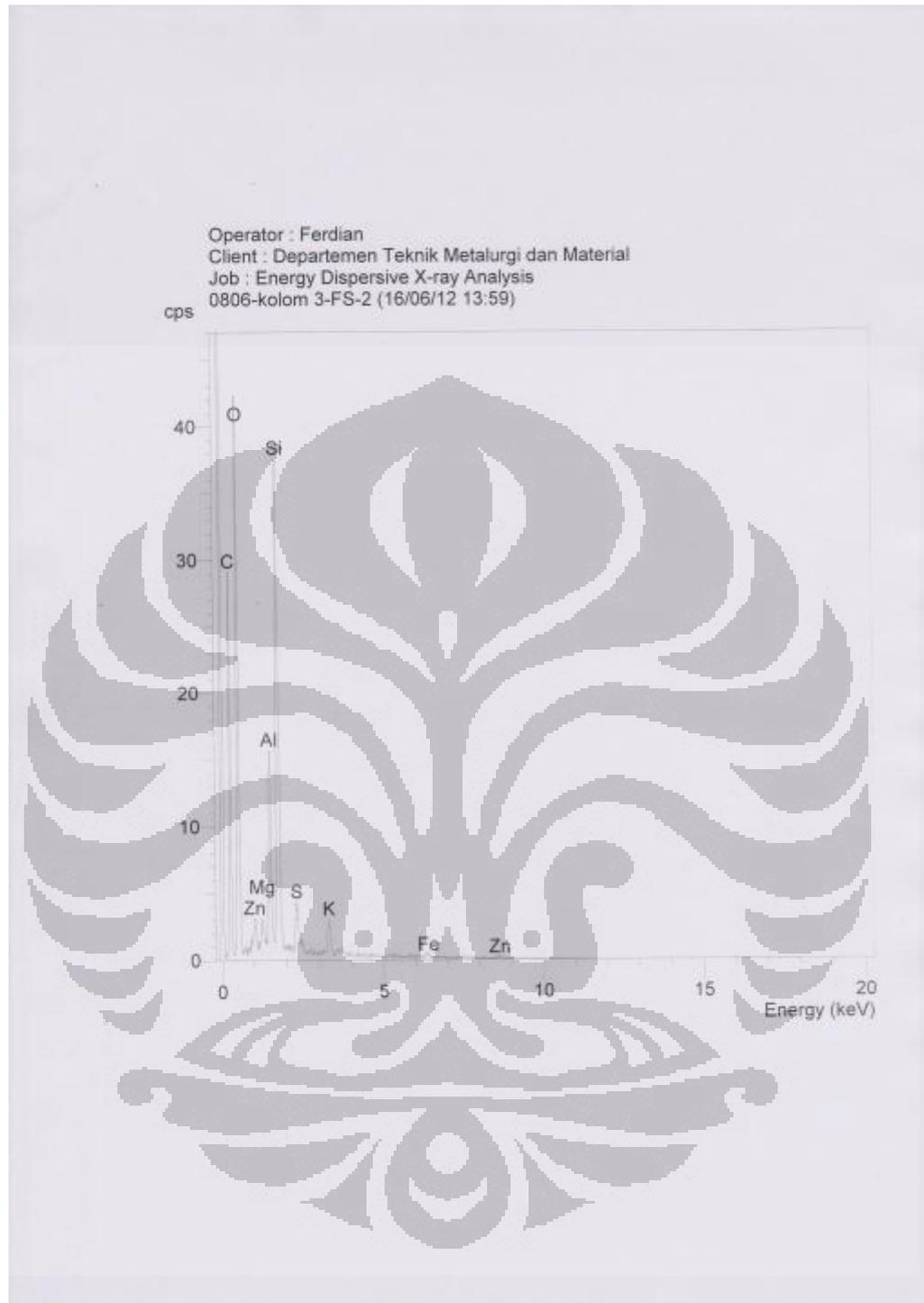
Quantitative method: EAF (2 iterations).
 Analysed all elements and normalized results.

Standards :

C K Carbon Low 13/09/06
 O K AL2O3 20/05/11
 Mg K Magnesium Oxide 20/05/11
 Al K AL2O3 20/05/11
 Si K Jadeite 18/05/11
 S K FeS2 18/05/11
 Y K Orthoclase 18/05/11
 Fe K FeS2 18/05/11
 Zn L Zinc 18/05/11

Elint	Spect.	Element	Atomic
	Type		%
C K	ED		5.43
O K	ED		49.90
Mg K	ED		0.98
Al K	ED		14.79
Si K	ED		22.05
S K	ED		1.27
K K	ED		3.31
Fe K	ED		1.08
Zn L	ED		1.18
Total		100.00	100.00

* = 42 Sigma



SEMQuant results. Listed at 14:30:34 on 16/06/12
 Operator: Perdian
 Client: Departemen Teknik Metalurgi dan Material
 Job: Energy Dispersive X-ray Analysis
 Spectrum Label: 0806-kolom 3-F3-3

System resolution = 61 eV

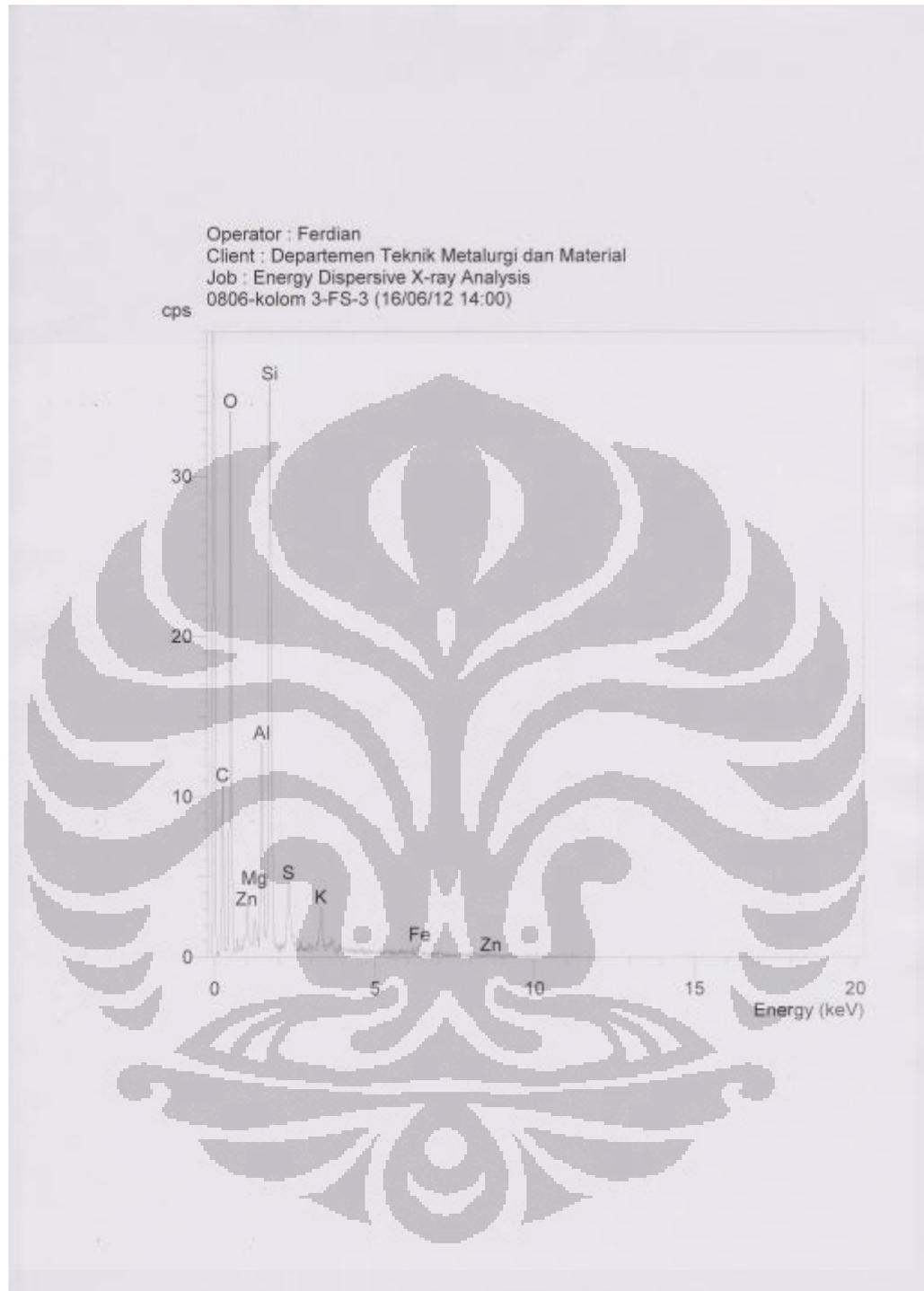
Quantitative method: ZAF (2 iterations).
 Analysed all elements and normalised results.

Standards :

C K	Carbon low 13/09/06
O K	AL2O3 20/05/11
Mg K	Magnesium Oxide 20/05/11
Al K	AL2O3 20/05/11
Si K	Jadeite 18/05/11
S K	FeS2 18/05/11
K K	Orthoclase 18/05/11
Fe K	FeS2 18/05/11
Zn L	Zinc 18/05/11

Elint	Spect.	Element	Atomic
	Type		%
C K	ED	2.13	4.12
O K	ED	37.80	46.23
Mg K	ED	0.86	0.82
Al K	ED	17.08	14.73
Si K	ED	30.20	25.01
S K	ED	3.51	1.82
K K	ED	6.27	3.73
Fe K	ED	4.77	1.99
Zn L	ED	4.28	1.56
Total		100.00	100.00

* = <1 sigma



SEMQuant results. Listed at 14:30:42 on 16/06/12
 Operator: Ferdian
 Client: Departemen Teknik Metalurgi dan Material
 Job: Energy Dispersive X-ray Analysis
 Spectrum Label: 0806-koicm 4-PS-1

System resolution = 61 eV

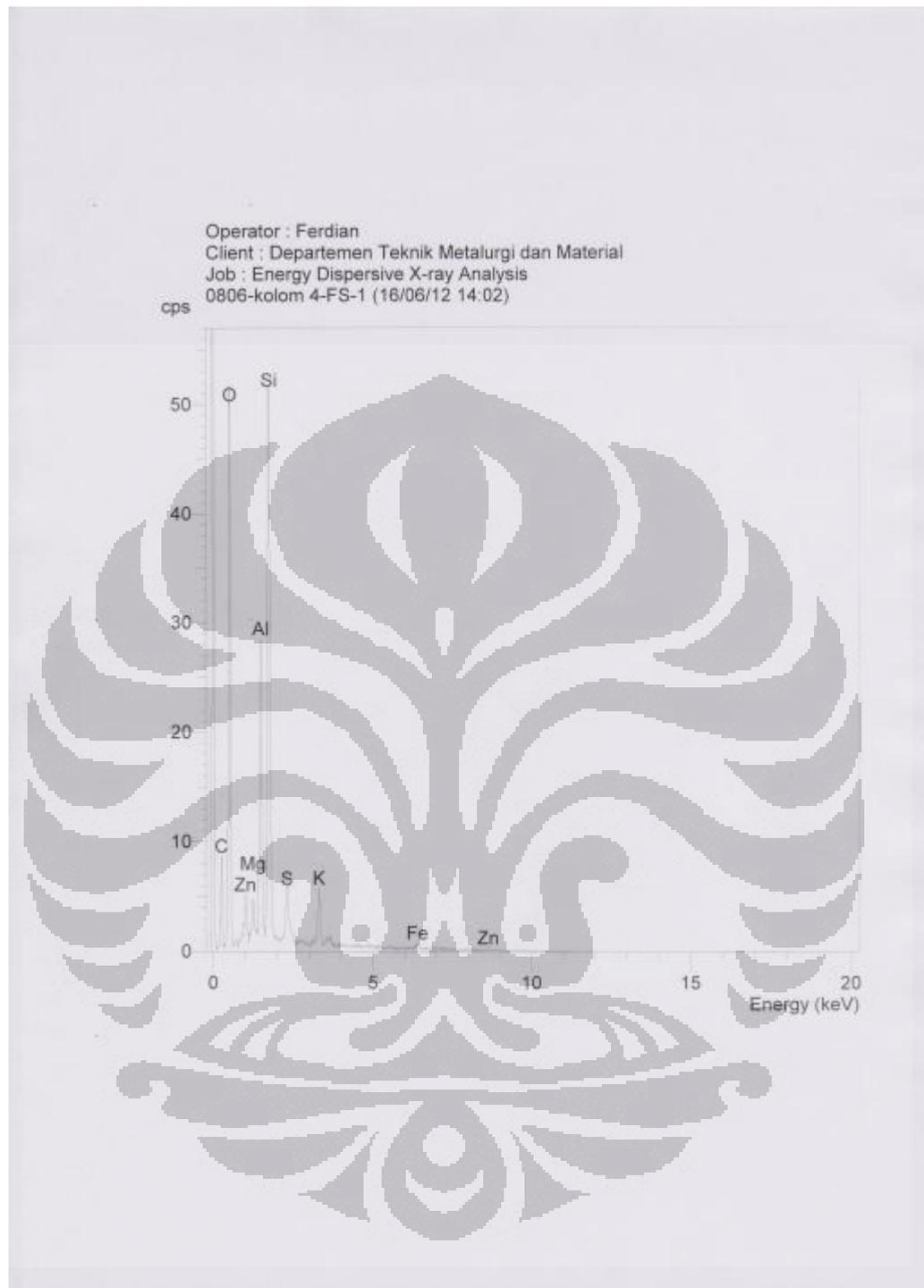
Quantitative method: ZAF (2 iterations).
 Analysed all elements and normalised results.

Standards :

C K	Carbon Low 13/09/06
O K	AL2O3 20/05/11
Mg K	Magnesium Oxide 20/05/11
Al K	AL2O3 20/05/11
Si K	Jadeite 18/05/11
S K	FeS2 18/05/11
K K	Orthoclase 18/05/11
Fe K	FeS2 18/05/11
Zn L	Zinc 18/05/11

Elmt	Spect.	Element	AtoMic
	Type	#	%
C K	ED	12.22	2.37
O K	ED	31.97	45.90
Mg K	ED	1.45	1.18
Al K	ED	22.77	19.63
Si K	ED	27.54	22.81
S K	ED	1.91	1.32
K K	ED	7.32	4.35
Fe K	ED	2.54	1.06
Zn L	ED	4.05	1.45
Total		100.00	100.00

* = <2 Sigma



SEMQuant results, Listed at 14:30:51 on 16/06/12
 Operator: Ferdian
 Client: Departemen Teknik Metalurgi dan Material
 Job: Energy Dispersive X-ray Analysis
 Spectrum label: 0806-kolom 4-FS-2

System resolution = 61 eV

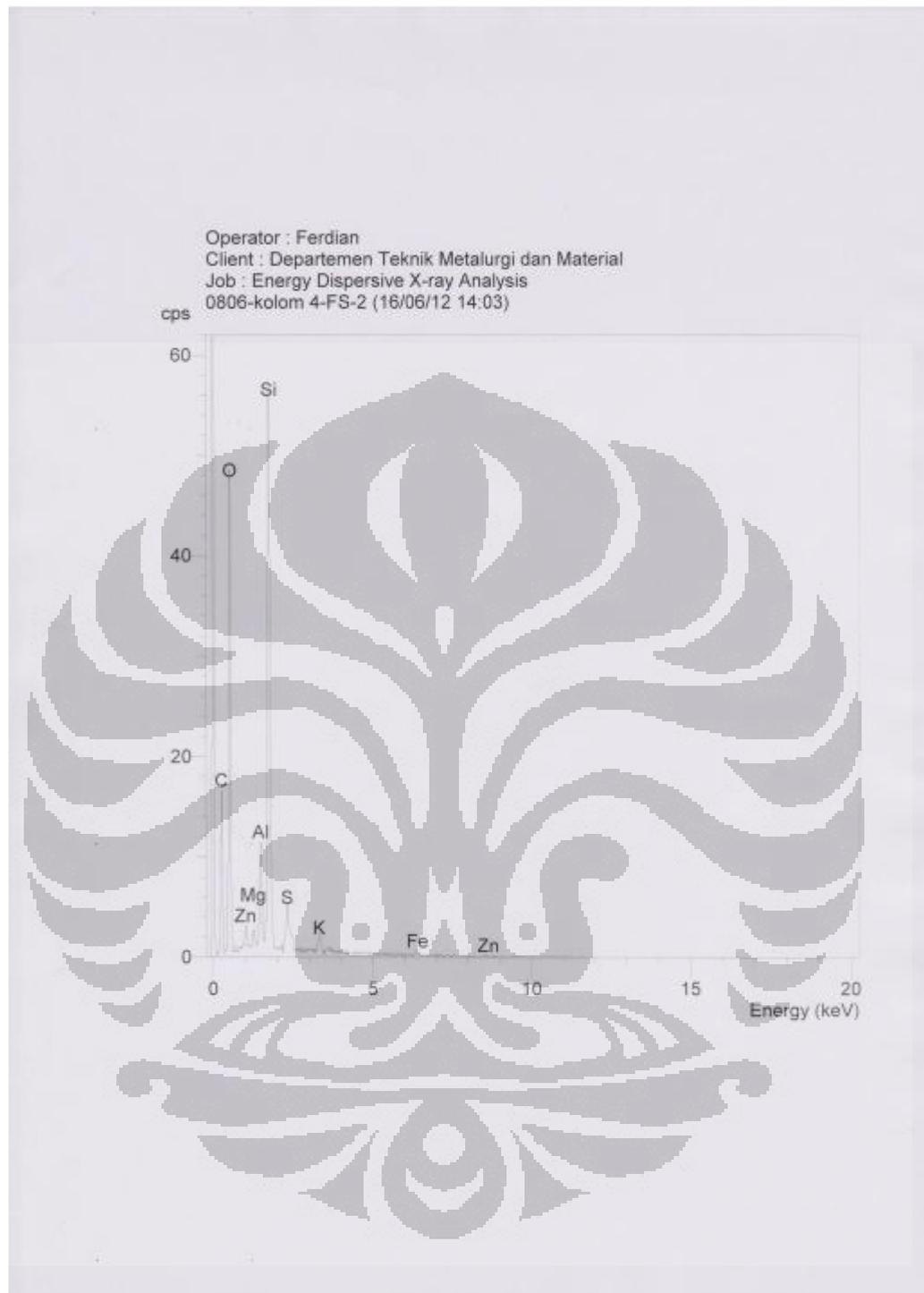
Quantitative method: ZAF (2 iterations).
 Analysed all elements and normalised results.

Standards :

C K Carbon low 12/09/06
 O K AL2O3 20/05/11
 Mg K Magnesium Oxide 20/05/11
 Al K AL2O3 20/05/11
 Si K Jadeite 18/05/11
 S K FeS2 18/05/11
 K K Orthoclase 18/05/11
 Fe K FeS2 18/05/11
 Zn L Zinc 18/05/11

Elst	Spect.	Element	Atomic
	Type		%
C K	ED	2.96	3.86
O K	ED	36.31	50.68
Mg K	ED	0.76	0.70
Al K	ED	10.82	8.95
Si K	ED	37.55	29.85
S K	ED	1.87	1.30
K K	ED	3.49	1.99
Fe K	ED	3.98	1.59
Zn L	ED	3.25	1.87
Total		100.06	100.00

* - <2 Sigma



SEMQuant results. Listed at 14:31:00 on 16/06/12
 Operator: Ferdian
 Client: Departemen Teknik Metalurgi dan Material
 Job: Energy Dispersive X-ray Analysis
 Spectrum label: 0806-kolon 4-FS-3

System resolution = 61 eV

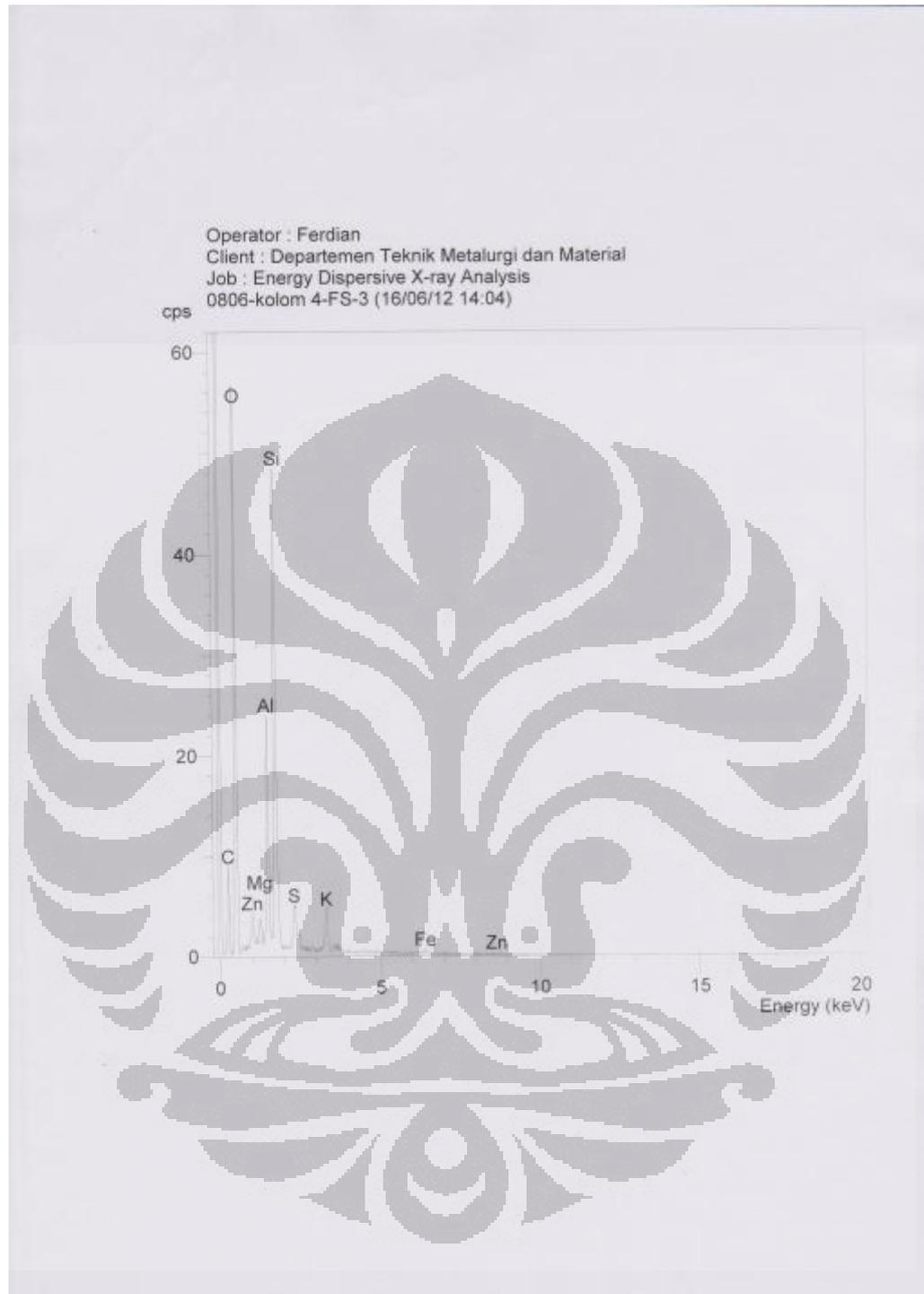
Quantitative method: IAF (2 iterations).
 Analysed all elements and normalised results.

Standards :

C K Carbon Low 13/09/06
 O K AL203 20/05/11
 Mg K Magnesium Oxide 20/05/11
 Al K AL203 20/05/11
 Si K Jadeite 18/05/11
 S K FeS2 18/05/11
 K K Orthoclase 18/05/11
 Fe K FeS2 18/05/11
 Zn L Zinc 18/05/11

Elmt	Spect.	Element	Atomic
	Type		%
C K	ED	1.56	2.36
O K	ED	36.48	51.24
Mg K	ED	0.98	0.91
Al K	ED	20.12	16.75
Si K	ED	26.56	21.24
S K	ED	1.54	1.13
K K	ED	7.76	4.42
Fe K	ED	1.95	0.78
Zn L	ED	3.29	1.13
Total		100.06	100.00

* = 42 Sigma



SEMQuant results. Listed at 15:40:53 on 19/03/12
 Operator: Ferdian
 Client: Departemen Teknik Metalurgi dan Material FTUI
 Job: Energy Dispersive X-ray Analysis
 Spectrum Label: Frendy-1

System resolution = 61 eV

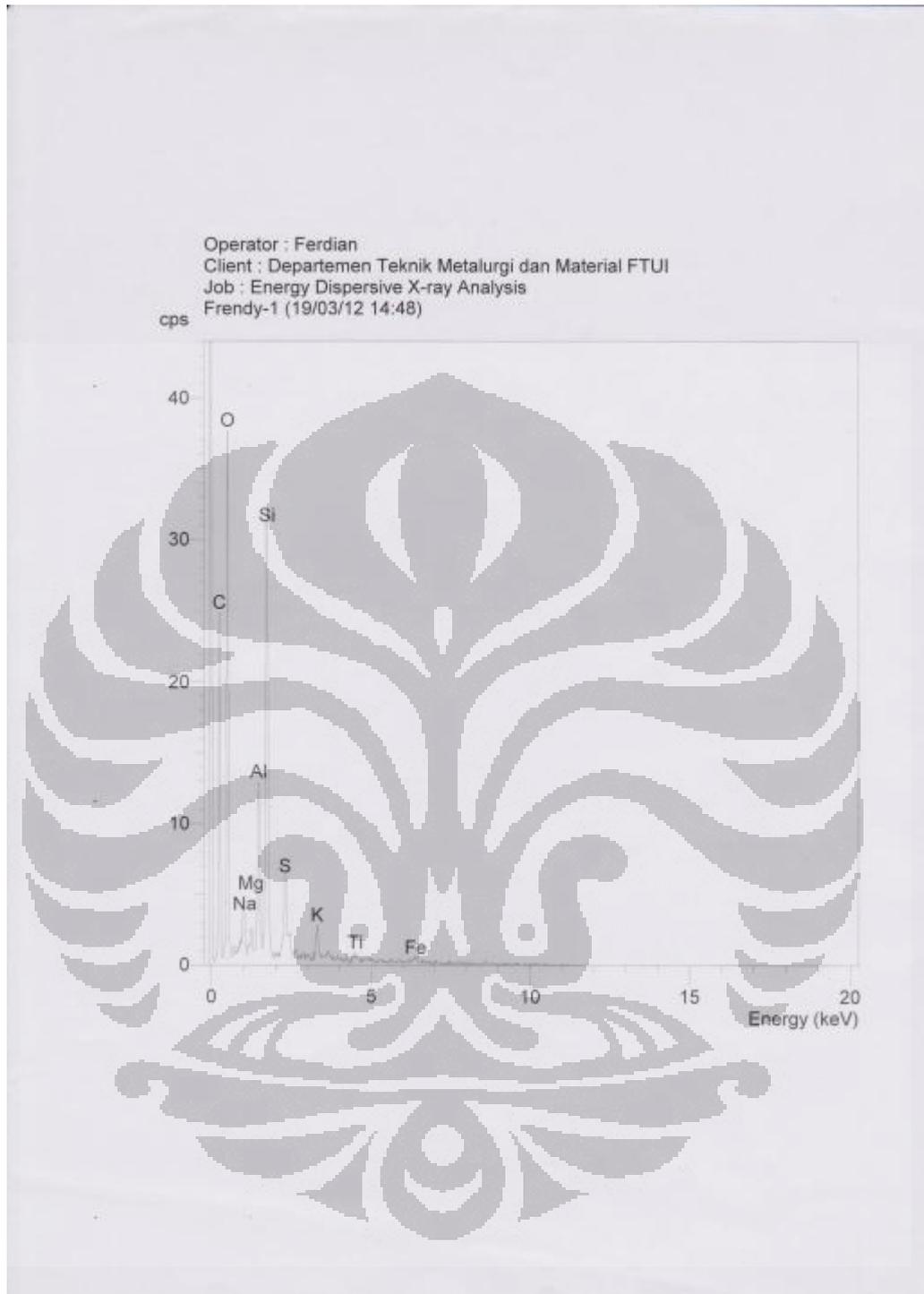
Quantitative method: ZAF (4 iterations).
 Analysed all elements and normalized results.

Standards :

C K Carbon Low 13/09/06
 O K AL2O3 20/05/11
 Na K Jadeite 18/05/11
 Mg K Magnesium Oxide 20/05/11
 Al K AL2O3 20/05/11
 Si K Jadeite 18/05/11
 S K FeS2 18/05/11
 K K Orthoclase 18/05/11
 Ti K Titanium 18/05/11
 Fe K FeS2 18/05/11

Elnt	Spect.	Element	Atomic
	Type	%	%
C K	ED	5.36	10.47
O K	ED	45.84	56.65
Na K	ED	2.22	1.91
Mg K	ED	1.26	1.02
Al K	ED	14.06	10.30
Si K	ED	21.95	15.46
S K	ED	2.58	1.59
K K	ED	3.53	1.79
Ti K	ED	0.76	0.31
Fe K	ED	1.44	0.51
Total		100.00	100.00

* = <2 Sigma



SEMQuant results. Listed at 15:41:13 on 19/03/12
 Operator: Ferdian
 Client: Departemen Teknik Metalurgi dan Material FTUI
 Job: Energy Dispersive X-ray Analysis
 Spectrum label: Frendy-2

System resolution = 61 eV

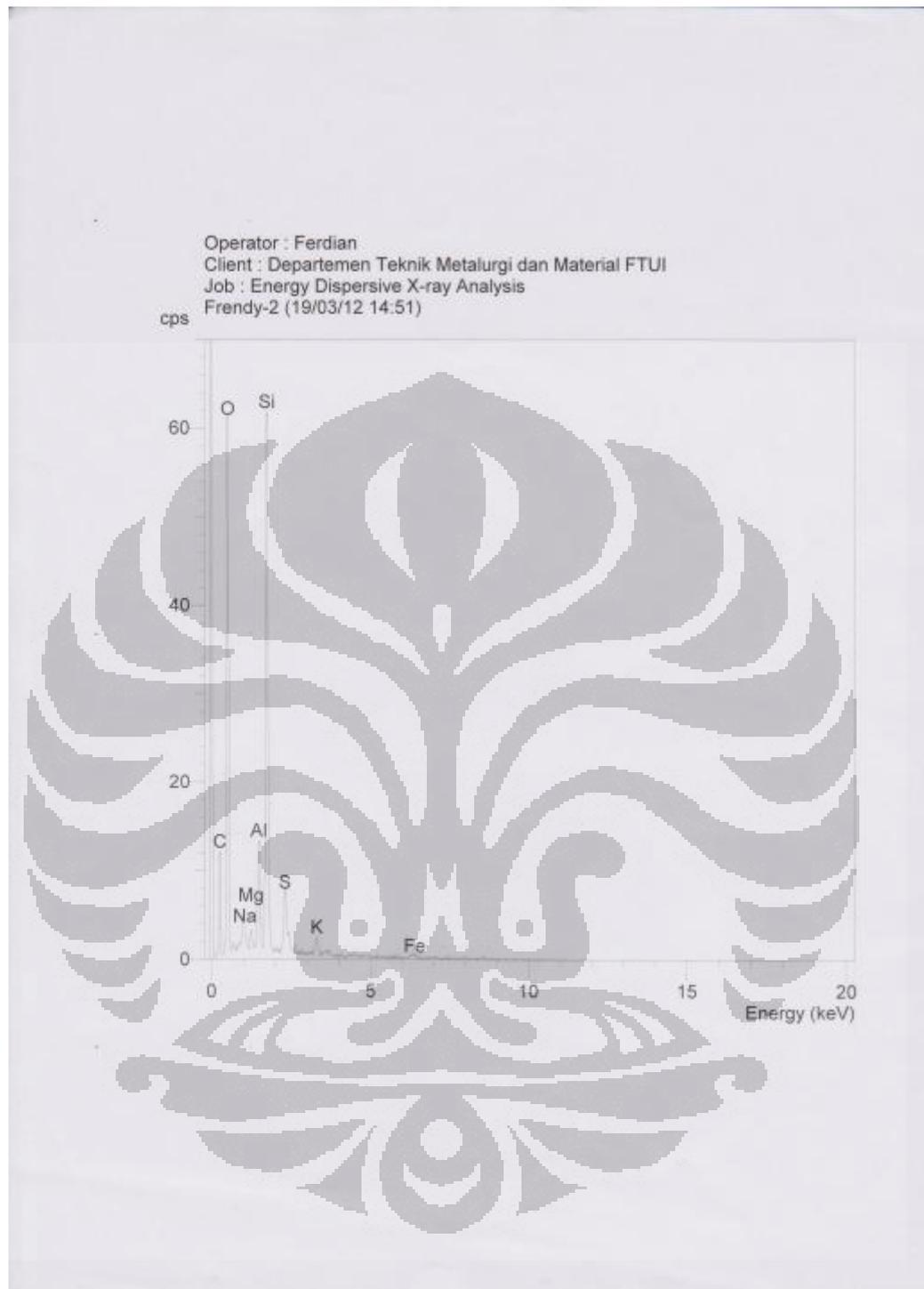
Quantitative method: EAF (4 iterations).
 Analyzed all elements and normalized results.

Standards :

C K Carbon Low 13/09/06
 O K AL2O3 20/05/11
 Na K Jadeite 18/05/11
 Mg K Magnesium Oxide 20/05/11
 Al K AL2O3 20/05/11
 Si K Jadeite 18/05/11
 S K FeS2 18/05/11
 K K Orthoclase 18/05/11
 Fe K FeS2 18/05/11

Elmt	Spect. Type	Element %	Atomic %
C K	ED	3.52	5.45
O K	ED	50.73	62.52
Na K	ED	1.75	1.50
Mg K	ED	0.94	0.76
Al K	ED	19.10	7.38
Si K	ED	28.02	19.67
S K	ED	2.21	1.37
K K	ED	2.16	1.09
Fe K	ED	0.74	0.26
Total		100.00	100.00

* = <2 sigma



SEMQuant results. Listed at 15:41:24 on 19/03/12
 Operator: Ferdian
 Client: Departemen Teknik Metalurgi dan Material FTUI
 Job: Energy Dispersive X-ray Analysis
 Spectrum label: Frendy-3

System resolution = 61 eV

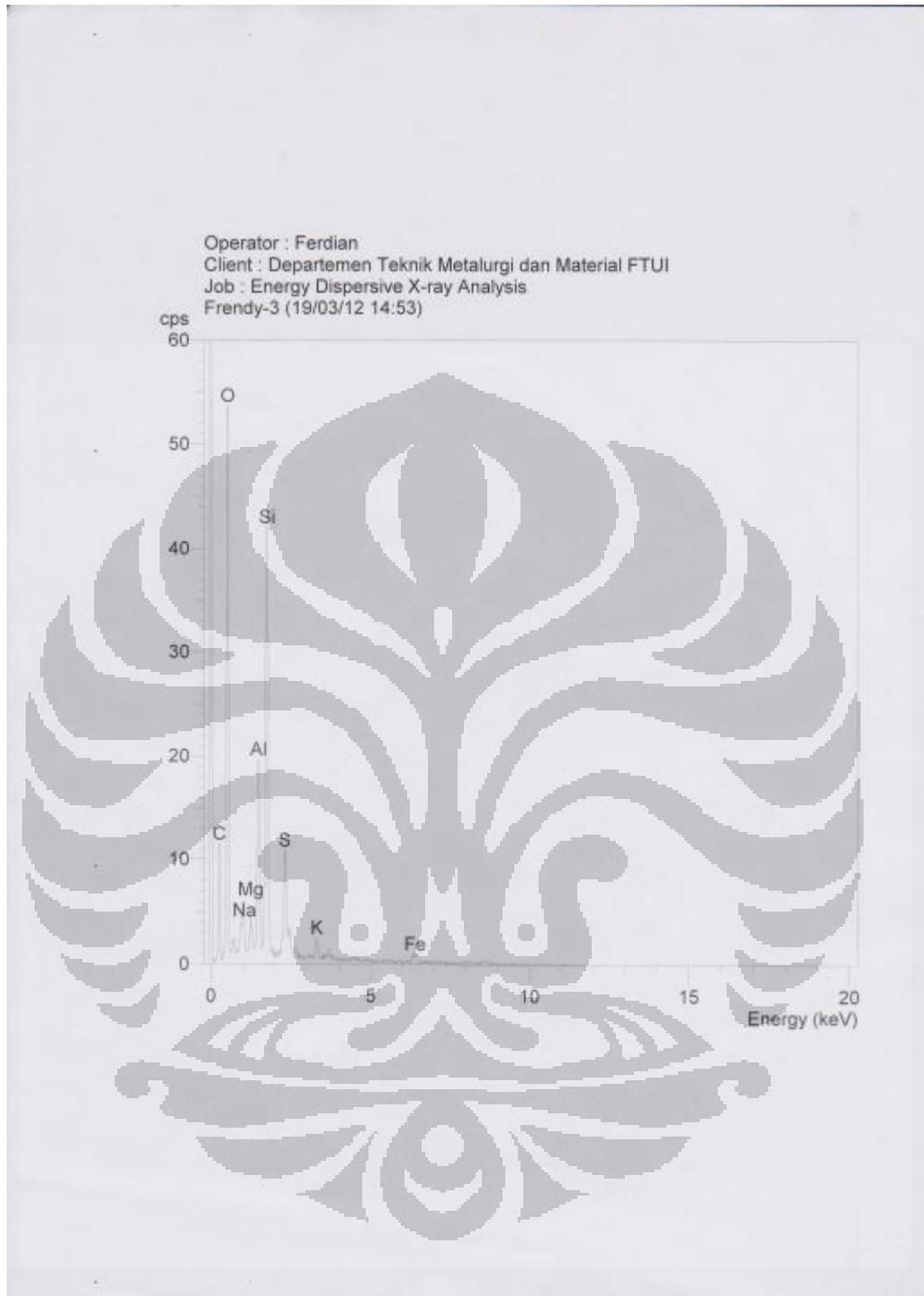
Quantitative method: ZAF (4 iterations).
 Analysed all elements and normalised results.

Standards :

C K Carbon Low 13/09/06
 O K AL2O3 20/05/11
 Na K Jadeite 18/05/11
 Mg K Magnesium Oxide 20/05/11
 Al K AL2O3 20/05/11
 Si K Jadeite 18/05/11
 S K FeS2 18/05/11
 K K Orthoclase 18/05/11
 Fe K FeS2 18/05/11

Elnt	Spect.	Element	Atomic
	Type	wt %	%
C K	ED	3.63	6.06
O K	ED	46.47	59.75
Na K	ED	1.70	1.50
Mg K	ED	1.55	1.29
Al K	ED	15.98	11.98
Si K	ED	22.04	16.30
S K	ED	0.23	2.03
K K	ED	2.16	1.12
Fe K	ED	2.69	0.97
Total		100.00	100.00

* = <2 sigma





**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
SYARIF HIDAYATULLAH JAKARTA
PUSAT LABORATORIUM TERPADU**

Jl. Ir. H. Juanda No. 95 Ciputat 15412 Indonesia Telp. (62-21) 7401592 Fax. (62-21) 7495967
Website : www.uinjkt.ac.id Email : ph@uinjkt.ac.id

LAPORAN HASIL PENGUJIAN
No. Un.01/LT/OT.01.6/0028/2012

Nomor Order : 0028 Pelanggan : Mahasiswa UI
Tanggal diterima : 15 Juni 2012 Kontak Person : Frendi
Sampel Matrik : Solid Alamat : Depok

Lab ID	Sampel ID	Parameter	Satuan	Hasil	Metode
0028-1	Frendi	Al	% b/b	0,2	GFAAS
0028-2	Andreas	Al	% b/b	1,0	GFAAS

Jakarta, 20 Juni 2012
Kepala,



Dr. Fahma Wilavanti, M.Si
NIP. 196903172003122001



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
SYARIF HIDAYATULLAH JAKARTA
PUSAT LABORATORIUM TERPADU

Jl. Ir. H. Juanda No. 95 Ciputat 15412 Indonesia

Telp. (62-21) 7401592 Fax. (62-21) 7495967
Website : www.uinjkt.ac.id Email : ph@uinjkt.ac.id

LAPORAN HASIL PENGUJIAN

No. Un.01/LT/OT.01.6/0029/2012

Nomor Order : 0029 Pelanggan : Mahasiswa UI
Tanggal diterima : 18 Juni 2012 Kontak Person : Freni
Sampel Matrik : Cair Alamat : Depok

Lab ID	Sampel ID	Parameter	Satuan	Hasil	Metode
0029-1	0,1 M	Al	mg/L	9,48	GFAAS
0029-2	0,2 M	Al	mg/L	11,01	GFAAS
0029-3	0,5 M	Al	mg/L	18,13	GFAAS
0029-4	1 M	Al	mg/L	27,96	GFAAS

Jakarta, 20 Juni 2012
Kepala,

Dr. Fahma Wijayanti, M.Si
NIP. 196903172003122001