



**SKRIPSI**

**PEMISAHAN ALUMINA PADA RESIDU BAUKSIT  
(RED MUD) YANG BERASAL DARI RIAU DENGAN  
METODE SINTERING SODALIME**

**RETTY DWI KISNAWATI  
NRP. 1412 100 067**

**Dosen Pembimbing  
Suprpto, M.Si, Ph.D**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2016**



**SCRIPT**

**ALUMINA SEPARATION FROM RIAU'S RED  
MUD BY SODALIME SINTERING**

**RETTY DWI KISNAWATI  
NRP. 1412 100 067**

**Advisor Lecturer  
Suprpto, M.Si, Ph.D**

**CHEMISTRY DEPARTMENT  
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2016**

**PEMISAHAN ALUMINA PADA RESIDU BAUKSIT  
(RED MUD) YANG BERASAL DARI RIAU DENGAN  
METODE SINTERING SODALIME**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains pada  
Program Studi S-1 Jurusan Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**RETTY DWI KISNAWATI**

NRP. 1412 100 067

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2016**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PEMISAHAN ALUMINA PADA RESIDU BAUKSIT  
(RED MUD) YANG BERASAL DARI RIAU DENGAN  
METODE SINTERING SODALIME**

**TUGAS AKHIR**

Disusun oleh:

**RETTY DWI KISNAWATI**

**NRP. 1412 100 067**

Surabaya, 25 Juli 2016

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

  
**Suprpto, M.Si, Ph.D**

**NIP. 19720919 199802 1 002**

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Kimia

  
**Prof. Dr. Didik Prasetyoko, M.Sc**

**NIP. 19710616 199703 1 002**



*Bismillahirrahmanirrahim*  
*Karya ini saya persembahkan untuk*  
*Kedua orang tua dan kakak*  
*Dosen pembimbing pak Suprpto, M.Si, Ph.D*  
*Sahabat Tikan beserta teman baik saya atik dan*  
*gladis*  
*Keluarga SPECTRA*  
*Dan teman-teman Laboratorium Instrument dan*  
*Sains Analitik*

**PEMISAHAN ALUMINA PADA RESIDU BAUKSIT  
(RED MUD) YANG BERASAL DARI RIAU DENGAN  
METODE SINTERING SODALIME**

**Nama** : Retty Dwi Kisnawati  
**NRP** : 1412100067  
**Jurusan** : Kimia FMIPA  
**Dosen Pembimbing** : Suprpto, M.Si., Ph.D

**ABSTRAK**

Penelitian mengenai pemisahan alumina melalui metode sintering sodalime menggunakan natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dan kalsium oksida ( $\text{CaO}$ ) yang diikuti dengan ekstraksi menggunakan larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  pada residu bauksit (red mud) yang berasal dari Riau telah dilakukan. Berdasarkan hasil XRD dan XRF, dalam *red mud* terkandung aluminium sebesar 24%. Kadar aluminium dalam sampel dianalisis menggunakan ICP-OES. Sintering dilakukan pada suhu  $800^\circ\text{C}$ . Hasil sinter kemudian dilarutkan menggunakan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,1 M sehingga menghasilkan natrium aluminat ( $\text{NaAlO}_2$ ). Filtrat yang diperoleh dipresipitasi menggunakan HCl dengan kontrol pH larutan 6,5-7 sehingga diperoleh endapan putih. Pada penelitian ini, rasio antara *red mud*: $\text{Na}_2\text{CO}_3$ : $\text{CaO}$  berturut-turut 1,5:2,5:1,25 menghasilkan kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  sebesar 16,94% dengan *recovery* 69,5%. Kadar dan *recovery*  $\text{Al}_2\text{O}_3$  juga dipengaruhi oleh waktu sintering. Pada penelitian ini waktu sintering yang optimum yaitu 1 jam. Pada kondisi tersebut diperoleh kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  25,69% dengan *recovery* 97,35%.

**Kata kunci** : *red mud*, alumina, sintering, sodalime

## ALUMINA SEPARATION FROM RIAU'S RED MUD BY SODALIME SINTERING

**Name** : Retty Dwi Kisnawati  
**NRP** : 1412100067  
**Department** : Chemistry  
**Advisor Lecturer** : Suprpto, M.Si., Ph.D

### ABSTRACT

A research on alumina separation from Riau's red mud by sodalime sintering method using sodium carbonate ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), calcium oxide ( $\text{CaO}$ ) followed by  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dissolution has been done. XRD characterization showed that *red mud* contain 24% alumina. Alumium content was analyzed by ICP-OES. Sample was sintered at  $800^\circ\text{C}$ . Sintering product was dissolve in the solution of sodium carbonate 0,1 M to produce sodium aluminate ( $\text{NaAlO}_2$ ). The solution was precipitated using HCl at pH of 6.5-7. 16,94% alumina content was obtained at ratio of redmud :  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  :  $\text{CaO}$  of 1,5 : 2,5 : 1,25 with 69,5% *recovery*. Content and *recovery* were influenced by time of sintering. Content and *recovery* of alumina was 25,69% and 97,35% for 1 hours respectively.

**Keyword** : red mud, alumina, sintering, sodalime.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan dengan baik naskah Tugas Akhir yang berjudul **“Pemisahan Alumina Pada Residu Bauksit (Red Mud) Yang Berasal Dari Riau Dengan Metode Sintering Sodalime”**. Tulisan ini tidak akan terselesaikan tanpa adanya bantuan, dukungan, doa serta dorongan dari semua pihak. Untuk itu penulis sangat berterima kasih kepada :

1. Suprpto, M.Si, Ph.D, selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan pengarahannya dan bimbingan selama proses penyusunan naskah Tugas Akhir ini.
2. Dr. rer. nat. Fredy Kurniawan, M.Si selaku Kepala Laboratorium Instrument dan Sains Analitik Jurusan Kimia FMIPA ITS atas bantuan, arahan, dan nasehat selama Tugas Akhir.
3. Prof. Dr. Didik Prasetyoko, M.Sc selaku Ketua Jurusan Kimia atas fasilitas yang telah diberikan hingga naskah Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
4. Hamzah Fansuri, M.Si, Ph.D selaku dosen wali yang memberikan bantuan, arahan, dan nasehat selama masa perkuliahan di Jurusan Kimia ITS.
5. Drs. Abdulloh Fuad, M.Si selaku Kepala Laboratorium Sentral Mineral dan Material Maju FMIPA Universitas Negeri Malang yang telah ikut serta membantu dalam karakterisasi XRD
6. Kedua orangtua dan kakak saya yang telah memberikan do'a, dukungan serta semangat selama Tugas Akhir
7. Sahabat-sahabat 7ikan yaitu first, ade, intan, arin, zarah dan dega yang telah memberikan dukungan serta semangat selama Tugas Akhir

8. Gani, Gladis, dan Atik yang telah memberikan bantuan, dukungan serta semangat dalam penyelesaian naskah Tugas Akhir
9. Berbagai pihak yang telah membantu pelaksanaan dan penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan naskah tugas akhir ini tidak lepas dari kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Surabaya, 25 Juli 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Permasalahan .....	3
1.3 Tujuan .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Bauksit .....	5
2.2 Ekstraksi bijih .....	6
2.3 Proses ekstraksi alumina .....	8
2.3.1 Proses Deville .....	8
2.3.2 Proses Le Chatelier .....	8
2.3.3 Proses Lime-soda sintering dan proses lime sintering .....	9
2.3.4 Proses Bayer.....	10
2.4 Alumina .....	11
2.5 <i>Red mud</i> .....	12
2.6 Destruksi .....	15
2.6.1 Destruksi basah .....	15
2.6.2 Destruksi kering .....	15
2.7 Metode Analisis .....	16
2.7.1 Difraktometer sinar X (XRD) .....	16
2.7.2 X-Ray Fluorescence (XRF).....	18
2.7.3 ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectroscopy).....	19
BAB III METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Alat dan Bahan.....	21

3.1.1	Alat.....	21
3.1.2	Bahan .....	21
3.2	Prosedur Penelitian .....	21
3.2.1	Preparasi Sampel.....	21
3.2.2	Perlakuan pelarutan sampel menggunakan larutan aquaegia .....	22
3.2.3	Pengaruh perlakuan pelarutan bertingkat pada sampel menggunakan larutan aquaregia .....	22
3.2.4	Analisis kandungan aluminium pada sampel yang terlarut dalam aquaregia.....	23
3.2.5	Pengaruh rasio padatan terhadap prosentase ekstraksi aluminium.....	23
3.2.6	Pengaruh waktu sintering terhadap prosentase ekstraksi aluminium.....	23
3.2.7	Presipitasi filtrat hasil pelarutan sinter.....	24
3.2.8	Karakterisasi pada endapan yang diperoleh...24	
	<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>25</b>
4.1	Analisis awal sampel <i>red mud</i> .....	25
4.2	Pengaruh rasio padatan Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> dan CaO terhadap prosentase ekstraksi aluminium.....	27
4.3	Pengaruh waktu sintering terhadap prosentase ekstraksi aluminium.....	34
4.4	Analisis akhir pada endapan menggunakan XRD.....	37
	<b>BAB V KESIMPULAN dan SARAN.....</b>	<b>39</b>
5.1	Kesimpulan .....	39
5.2	Saran .....	39
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>41</b>
	<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>45</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Contoh bijih bauksit .....	5
Gambar 2.2	Struktur corundum .....	11
Gambar 2.3	Limbah <i>red mud</i> .....	14
Gambar 2.4	Penampungan <i>red mud</i> .....	14
Gambar 2.5	Tumpukan <i>red mud</i> kering .....	14
Gambar 2.6	Difraktometer .....	17
Gambar 2.7	Skema alat dari XRF .....	19
Gambar 2.8	Skema alat ICP-OES.....	20
Gambar 4.1	Data pola XRD pada sampel awal.....	26
Gambar 4.2	Filtrat hasil ekstraksi dan hasil presipitasi pada larutan filtrat.....	29
Gambar 4.3	Endapan kering yang diperoleh pada sampel A, B, dan C.....	29
Gambar 4.4	Massa endapan pada masing-masing sampel dengan pelarutan sinter berulang.....	30
Gambar 4.5	Massa endapan secara kumulatif pada masing-masing sampel.....	30
Gambar 4.6	Konsentrasi Al pada endapan.....	31
Gambar 4.7	Konsentrasi kumulatif Al pada endapan....	32
Gambar 4.8	Konsentrasi Si pada endapan.....	32
Gambar 4.9	Konsentrasi kumulatif Si pada endapan....	33
Gambar 4.10	Prosentase kumulatif Al dan Si pada endapan .....	33
Gambar 4.11	Prosentase kadar Al dan Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> pada variasi waktu sinntering.....	36
Gambar 4.12	Difraktogram XRD pada endapan.....	37

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi produk alumina .....	12
Tabel 2.2 Komponen utama dan kisaran komposisi (%) pada <i>red mud</i> .....	13
Tabel 2.3 Komposisi mineralogi pada <i>red mud</i> .....	13
Tabel 4.1 Hasil analisis menggunakan XRF .....	25
Tabel 4.2 Hasil analisis menggunakan ICP-OES .....	27
Tabel 4.3 Komposisi sampel pada variasi rasio padatan.	28
Tabel 4.4 Massa endapan yang diperoleh pada waktu sintering.....	35
Tabel 4.5 Konsentrasi Al pada endapan pada variasi waktu sintering.....	35
Tabel 4.6 Prosentase Al dan Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> pada endapan yang diperoleh.....	35

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Bauksit merupakan bijih utama pembentuk aluminium dimana komposisinya berupa senyawa oksida dari aluminium yaitu  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Selain aluminium, juga terdapat senyawa lain seperti  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ , dan  $\text{TiO}_2$ . Di Indonesia, bauksit banyak terdapat di Pulau Bintan dan Kalimantan Barat. (Aziz, 2010).

Bauksit dapat menghasilkan alumina melalui berbagai macam proses. Proses pengolahan alumina yang terakhir ditemukan dan masih digunakan hingga sekarang yaitu Proses Bayer. Proses Bayer merupakan suatu proses pemurnian bijih bauksit untuk menghasilkan aluminium dalam bentuk oksidanya atau yang disebut alumina. Tahap-tahap pada proses Bayer ini meliputi ekstraksi, presipitasi, dan kalsinasi (Handoko dan Muljana, 2009).

Selain menghasilkan alumina, pada akhir proses Bayer juga menghasilkan residu bauksit atau yang dikenal dengan *red mud*. *Red mud* yang dihasilkan tersebut masih terkandung aluminium dalam bentuk  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Namun komponen utama dari *red mud* adalah  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dengan kisaran kadarnya sebesar 20-45%. Untuk  $\text{Al}_2\text{O}_3$  10-22%,  $\text{SiO}_2$  5-30%,  $\text{TiO}_2$  4-20%,  $\text{CaO}$  0-14% dan  $\text{Na}_2\text{O}$  2-8%. Oleh karena kandungan besi yang banyak, maka menyebabkan warna dari *red mud* menjadi merah. *Red mud* hasil dari pencucian (tailing) berupa cairan lumpur bercampur dengan pasir yang disebut sebagai limbah pencucian bauksit, kemudian dialirkan ke kolam-kolam pengendapan terlebih dahulu sebelum dialirkan ke laut atau lingkungan sekitar (Zulfikar, 2014). Rosenthal et al. (1973) menyatakan bahwa *red mud* mempunyai efek fisiologi terhadap organisme Laut Utara dimana ikan lebih cepat terpengaruh dibandingkan dengan alga. Efek tidak

langsung dari *red mud* tersebut adalah potensi terjadinya akumulasi logam-logam tertentu pada ikan yang meskipun tidak berpengaruh terhadap fisiologi ikan, tetapi dapat membahayakan manusia apabila ikan tersebut dikonsumsi (biomagnifikasi melalui rantai makanan).

Berbagai macam upaya dalam hal pemanfaatan *red mud* agar dapat digunakan kembali (*re-used*) telah dilakukan oleh beberapa negara yang memiliki industri alumina, seperti di Australia (Sharif, 2005). Di Australia sekitar 30 juta ton *red mud* terakumulasi setiap tahunnya, sehingga berbagai penelitian dalam pemanfaatan *red mud* telah dilakukan dan terus berlangsung hingga saat ini. Muchtar Aziz (2011) telah melakukan penelitian untuk memperoleh kembali alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dari *red mud* Kalimantan Barat melalui proses sinter sodalime. Dalam penelitian Aziz dikatakan bahwa sekitar 75-85% alumina dapat diperoleh kembali dari *red mud* melalui proses sinter sodalime pada suhu  $800^\circ\text{C}$  dan pelarutan dengan sodium karbonat encer pada suhu kamar.

Sebelum dilakukan proses sintering, *red mud* di destruksi terlebih dahulu untuk mengetahui kadar awal dari aluminium. Amrin dan Dita (2013) menyebutkan dalam penelitiannya bahwa aquaregia dapat melarutkan aluminium dan besi dengan baik dibandingkan dengan HCl pekat dan  $\text{HNO}_3$  pekat pada ukuran partikel yang sama.

Oleh karena itu dalam penelitian ini untuk menghitung kadar awal aluminium pada *red mud* dilakukan destruksi menggunakan larutan aquaregia. Kemudian untuk memperoleh alumina kembali, digunakan proses sinter sodalime dengan kontrol rasio padatan dan waktu sintering.

## 1.2 Permasalahan

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah faktor-faktor yang berpengaruh terhadap

perolehan kembali alumina pada *red mud* dari Riau melalui proses sintering sodalime. Pada penelitian ini akan diamati pengaruh variasi rasio padatan antara *red mud*,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , dan  $\text{CaO}$ . Selain itu juga diamati pengaruh waktu sintering.

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

1. *Red mud* yang digunakan adalah *red mud* yang berasal dari Riau
2. Analisis logam hanya dilakukan untuk logam Al dan Si saja
3. Sampel *red mud* yang digunakan adalah yg lolos pada ukuran 200mesh
4. Konsentrasi larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  yang digunakan adalah 0,1 M
5. Variasi rasio padatan redmud:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ : $\text{CaO}$  yang digunakan adalah 1,5:2,5:1,25 ; 1,5:5:2,5 dan 1,5:7,5:3,75
6. Variasi waktu sintering yang digunakan ½ jam, 1 jam, 2 jam, dan sampai 3 jam
7. Suhu yang digunakan pada penelitian ini adalah pada suhu ruang
8. Kecepatan pengadukan mekanik yang digunakan 300 rpm

### 1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh rasio padatan dan waktu sintering terhadap perolehan kembali alumina dari *red mud* yang berasal dari Riau melalui proses sintering sodalime.

*"Halaman ini sengaja dikosongkan"*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Bauksit**

Indonesia mempunyai potensi bauksit yang relatif besar yang tersebar di daerah Riau dan Kalimantan Barat. Bijih bauksit yang terdapat di alam pada umumnya mengandung beberapa jenis material, mineral utamanya yaitu berupa aluminium hidroksida ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ) baik dalam jumlah yang banyak ataupun hanya satu. Selain  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , sisanya berupa besi oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), silika ( $\text{SiO}_2$ ), titan ( $\text{TiO}_2$ ), aluminosilikat, kalsium dan sejumlah kecil phosphorous, sulfur, seng, magnesium, dan beberapa jenis mineral karbonat. Jenis mineral aluminium hidroksida bervariasi, yaitu gibbsite ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ) dan polimorf, boehmite dan diaspore (keduanya dalam bentuk  $\text{AlO}(\text{OH})$ ). Bijih bauksit mempunyai warna coklat kemerahan seperti pada Gambar 2.1 (Dessy dkk, 2011).



Gambar 2.1 Bijih bauksit

Bauksit diklasifikasikan berdasarkan pemanfaatannya secara komersial seperti bahan abrasif, semen, kimia,

*metallurgical*, dan refraktori. Semua bauksit yang telah ditambang, hampir 85% diubah menjadi alumina  $Al_2O_3$  dimana alumina sendiri dapat digunakan untuk memproduksi logam aluminium, 10% dimanfaatkan sebagai penggunaan non logam untuk beragam kegunaan alumina, dan 5% lainnya digunakan untuk aplikasi *nonmetallurgical* (Plunkert, 1999).

## 2.2 Ekstraksi bijih

Ekstraksi bijih termasuk kedalam proses metalurgi. Metalurgi merupakan pengetahuan yang mengkaji mengenai cara-cara pengolahan logam dari bijihnya sehingga akan diperoleh logam yang siap untuk digunakan. Proses metalurgi dibagi menjadi 3 yaitu, pemekatan bijih, proses reduksi, dan pemurnian.

### a. Pemekatan Bijih

Pemekatan bijih dilakukan agar mineral terpisah dari pengotornya sehingga diperoleh kadar bijih yang tinggi. Pemekatan dapat dilakukan melalui dua teknik, yaitu pemisahan secara fisis dan pemisahan secara kimia.

- Pemekatan secara fisis terdiri dari :
  - Pemisahan pengapungan (*flotation separation*)  
Pemisahan pengapungan merupakan proses pemisahan mineral dari pengotornya dengan cara mengapungkan bijih ke permukaan melalui pengikatan buih. Proses ini banyak dipakai untuk beberapa bijih seperti Cu, Pb, Zn, Ag, Au, dan Ni
  - Pemisahan gaya berat (*gravity separation*)  
Pemisahan gaya berat adalah proses pemisahan mineral yang didasarkan atas perbedaan massa jenis antar partikel bijih dan partikel pengotor.
  - Pemisahan magnetik (*magnetic separation*)  
Pemisahan magnetik merupakan proses pemisahan yang didasarkan pada sifat kemagnetan yang kuat yaitu feromagnetik.

- Pemisahan pencairan (*liquoation separation*)  
Pemisahan pencairan dilakukan dengan cara memanaskan mineral diatas titik leleh logam, sehingga cairan logam akan terpisah dari pengotor.
  - Pemisahan amalgam (*amalgam separation*)  
Pemisahan amalgam merupakan proses pemisahan yang dilakukan berdasarkan pada sifat kelarutan logam dalam raksa. Logam yang pemisahannya dilakukan dengan cara ini yaitu Ag dan Au.
- Pemekatan secara kimia terdiri dari :
- Proses pelindihan (*leaching*)  
Proses pelindihan merupakan proses pemekatan kimiawi untuk melepaskan pengotor bijih dari suatu mineral dengan cara pelarutan dalam reagen tertentu. Misalnya, NaOH digunakan untuk melindih aluminium oksida dari bijih bauksit.
  - Proses pemanggangan (*roasting*)  
Proses pemanggangan adalah proses pemekatan bijih melalui pemanasan bijih yang disertai pengontrolan jumlah udara (oksigen). Misalnya, perubahan bijih sulfida menjadi oksida.

#### **b. Proses Reduksi**

Dalam proses reduksi ini terdapat dua jenis, yaitu reduksi kimia dan reduksi elektrolitik. Senyawa-senyawa dari logam dengan kereaktifan yang rendah kebanyakan mudah untuk direduksi. Sebaliknya senyawa-senyawa dari logam sangat reaktif sulit untuk direduksi.

#### **c. Pemurnian**

Pemurnian atau yang disebut dengan refining merupakan proses dimana pengolahan pada logam kotor melalui proses kimia sehingga diperoleh tingkat kemurnian yang tinggi.

(Whitten dkk, 1996).

## 2.3 Proses ekstraksi alumina

### 2.3.1 Proses Deville

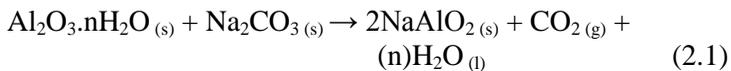
Proses Deville merupakan proses industri yang pertama kali ditemukan dalam memproduksi alumina dari bauksit. Proses Deville ditemukan oleh Henri Sainte-Claire Deville pada tahun 1859. Pada proses ini digunakan natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) selama proses ekstraksi.

Tahap pertama pada proses Deville ini yaitu kalsinasi. Bauksit dengan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan coke dipanaskan hingga suhu  $1200^\circ\text{C}$ . Hasil dari kalsinasi berupa natrium aluminat. Selama kalsinasi, oksida besi yang terkandung dalam bauksit tidak mengalami perubahan, sedangkan untuk silika membentuk polisilikat.

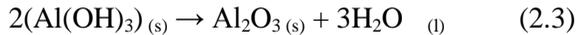
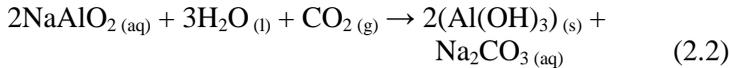
Tahap kedua, hasil kalsinasi dilarutkan dengan natrium hidroksida sehingga terbentuk natrium aluminat dalam bentuk terlarut dan pengotor yang akan terpisah menjadi residu padat. Kemudian larutan aluminat tersebut dipresipitasi dengan cara melewatkan karbon dioksida pada larutan dan dihasilkan presipitat berupa aluminium hidroksida (Handoko dan Muljana, 2009).

### 2.3.2 Proses Le Chatelier

Proses Le Chatelier merupakan salah satu metode yang digunakan untuk memproduksi alumina. Sama halnya dengan proses Deville, bauksit dan natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dipanaskan pada suhu  $1200^\circ\text{C}$  sehingga terbentuk natrium aluminat. Reaksi yang terjadi adalah :



Natrium aluminat yang dihasilkan kemudian diekstraksi menggunakan air dan terbentuk aluminium hidroksida ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ). Aluminium hidroksida yang terbentuk dipresipitasi menggunakan karbon dioksida dan presipitat di kalsinasi membentuk alumina.

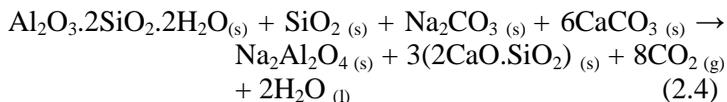


(Handoko dan Muljana, 2009).

### 2.3.3 Proses Lime – soda Sintering dan Proses Lime Sintering

Proses lime – soda sintering dan proses lime sintering merupakan dua proses yang serupa. Kedua proses ini biasanya digunakan untuk memisahkan alumina dari material yang kandungan silikanya lebih tinggi dibandingkan alumina. Perbedaan dari kedua proses tersebut terletak pada penambahan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Pada proses lime – soda sintering,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ditambahkan pada saat sintering. Sedangkan pada proses lime sintering  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ditambahkan pada tahap leaching.

Proses lime – soda sintering terdiri atas 3 tahap yaitu sintering, ekstraksi, dan presipitasi. Untuk tahap sintering, clay,  $\text{CaCO}_3$ , dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dicampur kemudian di panaskan pada suhu  $1280^\circ\text{C}$  -  $1300^\circ\text{C}$ . Reaksi yang terbentuk seperti berikut



Natrium aluminat yang terbentuk diekstraksi dengan  $\text{NaOH}$ . Selanjutnya difiltrasi dan dihasilkan residu berupa dikalsium silikat hidrat. Untuk tahap presipitasi digunakan gas  $\text{CO}_2$  agar diperoleh presipitas berupa  $\text{Al}(\text{OH})_3$ .  $\text{Al}(\text{OH})_3$  dikalsinasi pada suhu  $1100^\circ\text{C}$  sehingga diperoleh alumina.

Pada proses lime sintering, secara keseluruhan memiliki tahap-tahap yang sama dengan proses lime – soda sintering. Mulai dari tahap sintering dan suhu sintering yang

digunakan hingga tahap presipitasi sama dengan proses lime – soda sintering. Namun pada tahap ekstraksi, digunakan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  sebagai pelarutnya (Handoko dan Muljana, 2009).

### 2.3.4 Proses Bayer

Proses Bayer ditemukan oleh ahli kimia Austria yang bernama Karl Bayer pada tahun 1888. Proses ini merupakan proses yang digunakan dalam *refining* bauksit sehingga dihasilkan alumina. Bauksit merupakan bijih aluminium yang mengandung 30-54% alumina dan sisanya merupakan campuran silika, oksida besi, dan titanium dioksida.

Proses Bayer memiliki 3 tahap, yaitu ekstraksi, presipitasi, dan kalsinasi.

#### a. Tahap Ekstraksi

Tahap ekstraksi atau yang disebut tahap *digestion* merupakan tahap pertama dalam proses Bayer. Pada tahap ini bauksit dan NaOH diletakkan secara terpisah ke dalam *autoclaves, tubular reactor, dan steel vessel*. Kondisi operasi pada tahap ini digunakan suhu  $140^\circ\text{C}$  dan tekanan 34 atm. Alumina hidrat yang terkandung dalam bauksit larut di dalam NaOH dan menghasilkan natrium aluminat ( $\text{NaAlO}_2$ ). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



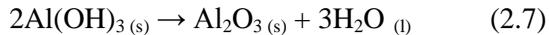
Aluminium hidroksida larut di dalam NaOH, sedangkan sisanya seperti silika dan semua oksida logam lainnya tidak larut.

#### b. Tahap Presipitasi

Presipitasi dilakukan untuk memisahkan  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Presipitasi dilakukan dengan cara menambahkan kristal  $\text{Al}(\text{OH})_3$  untuk menginisiasi presipitasi.

c. Tahap Kalsinasi

$\text{Al}(\text{OH})_3$  yang dihasilkan kemudian dikeringkan di dalam rotary kiln atau fluid – bed calciners pada suhu  $1100\text{-}1500^\circ\text{C}$  untuk menghilangkan kadar air. Hasil dari kalsinasi berupa alumina. Reaksi yang terjadi pada tahap ini adalah



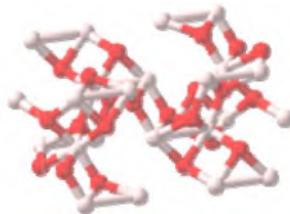
Dari beberapa proses pemisahan alumina yang telah dijelaskan diatas, proses Bayer merupakan proses yang terakhir ditemukan. Setelah ditemukan proses Bayer, proses-proses yang lainnya tidak digunakan lagi. Hal ini disebabkan karena :

- Proses Bayer merupakan proses yang paling ekonomis diantara proses-proses lainnya. Pada proses Bayer tidak diperlukan suhu yang tinggi dalam proses ekstraksi/*digestion*.
- Proses Bayer tidak memerlukan banyak energi sehingga biaya produksi tidak terlalu besar

(Handoko dan Muljana, 2009).

## 2.4 Alumina

Alumina merupakan senyawa bentuk oksida dari aluminium dengan rumus kimia  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Di alam alumina ditemukan dalam bentuk *corundum*, seperti *ruby* dan *sapphire*. Selain itu alumina juga memiliki banyak bentuk yaitu  $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\eta$ ,  $\kappa$ ,  $\rho$ ,  $\chi$ , dan  $\theta$ . Struktur kimia dari *corundum* dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.2 Struktur *corundum*

Alumina yang dihasilkan oleh pabrik berupa padatan berwarna putih. Alumina merupakan bahan baku dalam pembuatan aluminium. Komposisi dari produk alumina dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Spesifikasi produk alumina

Komponen	Komposisi (% berat)
$\text{Al}_2\text{O}_3$	99,3 - 99,7
$\text{Na}_2\text{O}$	0,3 - 0,5
$\text{SiO}_2$	0,005 - 0,025
$\text{CaO}$	< 0,005 - 0,04
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,005 - 0,02
$\text{TiO}_2$	0,001 - 0,008
$\text{ZnO}$	< 0,001 - 0,01
$\text{P}_2\text{O}_5$	< 0,0001 - 0,0015
$\text{Ga}_2\text{O}_3$	< 0,005 - 0,015
$\text{V}_2\text{O}_5$	< 0,001 - 0,003
$\text{SO}_3$	< 0,05 - 0,2

Sebagian besar alumina diproduksi melalui proses kalsinasi aluminium hidroksida. Hampir semua aluminium hidroksida diperoleh melalui proses Bayer ( Handoko dan Muljana, 2009).

## 2.5 *Red mud*

Pemrosesan bauksit melalui proses Bayer akan menghasilkan alumina dan residu bauksit (*red mud*). Senyawa besi yang terdapat dalam bauksit dengan konsentrasi yang tinggi, memberikan warna merah pada produk sampingannya atau yang disebut *red mud*.

Komposisi utama dari *red mud* yaitu berupa oksida besi, alumina tak larut bersama-sama dengan berbagai oksida, silikon oksida, dan titanium oksida. Jenis komposisi kimianya

dapat dilihat pada tabel 2.2 sedangkan untuk jenis mineraloginya dapat dilihat pada tabel 2.3 (IAI, 2015).

Tabel 2.2 Komponen utama dan kisaran komposisi (%) pada *red mud*

Komponen	Kisaran umum (%)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20-45
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10-22
TiO <sub>2</sub>	4-20
CaO	0-14
SiO <sub>2</sub>	5-30
Na <sub>2</sub> O	2-8

Tabel 2.3 Komposisi mineralogi pada *red mud*.

Komponen	Kisaran umum (%)
Sodalite (3Na <sub>2</sub> O.3Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .6SiO <sub>2</sub> .Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	4-40
Goethite (FeOOH)	10-30
Hematite (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	10-30
Magnetite (Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> )	0-8
Silica (SiO <sub>2</sub> ) crystalline and amorphous	3-20
Calcium aluminate (3CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .6H <sub>2</sub> O)	2-20
Boehmite (AlOOH)	0-20
Titanium Dioxide (TiO <sub>2</sub> ) anatase and rutile	2-15
Muscovite (K <sub>2</sub> O.3Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 6SiO <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O)	0-15
Calcite (CaCO <sub>3</sub> )	2-20
Kaolinite (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 2SiO <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O)	0-5
Gibbsite (Al(OH) <sub>3</sub> )	0-5
Perovskite (CaTiO <sub>3</sub> )	0-12
Cancrinite (Na <sub>6</sub> [Al <sub>6</sub> Si <sub>6</sub> O <sub>24</sub> ].2CaCO <sub>3</sub> )	0-50
Diaspore (AlOOH)	0-5

*Red mud* hasil dari pencucian (tailing) berupa cairan lumpur bercampur dengan pasir yang disebut sebagai limbah pencucian bauksit, kemudian dialirkan ke kolam-kolam pengendapan terlebih dahulu sebelum dialirkan ke laut atau lingkungan sekitar (Zulfikar, 2014). Apabila *red mud* tidak dikelola dengan baik dan terencana maka dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, khususnya air tanah (*ground water*). Hal tersebut dapat terjadi karena *red mud* bersifat basa kuat dengan pH sekitar 12 (Pontikes, 2007).



Gambar 2.3 Limbah *red mud*



Gambar 2.4 Penampungan  
*red mud*



Gambar 2.5 Tumpukan *red mud* kering

(Purnomo dkk, 2013)

## **2.6 Destruksi**

Destruksi merupakan suatu metode yang dapat memecah senyawa menjadi unsur-unsurnya sehingga dapat dianalisis. Destruksi juga disebut sebagai perombakan, yaitu dari bentuk organik logam menjadi bentuk logam-logam anorganik. Pada dasarnya destruksi terdiri dari dua macam yang dikenal dalam ilmu kimia yaitu destruksi basah (oksida basah) dan destruksi kering (oksida kering). Kedua macam destruksi tersebut memiliki teknik pendekstrusian yang berbeda (Kristianingrum, 2012).

### **2.6.1 Destruksi Basah**

Destruksi basah merupakan destruksi yang menggunakan asam-asam kuat baik tunggal maupun campuran, kemudian dioksidasi dengan zat oksidator. Pelarut-pelarut yang dapat digunakan dalam destruksi basah yaitu asam nitrat, asam sulfat, asam perklorat, dan asam klorida. Kesempurnaan destruksi ditandai dengan diperolehnya larutan jernih pada larutan destruksi. Hal tersebut menunjukkan bahwa semua komponen yang ada telah larut sempurna atau perombakan senyawa-senyawanya berjalan dengan baik (Raimon, 1993).

### **2.6.2 Destruksi Kering**

Berbeda dengan destruksi basah, pada destruksi kering dilakukan pengabuan sampel dalam muffle furnace pada suhu tertentu. Pada umumnya suhu pengabuan yang digunakan pada destruksi kering ini yaitu sekitar 400-800°C. Akan tetapi suhu tersebut sangat tergantung pada jenis sampel yang digunakan. Penentuan suhu pengabuan ini dapat ditinjau terlebih dahulu dari jenis logam yang akan dianalisis. Apabila oksida logam yang terbentuk kurang stabil maka perlakuan ini tidak akan memberikan hasil yang baik. Untuk oksida logam dari Fe, Cu, dan Zn sifatnya cukup stabil pada suhu pengabuan yang digunakan. Hasil dari pengabuan kemudian dilarutkan kedalam pelarut asam encer baik tunggal mau campuran (Raimon, 1993)

## **2.7 Metode analisis**

### **2.7.1 Difraktometer Sinar X (XRD)**

Difraksi X atau yang dikenal dengan XRD merupakan alat yang digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam material dengan cara menentukan parameter struktur kisi serta untuk mendapatkan ukuran partikel. Dengan membandingkan dengan pola difraksi yang telah ada, maka dapat diketahui bentuk fasa dari suatu senyawa. Analisa ini didasarkan pada adanya kristal yang terbentuk oleh keteraturan atom-atom yang tertata secara rapi. Setiap bidang kristal mempunyai khas tersendiri yang ditandai dengan sudut difraksinya ( $2\theta$ ). Dan setiap material yang berstruktur kristal akan mempunyai pola difraksi tertentu, sehingga struktur suatu material dapat ditentukan berdasarkan pola difraksinya (Utomo & Rosyidah, 2010).

Prinsip kerja dari XRD yaitu menggunakan sinar X yang ditembakkan pada sampel padatan kristalin dimana sinar akan terdifraksi ke segala arah sesuai dengan Hukum Bragg. Detektor bergerak dengan kecepatan sudut konstan untuk mendeteksi bekas sinar X yang telah didifraksikan oleh sampel. Partikel-partikel kristal mempunyai bidang-bidang kisi yang tersusun secara acak dimana pada setiap kumpulan bidang kisi tersebut mempunyai beberapa beberapa sudut orientasi tertentu.



Gambar 2.6 Difraktometer

Hukum Bragg :

$$n \lambda = 2 d \sin \theta$$

dimana :

$n$  : orde difraksi (1,2,3,...)

$\lambda$  : panjang sinar X

$d$  : jarak kisi

$\theta$  : sudut difraksi

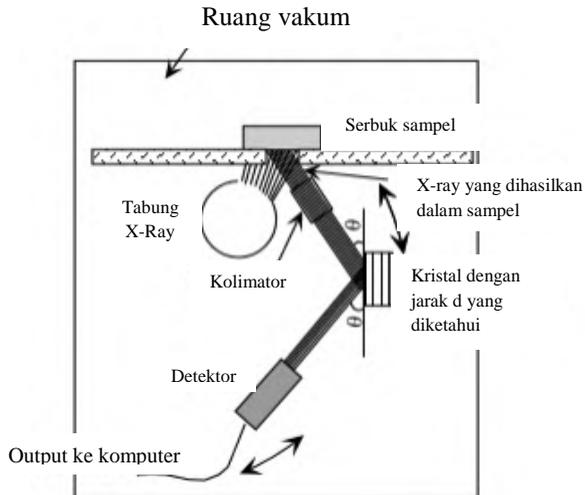
Berdasarkan persamaan Bragg, apabila sinar X ditembakkan pada sampel kristal, maka bidang kristal tersebut akan membiaskan sinar X yang mempunyai panjang gelombang sama dengan jarak antar kisi dalam kristal. Detektor akan menangkap sinar yang dibiaskan yang selanjutnya akan diterjemahkan sebagai puncak difraksi. Tingginya intensitas yang dihasilkan menandakan banyaknya kristal yang terdapat dalam sampel. Tiap puncak yang muncul pada pola XRD mewakili satu bidang kristal yang memiliki orientasi tertentu dalam sumbu tiga dimensi (Jamaluddin, 2010).

### 2.7.2 XRF (X-Ray Fluorescence)

XRF merupakan metode analisis yang digunakan untuk menentukan komposisi kimia dalam suatu material. Metode ini dapat digunakan untuk mengukur unsur-unsur, terutama unsur yang banyak terdapat dalam batuan atau mineral. Material dapat berupa padatan, cairan, atau serbuk. Prinsip kerja dari XRF yaitu berdasarkan tumbukan atom-atom pada permukaan sampel atau material oleh sinar X (Jenkin, 1988).

Pada XRF, sinar X yang digunakan berasal dari tabung pembangkit sinar X dimana tabung tersebut akan memancarkan sinar X sehingga elektron dari kulit bagian dalam akan keluar untuk menghasilkan sinar X baru dari sampel yang dianalisis. Elektron dari kulit bagian dalam suatu atom pada sampel analit akan menghasilkan sinar X dengan panjang gelombang yang berbeda-beda untuk setiap atomnya. Pada setiap atom dalam sampel, intensitas dari sinar X akan sebanding dengan jumlah (konsentrasi) atom di dalam sampel. Dengan demikian, apabila intensitas sinar X dari setiap unsur dapat diukur, maka dapat dibandingkan intensitas tersebut dengan suatu standart yang sudah diketahui konsentrasinya, sehingga konsentrasi unsur dari suatu sampel dapat ditentukan.

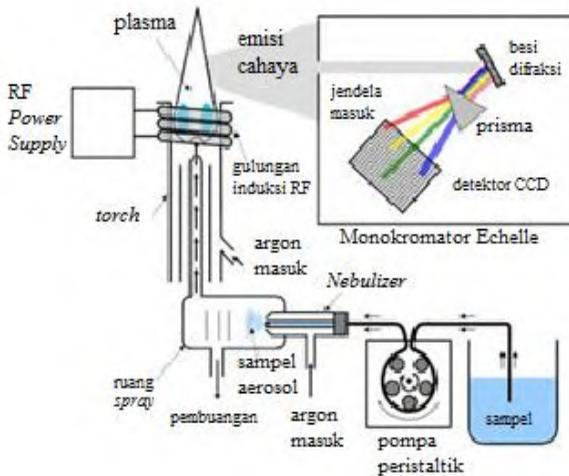
Sinar X yang dihasilkan kemudian dilewatkan pada kolimator untuk menghasilkan berkas sinar yang koheren. Selanjutnya berkas sinar tersebut didifraksikan oleh kisi kristal yang telah diketahui nilai  $d$ -nya. Dengan menggunakan persamaan Bragg, dapat ditentukan sudut  $\theta$  dari sinar X yang panjang gelombangnya telah diketahui.



Gambar 2.7 Skema Alat dari XRF

### 2.7.3 ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectroscopy)

Inductively Coupled Plasma (ICP) merupakan teknik analisis yang digunakan untuk deteksi *trace* logam dalam suatu sampel. Prinsip utama ICP dalam penentuan elemen yaitu menggunakan emisi. Perangkat ICP-OES yaitu plasma dimana dengan bantuan gas digunakan sebagai sumber atomisasi dan eksitasi. Atomisasi elemen bertujuan untuk memancarkan cahaya pada panjang gelombang tertentu sehingga dapat diukur.



Gambar 2.8 Skema alat ICP-OES

(Yanuar, 2015)

Sampel yang akan dianalisis biasanya berupa larutan. Nebulizer berfungsi sebagai pengubah larutan sampel menjadi bentuk aerosol. Emisi yang dihasilkan oleh suatu atom kemudian dikonversi ke dalam bentuk sinyal listrik yang selanjutnya digunakan untuk mengukur intensitas cahaya dengan photomultiplier tube dengan panjang gelombang tertentu untuk setiap elemen. Intensitas dari sinyal dibandingkan dengan intensitas standart yang telah ditentukan (Vela *et al*, 1993).

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **3.1 Alat dan Bahan**

#### **3.1.1 Alat**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain peralatan gelas seperti gelas beaker, erlenmeyer, labu ukur, kaca arloji, corong, spatula, pipet ukur, pipet tetes. Selain itu juga digunakan peralatan untuk preparasi sampel seperti alur dan mortal, ayakan 200 mesh, shieve shaker, oven, pengepress pelet, furnace dan neraca analitik. Untuk analisis dan karakterisasi digunakan beberapa instrumen diantaranya Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES prodigy Leeman Laboratories), X-Ray Diffraction (XRD) X'pert Pro PANalytical, X-Ray Fluorescence (XRF) PANalytical.

#### **3.1.2 Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *red mud* yang berasal dari kepulauan Riau, HCl 37%, HNO<sub>3</sub> 65%, CaO, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NaOH, aquaDM.

### **3.2 Prosedur Penelitian**

#### **3.2.1 Preparasi sampel**

*Red mud* ditumbuk hingga berukuran halus kemudian diayak pada ukuran 200 mesh dengan menggunakan shieve shaker. Setelah itu *red mud* yang lolos ayakan 200 mesh dioven pada suhu 105°C selama 1 jam. Selanjutnya dilakukan

analisa kandungan *red mud* menggunakan XRD dan XRF.

### **3.2.2 Perlakuan pelarutan sampel menggunakan larutan aquaregia**

*Red mud* yang lolos ayakan 200 mesh di oven pada suhu 105°C selama 1 jam kemudian ditimbang sebanyak 0,50 gram. Sampel dilarutkan kedalam larutan aquaregia sebanyak 20 ml. Sampel dan pelarut diaduk beberapa detik kemudian dipanaskan hingga setengah volume. Setelah itu ditambahkan aquaDM hingga volume seperti semula dan dipanaskan kembali. Perlakuan tersebut dilakukan berulang hingga 3 kali. Selanjutnya larutan disaring menggunakan kertas saring. Residu yang telah tersaring selanjutnya dikeringkan hingga uap air hilang.

### **3.2.3 Pengaruh perlakuan pelarutan bertingkat pada sampel menggunakan larutan aquaregia**

Residu hasil pelarutan menggunakan aquaregia dilarutkan kembali menggunakan aquaregia sebanyak 20 ml. Sampel dan pelarut diaduk beberapa detik kemudian dipanaskan aquaregia sebanyak 20 ml. Sampel dan pelarut diaduk beberapa detik kemudian dipanaskan hingga setengah volume. Setelah itu ditambahkan aquademin hingga volume seperti semula dan dipanaskan kembali. Perlakuan tersebut dilakukan berulang hingga 3 kali. Selanjutnya disaring menggunakan kertas saring. Residu yang telah tersaring selanjutnya dikeringkan hingga uap air hilang.

### **3.2.4 Analisis kandungan aluminium dan besi pada sampel yang terlarut dalam aquaregia**

Filtrat hasil penyaringan pada pelarutan aquaregia dituang kedalam labu ukur 50 ml dan ditambahkan aquademin hingga tanda batas. Setelah itu diambil 1 ml aliquot dan diencerkan hingga 100 ml kemudian dianalisis kandungan aluminium dan besi menggunakan ICP-OES.

### **3.2.5 Pengaruh rasio padatan terhadap prosentase ekstraksi aluminium**

*Red mud* yang telah dilakukan preparasi sampel diambil dan ditimbang 1,50 gram kemudian dicampur dengan CaO dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Pada penelitian ini, rasio *red mud*, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dan CaO yang digunakan yaitu untuk sampel A 1,5 g:2,5 g:1,25 g; sampel B 1,5 g:5 g:2,5 g; sampel C 1,5 g:7,5 g:3,75 g. Setelah itu campuran dari masing-masing sampel disintering menggunakan furnace pada suhu 800°C selama ½ jam. Hasil sinter selanjutnya dilarutkan menggunakan larutan 0,1 M Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Dilakukan pengadukan menggunakan magnetik stirer dengan kecepatan 300 rpm selama 30 menit. Kemudian disaring menggunakan kertas saring. Residu disimpan dan filtrat dipresipitasi menggunakan HCl.

### **3.2.6 Pengaruh waktu sintering terhadap prosentase ekstraksi aluminium**

*Red mud* yang telah dilakukan preparasi sampel diambil dan ditimbang 1,50 gram kemudian dicampur dengan 2,50 gram Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dan 1,25 gram CaO. Selanjutnya campuran

tersebut disintering menggunakan furnace pada suhu  $800^{\circ}\text{C}$ . Variasi waktu sintering yang digunakan yaitu  $\frac{1}{2}$  jam, 1 jam, 2 jam, dan 3 jam. Hasil sinter selanjutnya dilarutkan menggunakan larutan  $0,1\text{ M Na}_2\text{CO}_3$ . Dilakukan pengadukan menggunakan magnetik stirer dengan kecepatan  $300\text{ rpm}$  selama 30 menit. Kemudian disaring menggunakan kertas saring. Residu disimpan dan filtrat dipresipitasi menggunakan HCl.

### **3.2.7 Presipitasi filtrat hasil pelarutan sinter**

Filtrat yang dihasilkan dari pelarutan sinter menggunakan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  selanjutnya dipresipitasi menggunakan asam klorida (HCl). HCl yang ditambahkan sesuai dengan parameter pH agar terbentuk endapan aluminium hidroksida  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Larutan yang bersifat asam akan melarutkan  $\text{Al}(\text{OH})_3$  kembali dalam filtrat. Sehingga dalam penelitian ini digunakan pH 6,5-7 agar diperoleh pengendapan  $\text{Al}(\text{OH})_3$  yang efektif. Endapan  $\text{Al}(\text{OH})_3$  yang diperoleh kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  dan ditimbang hingga beratnya konstan.

### **3.2.8 Karakterisasi pada endapan yang diperoleh**

Endapan yang diperoleh dipanaskan pada suhu  $800^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam. Kemudian dikarakterisasi menggunakan XRD.

## BAB IV PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis awal pada sampel *red mud* (residu bauksit)

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah *red mud* yang berasal dari daerah Riau. Sampel *red mud* yang telah dikeringkan diuji menggunakan XRF (X-ray Fluorescence). XRF akan mengidentifikasi unsur apa saja yang terkandung dalam *red mud* beserta kadarnya. Tabel 4.1 menunjukkan prosentase konsentrasi unsur-unsur yang terdapat dalam sampel.

Tabel 4.1 Hasil analisis menggunakan XRF

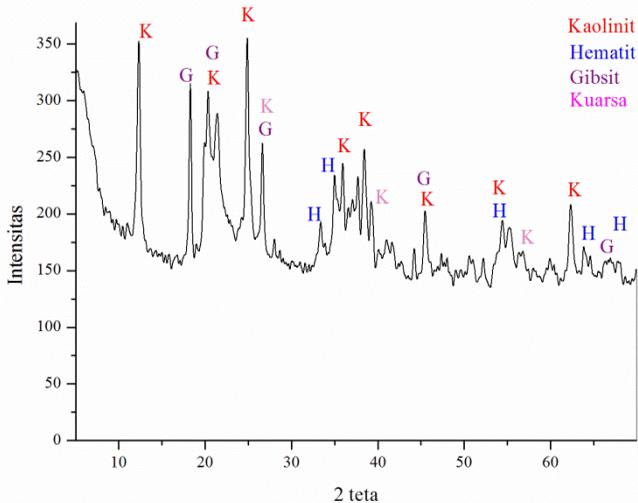
Al (%)	Si (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Ti (%)
24 ± 0.02	20.3 ± 0.2	0.35 ± 0.007	0.65 ± 0.009	0.32 ± 0.009	2.72 ± 0.002

V (%)	Cr (%)	Fe (%)	Ni (%)	Cu (%)	Zn (%)
0.06 ± 0.005	0.094 ± 0.0098	50.39 ± 0.196	0.16 ± 0.006	0.12 ± 0.005	0.05 ± 0.002

Ga (%)	Eu (%)	Yb (%)	Re (%)
0.101 ± 0.003	0.33 ± 0.01	0.07 ± 0.03	0.2 ± 0.04

Berdasarkan tabel 4.1 ditunjukkan bahwa dalam sampel *red mud* mengandung senyawa besi 50.39 % ; aluminium 24 % dan silika 20.3 %. Pada penelitian ini, senyawa alumina akan diambil dan dipisahkan dari *red mud*.

Karakterisasi yang kedua menggunakan XRD (X-ray Diffraction). XRD mengidentifikasi struktur kristal dari material dengan memanfaatkan radiasi gelombang elektromagnetik sinar X. Hasil dari karakterisasi XRD pada sampel *red mud* kering dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Difraktogram XRD pada sampel awal

Tiap puncak yang muncul pada pola XRD mewakili satu bidang kristal yang memiliki orientasi tertentu dalam sumbu tiga dimensi. Gambar 4.1 menunjukkan bahwa dalam sampel *red mud* terkandung *kaolinite* ( $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_3(\text{OH})_4$ ), *hematite* ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), *gibbsite* ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ), dan *kuarsa* ( $\text{SiO}_2$ ).

Selain karakterisasi XRD dan XRF, sampel *red mud* dianalisis menggunakan ICP-OES. Sampel *red mud* yang

telah dipreparasi didestruksi terlebih dahulu. Destruksi dilakukan untuk melarutkan logam-logam yang terkandung dalam sampel sehingga dapat dianalisis menggunakan ICP. Hasil analisa ICP untuk sampel *red mud* ditunjukkan pada Tabel 4.2

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Amrin dan Dita (2013) disebutkan bahwa aquaregia dapat melarutkan aluminium dan besi dengan baik dibandingkan dengan HCl pekat dan HNO<sub>3</sub> pekat pada ukuran partikel yang sama. Aquaregia merupakan zat pengoksidasi yang kuat dan juga melarutkan berbagai macam logam mulia seperti emas dan platinum (Vogel, 1990). Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan aquaregia sebagai pendestruksinya.

Tabel 4.2 Hasil analisis menggunakan ICP

Sampel	Jenis Uji	Konsentrasi (ppm)	Al (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)
<i>Red mud</i>	Al	8,66	8,66	32,7

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa pada sampel *red mud* terdapat kandungan aluminium sebesar 8,66 ppm dengan kadar Al 8,66% dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 32,7%.

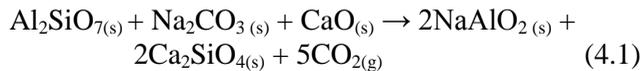
#### 4.2 Pengaruh rasio padatan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dan CaO terhadap prosentase ekstraksi aluminium

Sampel *red mud* yang telah dipreparasi selanjutnya disinterring menggunakan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dan CaO. *Red mud* dicampur dengan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dan CaO pada rasio tertentu. Variasi rasio padatan yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan seperti pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Komposisi sampel pada variasi rasio padatan

Sampel	Redmud (gram)	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (gram)	CaO (gram)
A	1,5	2,5	1,25
B	1,5	5	2,5
C	1,5	7,5	3,75

Dalam proses sintering, alumina silikat bereaksi dengan CaO dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> pada suhu tinggi sehingga terbentuk sodium aluminat (NaAlO<sub>2</sub>) yang larut dalam larutan alkalin (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) dan dikalsium silikat yang tidak larut dalam larutan yang sama (Padilla, 1985).



Setelah dilakukan proses sintering maka dilanjutkan dengan pelarutan sinter menggunakan larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Habashi (1997). Filtrat hasil pelarutan sinter mengandung aluminium dikarenakan sodium aluminat yang terlarut dalam Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Pada penelitian ini dilakukan pelarutan sinter secara berulang karena diasumsikan pada proses pelarutan sinter yang pertama belum semua logam aluminium bereaksi atau belum semua logam aluminium dapat larut.

Dalam proses ekstraksi dihasilkan filtrat dan residu. Residu disimpan sedangkan filtrat digunakan untuk proses presipitasi. Filtrat hasil ekstraksi berwarna bening kekuningan dimana filtrat tersebut mengandung natrium aluminat (NaAlO<sub>2</sub>). Presipitasi dilakukan dengan penambahan larutan HCl pada filtrat. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Winarni (2003) disebutkan

bahwa pH optimum untuk pengendapan  $\text{Al}(\text{OH})_3$  yaitu pada rentang pH 6,5-7. Presipitat  $\text{Al}(\text{OH})_3$  mulai terbentuk pada  $\text{pH} < 4,5$ . Sedangkan untuk  $\text{pH} > 8$  sebagian besar aluminium hadir pada spesies terlarut (Benschoten dan Edzwald, 1990). Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan pH optimum yaitu 6,5.



(a)

(b)

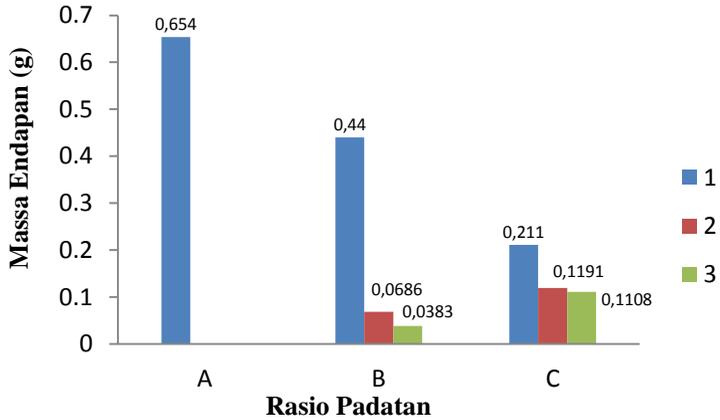
Gambar 4.2 (a) Filtrat hasil ekstraksi (b) presipitasi pada larutan filtrat

Pada pengukuran awal, pH filtrat sebelum dipresipitasi menunjukkan rentang pH antara 12-13. Ketika ditambahkan dengan HCl maka akan terbentuk  $\text{Al}(\text{OH})_3$  dan garam NaCl. Berikut adalah reaksi yang terjadi

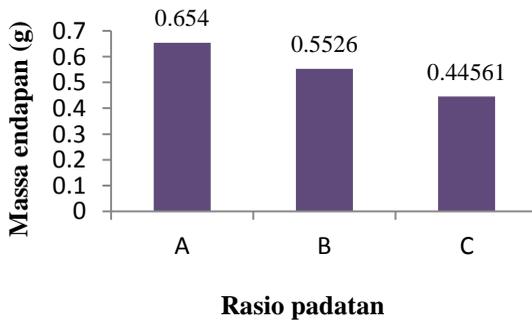


Gambar 4.3 Endapan yang diperoleh pada sampel A, B, dan C berturut-turut dari kiri ke kanan

Berikut adalah massa endapan aluminium yang diperoleh sebagaimana pada Gambar 4.4 dan 4.5

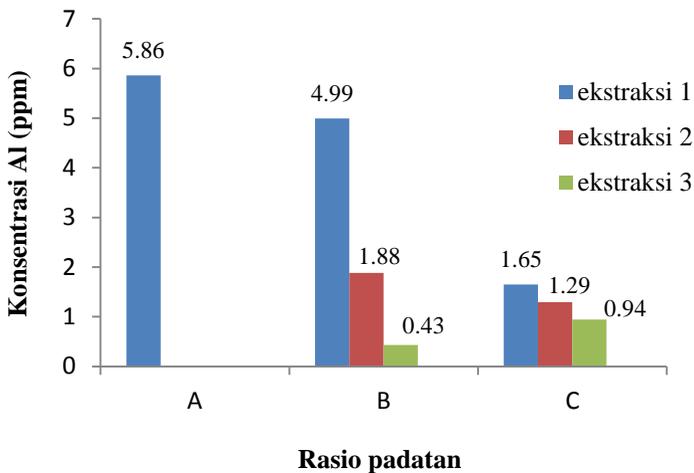


Gambar 4.4 Massa endapan pada masing-masing sampel dengan pelarutan sinter berulang

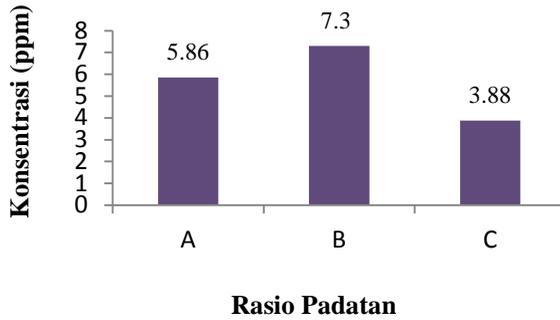


Gambar 4.5 Massa endapan total pada masing-masing sampel

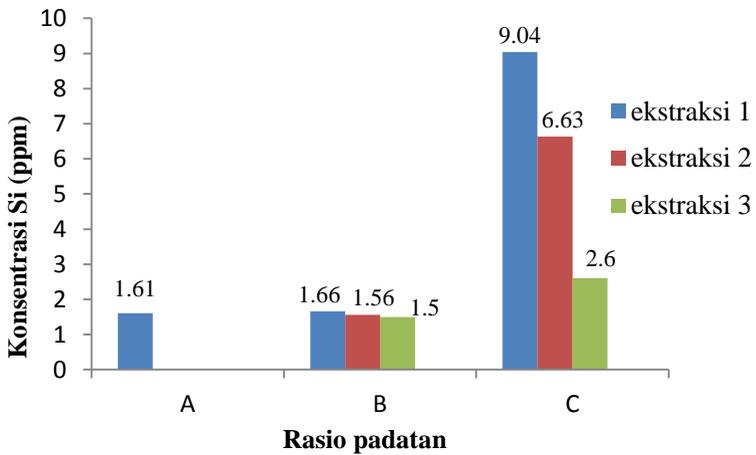
Gambar 4.4 menunjukkan bahwa seiring dengan pengulangan pelarutan sinter, massa endapan yang diperoleh semakin menurun. Pada sampel A cukup dengan satu kali pelarutan sinter maka semua sodium aluminat bereaksi dan dihasilkan endapan sebesar 0,654 gram. Sedangkan untuk sampel B dan C pada pelarutan kedua dan ketiga masih dihasilkan endapan namun tidak banyak. Dapat dikatakan bahwa hanya dengan pelarutan sinter satu kali dapat melarutkan hampir semua aluminium. Dengan kata lain pelarutan sinter dapat dilakukan sekali tanpa harus dilakukan pengulangan. Berdasarkan gambar 4.5 diperoleh massa endapan total dari pengulangan pelarutan ke-1 hingga ke-3 pada sampel A, B, C berturut-turut sebesar 0,654 gram; 0,5526 gram; dan 0,44561 gram.



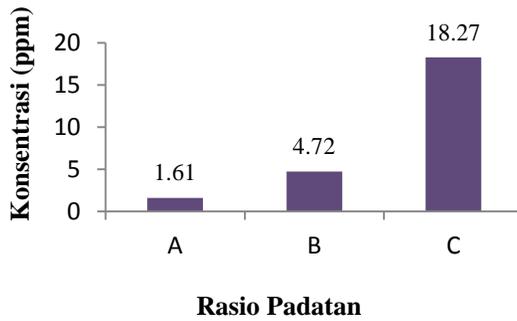
Gambar 4.6 Konsentrasi Al pada endapan



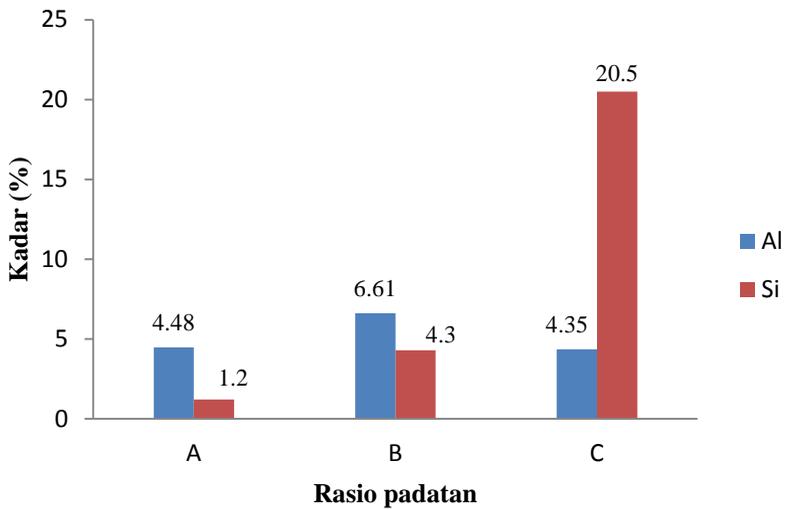
Gambar 4.7 Konsentrasi total Al pada endapan untuk masing-masing sampel



Gambar 4.8 Konsentrasi Si pada endapan



Gambar 4.9 Konsentrasi total Si pada endapan



Gambar 4.10 Prosentase total Al dan Si pada endapan

Rasio padatan dalam komposisi sampel memberi pengaruh terhadap kadar aluminium dan silika pada endapan yang diperoleh. Gambar 4.6 menunjukkan bahwa konsentrasi aluminium terbesar diperoleh pada sampel A yaitu sebesar 5,83 ppm. Akan tetapi jika ditinjau secara kumulatif (Gambar 4.7) konsentrasi alumina terbesar yaitu pada sampel B.

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa kadar silika terkecil diperoleh pada sampel A sedangkan yang terbesar diperoleh pada sampel C. Berdasarkan data-data tersebut maka dapat disimpulkan bahwa rasio padatan yang paling baik digunakan dalam pemisahan aluminium yaitu rasio padatan dalam sampel A dengan komposisi 1,5R:2,5N:1,25C. Pada sampel A (Gambar 4.10) diperoleh endapan dengan kadar aluminium sebesar 4,48% dan kadar silika yang paling rendah sebesar 1,2% serta *recovery* Al yang diperoleh sebesar 69,5%

### **4.3 Pengaruh waktu sintering terhadap prosentase ekstraksi aluminium**

Prosentase kadar aluminium pada endapan juga dipengaruhi oleh waktu sintering, sehingga dalam penelitian ini digunakan variasi waktu sintering yaitu ½ jam, 1 jam, 2 jam, 3 jam. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Muchtar pada tahun 2010 menyebutkan bahwa suhu optimum dalam proses sintering yaitu pada suhu 800°C sehingga pada proses sintering dalam penelitian ini digunakan suhu sebesar 800°C.

Pada pengaruh waktu sintering juga dilakukan presipitasi dengan perlakuan dan kondisi yang sama seperti pada pengaruh rasio padatan. Filtrat dari hasil ekstraksi dipresipitasi menggunakan HCl. Presipitasi dilakukan pada pH 6,5 dimana pada pH tersebut merupakan kondisi optimum untuk pengendapan Al (OH)<sub>3</sub> (Winarni, 2003).

Massa endapan yang diperoleh meningkat seiring dengan bertambahnya waktu sintering. Sedangkan pada Tabel 4.5 menunjukkan prosentase aluminium cenderung menurun seiring dengan meningkatnya waktu sintering.

Tabel 4.4 Massa endapan yang diperoleh pada variasi waktu sintering

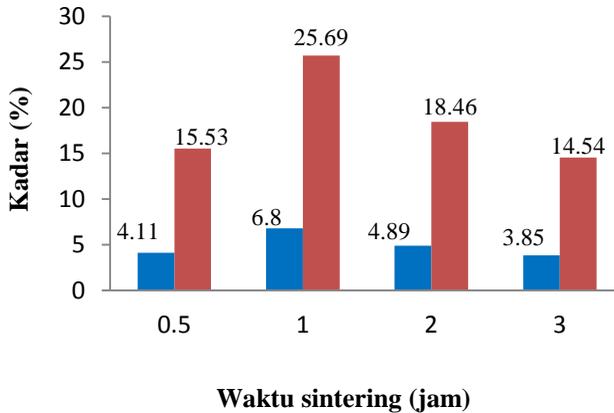
Waktu (jam)	Massa endapan yang diperoleh (g)
0,5	0,654
1	0,6195
2	0,8634
3	0,971

Tabel 4.5 Konsentrasi Al pada endapan pada variasi waktu sintering

Waktu (jam)	Konsentrasi (ppm)
0,5	5,38
1	8,43
2	8,44
3	7,48

Tabel 4.6 Prosentase Al dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  pada endapan yang diperoleh

Waktu (jam)	Kadar Al (%)	Kadar $\text{Al}_2\text{O}_3$ (%)
0,5	4,11	15,53
1	6,8	25,69
2	4,89	18,46
3	3,85	14,54



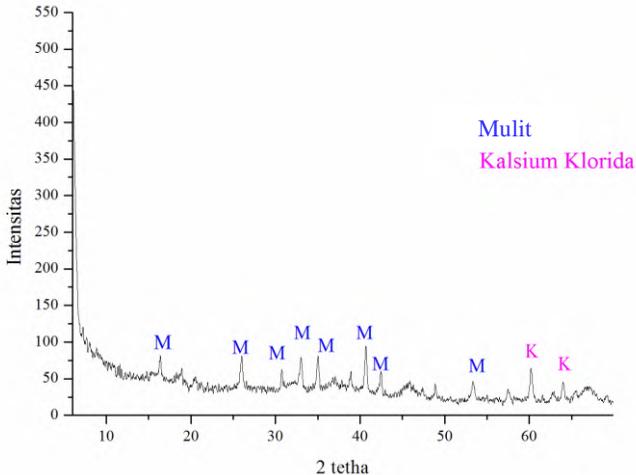
Gambar 4.11 Presentase aluminium pada variasi waktu sintering

Berdasarkan data konsentrasi Al pada tabel 4.5 maka dapat diketahui presentase Al yang terekstrak pada *red mud*. Hasil ekstraksi menunjukkan bahwa presentase Al yang optimum diperoleh pada waktu sintering selama 1 jam yaitu sebesar 6,8 % dengan presentase  $Al_2O_3$  sebesar 25,69%. *Recovery* Al diperoleh sebesar 97,35%.

Presentase aluminium meningkat pada waktu 1 jam kemudian menurun hingga waktu 3 jam. Lamanya waktu sintering berpengaruh terhadap pembentukan natrium aluminat ( $NaAlO_2$ ). Pada waktu  $\frac{1}{2}$  jam diasumsikan bahwa belum semua  $NaAlO_2$  terbentuk sehingga diperoleh presentase aluminium yang rendah.

#### 4.4 Analisis akhir pada endapan menggunakan XRD

Endapan yang diperoleh kemudian dipanaskan pada suhu 800°C selama 1 jam, selanjutnya dikarakterisasi



menggunakan XRD. Hasil dari karakterisasi XRD pada endapan dapat dilihat pada Gambar 4.12

Gambar 4.12 Difraktogram XRD pada endapan

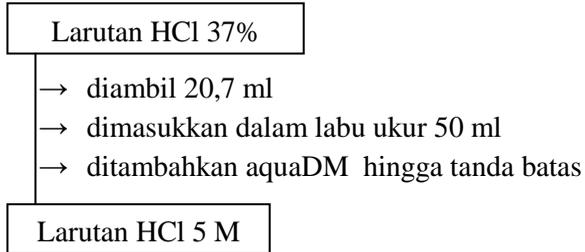
Berdasarkan Gambar 4.12 menunjukkan bahwa pada endapan mengandung aluminium dan silika. Adanya aluminium dan silika dapat dibuktikan dengan munculnya senyawa *mullite* pada puncak-puncak tertentu. *Mullite* merupakan senyawa gabungan dari dua macam oksida yaitu  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan  $\text{SiO}_2$  dengan formula  $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  (Montanaro, 1997). *Mullite* merupakan material yang disintesis, sehingga *mullite* tidak dapat ditemukan di alam (Sihole, 2008).

Meskipun endapan yang diperoleh pada penelitian ini merupakan gabungan dari  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan  $\text{SiO}_2$ , namun kadar

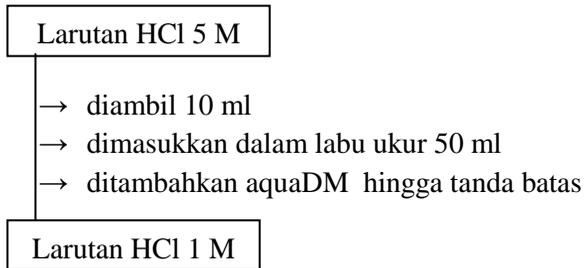
$\text{Al}_2\text{O}_3$  lebih besar dari  $\text{SiO}_2$ . *Mullite* memiliki komposisi sekitar 60% hingga 63%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan sekitar 37% hingga 40%  $\text{SiO}_2$  (Montanaro, 1997).

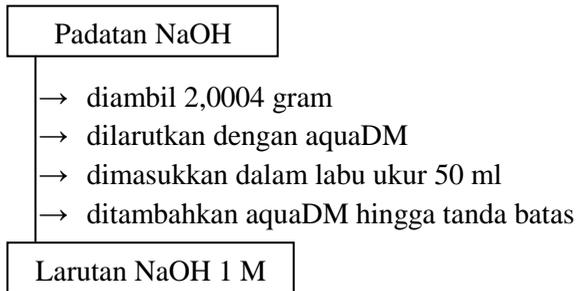
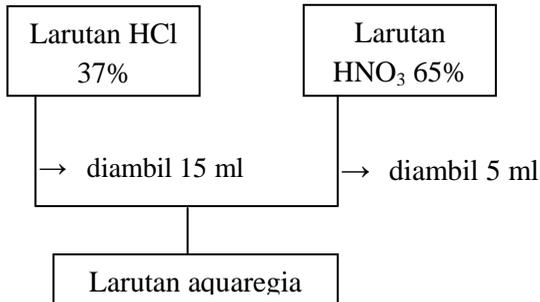
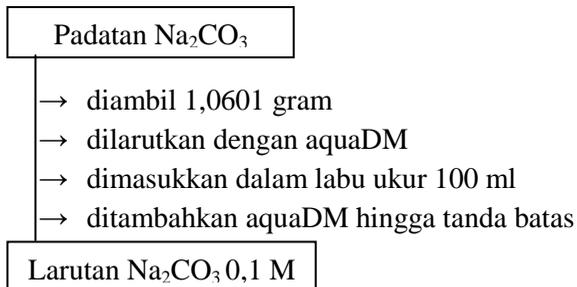
## LAMPIRAN A SKEMA KERJA

### A.1 Pembuatan Larutan HCl 5 M dari HCl 37%



### A.2 Pembuatan Larutan HCl 1 M dari HCl 5 M



**A.3 Pembuatan Larutan NaOH 1 M****A.4 Pembuatan Larutan Aquaregia****A.5 Pembuatan Larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,1 M**

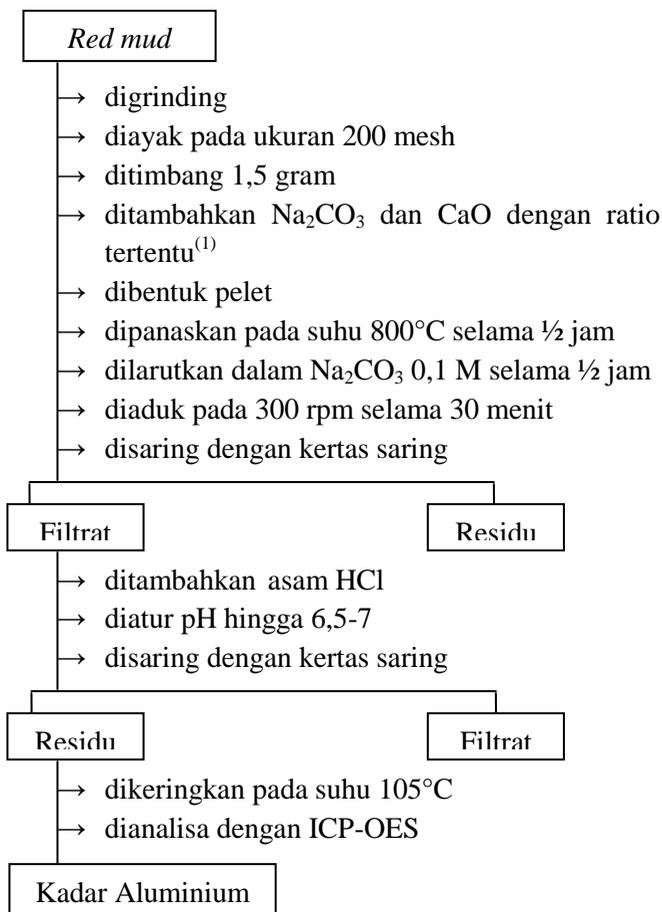
## A.6 Preparasi Sampel dan Analisis Kandungan Aluminium

*Red mud*

- digrinding
- diayak pada ukuran 200 mesh
- dikeringkan pada suhu 105°C
- dianalisis XRD, XRF, dan ICP-OES

Komposisi *red mud*

### A.7 Pengaruh rasio padatan pada campuran red mud dan $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , $\text{CaO}$ terhadap %ekstraksi aluminium

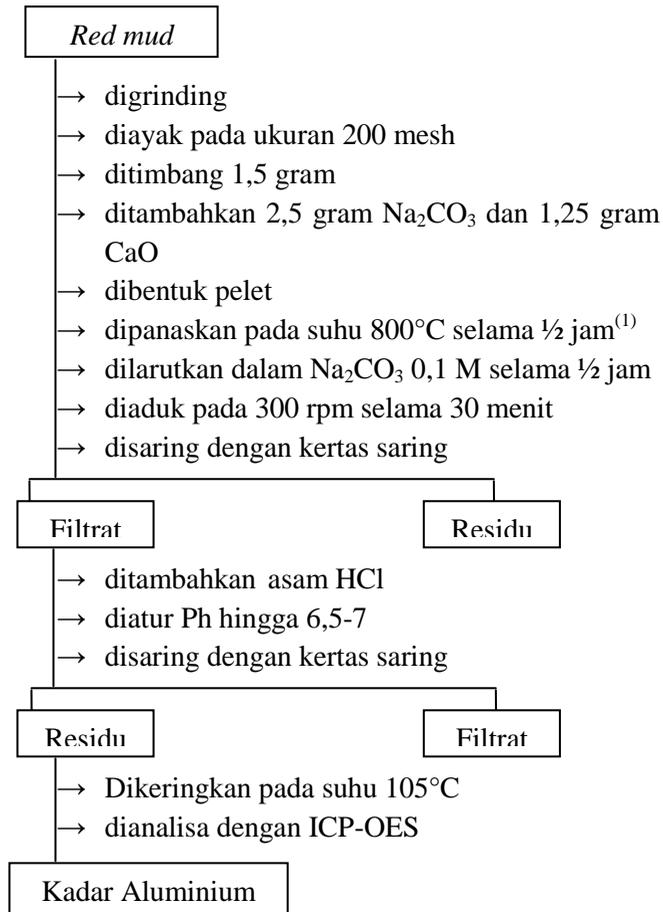


<sup>(1)</sup> *red mud*: $\text{Na}_2\text{CO}_3$ : $\text{CaO}$  = 1,5 g : 2,5 g : 1,25 g

*red mud*: $\text{Na}_2\text{CO}_3$ : $\text{CaO}$  = 1,5 g : 5 g : 1,5 g

*red mud*: $\text{Na}_2\text{CO}_3$ : $\text{CaO}$  = 1,5 g : 7,5 g : 2,75 g

### A.8 Pengaruh waktu sintering terhadap %ekstraksi aluminium



<sup>(1)</sup> ½ jam, 1 jam, 2 jam, 3 jam

## LAMPIRAN B PEMBUATAN LARUTAN

### B.1 Pembuatan larutan HCl 5M

Pembuatan larutan HCl 5M dilakukan dengan cara mengencerkan HCl pekat 37%

$$\% \text{ HCl pekat} = 37\%$$

$$\text{Mr HCl} = 36,5 \text{ g/mol}$$

$$\text{P HCl} = 1,19 \text{ g/ml}$$

Untuk mengetahui M HCl =

$$37\% = \frac{37 \text{ ml HCl}}{100 \text{ ml larutan}}$$

$$\begin{aligned} M &= \frac{\text{mol}}{V \text{ lar}} = \frac{m/\text{Mr HCl}}{V \text{ lar}} = \frac{\rho \text{ HCl} \cdot V \text{ HCl} / \text{Mr HCl}}{V \text{ lar}} \\ &= \frac{1,19 \text{ gml}^{-1} \cdot 37\text{ml} / 36,5 \text{ g} \text{mol}^{-1}}{0,1 \text{ L}} \end{aligned}$$

$$\text{M HCl } 37\% = 12,06 \text{ M}$$

$$\text{HCl } 5\text{M}(M_2) = 50 \text{ ml } (V_2)$$

$$\text{HCl } 37\% (M_1) = \dots (V_1) ?$$

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$12,06\text{M} \cdot V_1 = 5\text{M} \cdot 50 \text{ ml}$$

$$V_1 = \frac{250}{12,06} = 20,73 \text{ ml}$$

Jadi untuk membuat larutan HCl 5M dari HCl 37% diambil 20,73 ml dan dimasukkan kedalam labu ukur 50 ml. Selanjutnya ditambahkan aquaDM hingga tanda batas.

### **B.2 Pembuatan HCl 1M**

Pembuatan larutan HCl 1M dilakukan dengan cara mengencerkan HCl 5M

$$\text{HCl } 1\text{M}(M_2) = 50 \text{ ml } (V_2)$$

$$\text{HCl } 5\text{M } (M_1) = \dots (V_1) ?$$

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$5\text{M} \cdot V_1 = 1\text{M} \cdot 50 \text{ ml}$$

$$V_1 = \frac{50}{5} = 10 \text{ ml}$$

Jadi untuk membuat larutan HCl 1M dari HCl 5M diambil 10 ml dan dimasukkan kedalam labu ukur 50 ml. Kemudian ditambahkan aquaDM hingga tanda batas.

### **B.3 Pembuatan larutan NaOH 1M**

Pembuatan larutan NaOH 1M dilakukan dengan cara melarutkan padatan NaOH kemudian diencerkan dalam labu ukur.

$$\text{Mr NaOH} = 40 \text{ g/mol}$$

$$V \text{ larutan} = 50 \text{ ml}$$

$$M = \frac{\text{mol}}{V \text{ lar}} = \frac{m / Mr}{V \text{ lar}}$$

$$m = M \cdot V \text{ lar} \cdot Mr$$

$$m = 1M \cdot 0,05L \cdot 40 \text{ g/mol}$$

$$m = 2 \text{ g}$$

Jadi untuk membuat larutan NaOH 1M diambil padatan NaOH 2 gram dan dilarutkan dengan aquaDM. Selanjutnya dimasukkan dalam labu ukur 50ml dan ditambahkan aquaDM hingga tanda batas.

#### **B.4 Pembuatan larutan $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 0,1M**

Pembuatan larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,1M dilakukan dengan cara melarutkan padatan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  kemudian diencerkan dalam labu ukur.

$$\text{Mr Na}_2\text{CO}_3 = 106 \text{ g/mol}$$

$$V \text{ larutan} = 100 \text{ ml}$$

$$M = \frac{\text{mol}}{V \text{ lar}} = \frac{m / Mr}{V \text{ lar}}$$

$$m = M \cdot V \text{ lar} \cdot Mr$$

$$m = 0,1 M \cdot 0,1 L \cdot 106 \text{ g/mol}$$

$$m = 1,06 \text{ g}$$

Jadi untuk membuat larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,1M diambil padatan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1,06 gram dan dilarutkan dengan aquaDM. Selanjutnya dimasukkan kedalam labu ukur 100 ml dan ditambahkan aquaDM hingga tanda batas.

## LAMPIRAN C

### C.1 Prosentase kadar aluminium dan $\text{Al}_2\text{O}_3$ pada proses destruksi

Sampel di destruksi menggunakan aquaregia kemudian dianalisa dengan ICP-EOS sehingga diperoleh konsentrasi ditunjukkan pada tabel C.1

Tabel C.1 Konsentrasi Al pada destruksi

Sampel	Jenis Uji	Konsentrasi (ppm)
<i>Red mud</i>	Al	8,6562

Konsentrasi ini kemudian dikalikan dengan faktor pengenceran dimana pada pengujian Al digunakan 1 ml filtrat yang diencerkan menjadi 100 ml, maka faktor pengenceran dikalikan dengan 100

$$\text{konsentrasi Al (ppm)} = c \cdot 100$$

$$\text{konsentrasi Al (ppm)} = 8,6562 \cdot 100$$

$$\text{konsentrasi Al (ppm)} = 865,62$$

Setelah diperoleh konsentrasi Al (ppm) maka diubah menjadi konsentrasi Al (mg) dengan dikalikan 0,05

$$\text{Maka } 865,62 \cdot 0,05 = 43,281 \text{ mg}$$

dari konsentrasi Al dalam mg tersebut dikonversikan dalam persen dengan :

*% aluminium dalam sampel*

$$= \frac{\text{konsentrasi Al (mg)}}{\text{sampel yang dianalisa (mg)}} \times 100\%$$

$$= \frac{43,281}{500} \times 100\%$$

$$= 8,6562\%$$

dari prosentase kadar Al yang diperoleh kemudian dihitung untuk prosentase kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dengan :

*%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dalam sampel*

$$= \frac{Mr \text{ Al}_2\text{O}_3}{Ar \text{ Al}} \times \text{kadar Al}$$

$$= \frac{102}{27} \times 8,6562\%$$

$$= 32,7012\%$$

Tabel C.2 Prosentase kadar aluminium pada proses destruksi

Sampel	Jenis Uji	Konsentrasi (ppm)	% Al	% $\text{Al}_2\text{O}_3$
<i>Red mud</i>	Al	8,6562	8,6562	32,7012

## C.2 Pengaruh rasio padatan terhadap prosentase kadar dan *recovery* aluminium

Aluminium dalam sampel yang dilarutkan menggunakan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  kemudian dipresipitasi menggunakan HCl, dianalisa dengan ICP-EOS sehingga diperoleh intensitas ditunjukkan pada tabel C.3

Tabel C.3 Intensitas sampel pada rasio padatan yang berbeda-beda

Jenis Sampel	Intensitas
A1	118322,7
B1	99603,67
B2	32672,67
B3	1418,333
C1	27715
C2	20040,67
C3	12409,33

Intensitas tersebut dimasukkan dalam persamaan yang diperoleh pada kurva standar Al sebagai fungsi y.

$$y = 21501x - 7767$$

contoh perhitungan :

Intensitas sampel A1 = 118322,7

dimasukkan dalam persamaan linier kurva standar Al

$$y = 21501x - 7767$$

$$118322,7 = 21501x - 7767$$

$$x = 5,8643$$

x merupakan konsentrasi Al (ppm). Konsentrasi ini kemudian dikalikan dengan faktor pengenceran dimana pada pengujian Al digunakan 1 ml filtrat yang diencerkan menjadi 100 ml, maka faktor pengenceran dikalikan dengan 100

$$\text{konsentrasi Al (ppm)} = x \cdot 100$$

$$\text{konsentrasi Al (ppm)} = 5,8643 \cdot 100$$

$$\text{konsentrasi Al (ppm)} = 586,43$$

Setelah diperoleh konsentrasi Al (ppm) maka diubah menjadi konsentrasi Al (mg) dengan dikalikan 0,05

$$\text{Maka } 586,43 \cdot 0,05 = 29,3215 \text{ mg}$$

dari konsentrasi Al dalam mg tersebut dikonversikan dalam persen dengan :

*% aluminium dalam sampel*

$$= \frac{\text{konsentrasi Al (mg)}}{\text{sampel yang dianalisa (mg)}} \times 100\%$$

$$= \frac{29,3215}{654} \times 100\%$$

$$= 4,4834\%$$

dari prosentase kadar Al yang diperoleh kemudian dihitung untuk prosentase kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dengan :

$$\begin{aligned} & \% \text{ Al}_2\text{O}_3 \text{ dalam sampel} \\ &= \frac{Mr \text{ Al}_2\text{O}_3}{Ar \text{ Al}} \times \text{kadar Al} \\ &= \frac{102}{27} \times 4,4835\% \\ &= 16,9377\% \end{aligned}$$

Dengan menggunakan perhitungan yang sama, maka diperoleh Tabel C.4

Tabel C.4 Prosentase aluminium dalam sampel pada rasio padatan

Jenis Sampel	Konsentrasi (ppm)	Massa Al terekstrak (mg)	% Al dalam sampel	% $\text{Al}_2\text{O}_3$ dalam sampel
A1	5,8644	29,3218	4,4835	16,9377
B1	4,9938	36,5089	6,6068	24,9590
B2	1,8808			
B3	0,4272			
C1	1,6502	19,4098	4,3558	16,4552
C2	1,2933			
C3	0,9384			

$$\begin{aligned} \text{Recovery alumina} &= \frac{\text{konsentrasi akhir Al (mg)}}{\text{konsentrasi awal Al (mg)}} \times 100\% \\ &= \frac{29,3218}{42,1883} \times 100\% \end{aligned}$$

$$= 69,5022\%$$

Dengan menggunakan perhitungan yang sama, maka diperoleh Tabel C.5

Tabel C.5 Prosentase *recovery* aluminium dalam sampel pada rasio padatan

Jenis Sampel	Konsent rasi (ppm)	Massa Al terekstrak (mg)	%Al dalam sampel	%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> dalam sampel	<i>Recovery</i> (%)
A1	5,8644	29,3218	4,4835	16,9377	69,5022
B1	4,9938	36,5089	6,6068	24,9590	86,5380
B2	1,8808				
B3	0,4272				
C1	1,6502	19,4098	4,3558	16,4552	46,0075
C2	1,2933				
C3	0,9384				

### C.3 Pengaruh waktu sintering terhadap prosentase kadar aluminium

Aluminium dalam sampel dilakukan sintering pada waktu yang berbeda-beda, kemudian hasil sinter dilarutkan menggunakan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> kemudian dipresipitasi menggunakan HCl, dianalisa dengan ICP-EOS sehingga diperoleh intensitas ditunjukkan pada tabel C.6

Tabel C.6 Intensitas sampel pada waktu sintering yang berbeda-beda

Jenis sampel	Intensitas
T1	118322,7
T2	185422
T3	190463,3
T4	164511,3

Intensitas tersebut dimasukkan dalam persamaan yang diperoleh pada kurva standar Al sebagai fungsi y.

$$y = 21995x - 72.27$$

contoh perhitungan :

Intensitas sampel T2 = 185422

dimasukkan dalam persamaan linier kurva standar Al

$$y = 21995x - 72.27$$

$$185422 = 21995x - 72.27$$

$$x = 8,4269$$

x merupakan konsentrasi Al (ppm). Konsentrasi ini kemudian dikalikan dengan faktor pengenceran dimana pada pengujian Al digunakan 1 ml filtrat yang diencerkan menjadi 100 ml, maka faktor pengenceran dikalikan dengan 100

$$\text{konsentrasi Al (ppm)} = x \cdot 100$$

$$\text{konsentrasi Al (ppm)} = 8,4269 \cdot 100$$

$$\text{konsentrasi Al (ppm)} = 842,69$$

Setelah diperoleh konsentrasi Al (ppm) maka diubah menjadi konsentrasi Al (mg) dengan dikalikan 0,05

$$\text{Maka } 842,69 \cdot 0,05 = 42,1345 \text{ mg}$$

dari konsentrasi Al dalam mg tersebut dikonversikan dalam persen dengan :

*% aluminium dalam sampel*

$$= \frac{\text{konsentrasi Al (mg)}}{\text{sampel yang dianalisa (mg)}} \times 100\%$$

$$= \frac{42,1345}{619,5} \times 100\%$$

$$= 6,8014\%$$

dari prosentase kadar Al yang diperoleh kemudian dihitung untuk prosentase kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dengan :

*%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dalam sampel*

$$= \frac{Mr \text{ Al}_2\text{O}_3}{Ar \text{ Al}} \times \text{kadar Al}$$

$$= \frac{102}{27} \times 6,8014\%$$

$$= 25,6942\%$$

Dengan menggunakan perhitungan yang sama, maka diperoleh Tabel C.7

Tabel C.7 Prosentase aluminium dalam sampel pada waktu sintering

Jenis sampel	Konsentrasi (ppm)	Massa Al terekstrak (mg)	%Al dalam sampel	%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> dalam sampel
T1	5,3762	26,881	4,1102	15,5276
T2	8,4269	42,1345	6,8014	25,6942
T3	8,4377	42,1885	4,8863	18,4594
T4	7,4762	37,381	3,8497	14,5435

$$\begin{aligned}
 \text{Recovery alumina} &= \frac{\text{konsentrasi akhir Al (mg)}}{\text{konsentrasi awal Al (mg)}} \times 100\% \\
 &= \frac{42,1345}{43,281} \times 100\% \\
 &= 97,3510\%
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan perhitungan yang sama, maka diperoleh Tabel C.8

Tabel C.8 Prosentase aluminium dalam sampel pada waktu sintering

Jenis sampel	Konsentrasi (ppm)	Massa Al terekstrak (mg)	% Al dalam sampel	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> dalam sampel	Recovery (%)
T1	5,3762	26,881	4,1102	15,5276	62,1080
T2	8,4269	42,1345	6,8014	25,6942	97,3510
T3	8,4377	42,1885	4,8863	18,4594	97,4758
T4	7,4762	37,381	3,8497	14,5435	86,3682

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Pada penelitian ini telah dilakukan pemisahan alumina melalui metode sintering sodalime pada sampel *red mud* yang berasal dari Riau. Pada rasio padatan *red mud*: $\text{Na}_2\text{CO}_3$ : $\text{CaO}$  yaitu 1,5:2,5:1,25 diperoleh kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  16,94%. Semakin banyak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{CaO}$  yang digunakan maka semakin banyak silika yang terlarut dalam larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  juga dipengaruhi oleh waktu sintering. Kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tertinggi diperoleh pada waktu sintering selama 1 jam dengan rasio *red mud*: $\text{Na}_2\text{CO}_3$ : $\text{CaO}$  yaitu 1,5:2,5:1,25 sebesar 25,69% dengan *recovery* 97,35%.

#### **5.2 Saran**

Perlu dilakukan optimasi lanjutan untuk memperoleh alumina dengan kadar dan *recovery* yang tinggi dengan menghilangkan pengotornya.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, D., Aziz M., Saleh, N., Yuhelda, Somantri, S., Sofyan, Y. 2011. Pembuatan Alumina Metallurgical Grade Dari Larutan Sodium Aluminat Melalui Proses Pemurnia. Bandung : Puslitbang tekMIRA.
- Amrin dan Ardilla, D. 2013. Analisis Besi (Fe) dan Aluminium (Al) Dalam Tanah Lempung Secara Spektrofotometri Serapan Atom. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung.
- Aziz, M. 2010. Ekstraksi Alumina Dari Residu Bauksit Untuk Bahan Baku Zeolit Sintetis Dengan Produk Samping Konsentrat Besi. *Jurnal Zeolit Indonesia Vol 9 No. 2.*
- Benschoten, J.E. Van, Edzwald, J.K. 1990. *Water Research* 24.
- Handoko, T., Muljana H. 2009. Pengaruh Laju Alir Gas Karbondioksida dan Lama Pembakaran dalam Pemurnian Alumina dari *Spent Catalyst*. Parahyangan : Universitas Katolik Parahyangan.
- Jahanshahi, S. 2005. *Towards Zero Wastes*, Sharif.Jahanshahi@csiro.au, CSIRO Mineral. Diakses pada tanggal 15 April 2016
- Jamaluddin. 2010. *XRD (X-Ray Diffractions)*. Kendari: Universitas Haluoleo.
- Jenkin, R. 1988. *X-Ray Fluorescence Spectrometry*. John Wiley & Sons.
- Kristianingrum, S. 2012. Kajian Berbagai Proses Destruksi Sampel Dan Efeknya. Prosiding Seminar Nasional

Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA.  
Yogyakarta.

Montanaro. 1997. Sintering of Industrial Mullite. Journal of European Ceramic Society. Nr 17, p. 1715-1723.

Plunkert, P. 1999. *Bauxite and alumina*: U.S. Geological Survey Mineral Commodity Summaries 1999, p. 32-33.

Pontikes, Y., P. Nikolopoulos, G.N. Angelopoulos. 2007. Thermal Behaviour of Clay Mixtures with Bauxite Residue for the Production of Heavy-Clay Ceramics. Elsevier : Journal of the European Ceramic Society 27 1645-1649.

Purnomo, H., Wahyudi, T., Husaini, Aziz, M., Soenara, T., Agung, B., Jafri, Haryadi, H., Wahyudi, A., Iriansyah, R. 2013. Tim Kajian Percepatan Penerapan Teknologi Upgrading Bauksit Dan Pemanfaatan Red Mud Di Indonesia. Bandung : Puslitbang tekMIRA.

Raimon. 1993. Perbandingan Metoda Destruksi Basah dan Kering Secara Spektrofotometri Serapan Atom. Lokakarya Nasional Jaringan Kerjasama Kimia Analitik Indonesia. Yogyakarta.

Rosenthal H., Dethlefsen V., Tiews K. 1973. Chem Abstract. 73:118-21

Sihole, M. 2008. Analisis Pengaruh Penambahan Mullite  $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  dan Variasi Suhu Sintering Terhadap Karakteristik Keramik  $\text{Al}_2\text{O}_3$  Dengan Simulasi Program Matlab. Medan : Universitas Sumatera Utara.

- Utomo, W. P., & Rosyidah, A. 2010. Sintesis Dan Karakterisasi Fasa Aurivillius Lapis Dua  $\text{CaBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$  Dan  $\text{CaBi}_2\text{Ta}_n\text{BO}_9$ . Prosiding Tugas Akhir Semester Ganjil 2010/2011, 5.
- Vela, N., Olson, L., & Caruso, J. 1993. Elemental speciation with plasma mass spectrometry. Dalam N. Vela, L. Olson, & J. Caruso, *Analytical Chemistry* (hal. 585-597).
- Vogel. 1990. Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro. Jakarta : PT. Kalman Media Pustaka.
- Whitten, K.W., Davis, R.E., Peck, M.L. 1996. General Chemistry with Qualitatif Analysis, 5th Edition, Saunders College Publishing, USA.
- Yanuar, E. 2015. Pelindian Emas Dari Batuan Desa Hijrah Kecamatan Lape-Sumbawa Dengan Larutan Hipoklorit-Klorida. Surabaya: ITS.
- Zulfikar, A. 2014. Analisis Kandungan Logam Pada Limbah Tailing (Red Mud) Tambang Bauksit. Riau : Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BIODATA PENULIS



Penulis dengan nama lengkap Retty Dwi Kisnawati, lahir di Surabaya pada tanggal 21 Nopember 1993, merupakan anak kedua dari 2 bersaudara. Penulis bertempat tinggal di Jl. Manggis 1 B1 No.10 Bugul Permai Pasuruan. Penulis telah menempuh pendidikan formal di

TK Tunas Harapan Surabaya, SDN Pekuncen Pasuruan, SMPN 1 Pasuruan dan SMAN 1 Pasuruan. Penulis menempuh perguruan tinggi di Jurusan Kimia FMIPA-ITS Surabaya. Selama masa kuliah, penulis pernah aktif di organisasi kemahasiswaan diantaranya Himpunan Mahasiswa Kimia (HIMKA) ITS dan Paduan Suara Mahasiswa (PSM) ITS. Penulis pernah mengikuti Kerja Praktek di Laboratorium Minyak Bumi di Pusdiklat Migas Cepu pada tahun 2015. Pada masa akhir studi, penulis melakukan penelitian mengenai pemisahan alumina pada residu bauksit (red mud) yang berasal dari Riau menggunakan metode sintering sodalime. Penelitian yang dilakukan penulis berada dibawah bimbingan Bapak Suprpto, M.Si, Ph.D

Email : [rettykisnawati@gmail.com](mailto:rettykisnawati@gmail.com)

Mobile : 0822 4889 7303