

## EKSTRAKSI ALUMINA DARI RESIDU BAUKSIT UNTUK BAHAN BAKU ZEOLIT SINTETIS DENGAN PRODUK SAMPING KONSENTRAT BESI

Muchtar Aziz

Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara  
Jl. Jend.Sudirman No. 623, Bandung  
Email: muchtar@tekmira.esdm.go.id

### ABSTRAK

Ekstraksi alumina dari bijih bauksit Kalimantan Barat (mengandung sekitar 45%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan 16%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) telah dilakukan, menghasilkan alumina dan residu bauksit (red mud). Residu masih mengandung alumina sekitar 20% dan besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) sekitar 37%. Residu selanjutnya diproses melalui pemanggangan atau pensinteran dengan campuran soda-kapur (lime-soda sinter process) pada suhu 800-1100°C. Sinter dilarutkan dalam larutan sodium karbonat encer menghasilkan larutan sodium aluminat ( $2\text{NaAlO}_2$ ) dan residu pelarutan. Larutan dipresipitasi menghasilkan endapan aluminium hidrat ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ) yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku zeolit sintetis. Residu pelarutan dikonsentrasi mineral besinya dengan magnetik separator 1000 gauss, menghasilkan konsentrat besi sebagai produk samping. Hasilnya menunjukkan sekitar 75-85% alumina dapat diekstraksi atau diperoleh kembali dari residu bauksit dengan kadar 98,7%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , dan juga dihasilkan konsentrat besi berkadar 66%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (46% Fe) dengan perolehan 40 % sebagai produk samping.

**Kata kunci :** bauksit, alumina, residu bauksit, pensinteran, aluminium hidrat

### ABSTRACT

**EXTRACTION OF ALUMINA FROM BAUXITE RESIDUE FOR PREPARATION OF SYNTHETIC ZEOLITE WITH FERRUM CONCENTRATE AS BY PRODUCT.** Extraction of alumina from bauxite West Kalimantan (containing 45% of  $\text{Al}_2\text{O}_3$  and 16% of  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) has been conducted, it is produce a alumina and bauxite residue (red mud). The residues were still containing alumina about 20% and ferrum ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) about 37%. On further, residues processed through baking or sintering with mixture of soda and lime (lime-soda sinter process) at temperature of 800°-1100°C. Sintering wh ich dissolved on dilute solution of sodium carbonate, was produces a aluminum hydrate ( $2\text{NaAlO}_2$ ) and residue of dissolution. Dipresipitasi solution produces aluminum hydrate precipitate ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ) that can be utilized as a raw material of synthetic zeolite. Ferrum minerals on residues dissolution was concentrated with 1000 gauss magnetic separator that produces a ferrum concentrate as a side effect. The result showed that alumina about 75% to 85% could be extracted or recovered from residues of bauxite with 98.7% of  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , and also it was produced a ferrum concentrate grades 66% of  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (46 % Fe) with acquisition of 40% as a side product.

**Keywords:** bauxite, alumina, bauxite residues, sintering, aluminum hydrate

### PENDAHULUAN

Indonesia memiliki sumberdaya bauksit yang potensial terutama di Kalimantan Barat, dan juga di P. Bintan dan sekitarnya. Bijih bauksit Kalimantan Barat mengandung senyawa utama :  $\text{Al}_2\text{O}_3$  44,79%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  15,76%,  $\text{SiO}_2$  1,56%, dan  $\text{TiO}_2$  1,11%. Pemrosesan bauksit (dengan proses Bayer) telah dilakukan dan menghasilkan alumina serta residu bauksit (red mud). Residu bauksit masih mengandung  $\text{Al}_2\text{O}_3$  sekitar 20% dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  sekitar 37% .

Berbagai upaya pemanfaatan residu bauksit untuk dapat digunakan kembali (re-used) telah dilakukan orang di berbagai negara yang memiliki industri alumina, di antaranya di Australia (Sharif, 2005) [1]. Di Australia

tidak kurang dari 30 juta ton residu bauksit terakumulasi setiap tahunnya (40% dari produksi dunia), berbagai upaya penelitian untuk pemanfaatan telah dilakukan dan sampai saat ini masih terus berlangsung.

Penelitian untuk memperoleh kembali alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dari residu bauksit Kalimantan Barat telah dilakukan melalui proses sinter soda-kapur; meliputi : pensinteran (sintering) residu dengan campuran soda-kapur pada suhu 800-1200°C yang menghasilkan sinter sodium aluminat ( $2\text{NaAlO}_2$ ), pelarutan sinter, pemisahan larutan sodium aluminat, dan pengendapan larutan sodium aluminat menghasilkan aluminium hidrat ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ). Aluminium hidrat dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku (sumber aluminium) zeolit sintetis. Residu

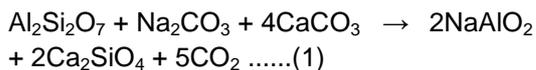
pelarutan dikonsentrasi dengan *magnetic separator* menghasilkan konsentrat besi sebagai produk samping.

Tujuan penelitian adalah menghasilkan aluminium hidrat dari residu bauksit Kalimantan Barat melalui proses sinter soda-kapur untuk bahan baku zeolit sintetis, serta konsentrat besi sebagai produk samping.

Zeolit sintetis merupakan senyawa aluminosilikat hidrat yang dibuat dan memiliki karakteristik seperti zeolit alam dengan homogenitas lebih baik. Saat ini zeolit sintetis telah semakin luas penggunaannya di berbagai industri penting seperti katalis dalam perengkahan senyawa hidrokarbon pada pengilangan minyak bumi, pemisah fruktosa-glukosa, pemisah monosakarida, sintesis *ethylbenzene*, produksi *synfuel*, *dewaxing*, dan sebagainya. Pembuatan zeolit sintetis memerlukan dua bahan baku utama, yaitu sebagai sumber Al dan sebagai sumber Si. Aluminium hidrat merupakan salah satu sumber Al, biasanya sudah berupa garam Al ( $Al_2(SO_4)_3$  atau  $Al(NO_3)_3$ ) dan sebagai sumber Si biasanya digunakan senyawa sodium silikat.

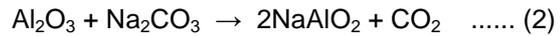
## FUNDAMENTAL

Beberapa peneliti terdahulu diantaranya Padilla (1985) [2] dan Alp (2000) [3] telah menggunakan metode proses sinter soda-kapur (*lime-soda sinter process*) untuk memperoleh alumina dari material aluminosilikat. Dalam proses sinter soda-kapur, aluminosilikat direaksikan dengan kapur (CaO) atau gamping ( $CaCO_3$ ) dan sodium karbonat ( $Na_2CO_3$ ) pada suhu tinggi ( $800-1200^\circ C$ ) untuk membentuk sodium aluminat ( $Na_2O \cdot Al_2O_3$  atau  $2NaAlO_2$ ) larut dalam larutan alkalin ( $Na_2CO_3$  atau NaOH) dan dikalsium silikat ( $Ca_2SiO_4$ ) tidak larut dalam larutan yang sama. Pernyataan yang disederhanakan untuk reaksi pensinteran yang dipakai para peneliti terdahulu untuk material lempung dapat ditulis sebagai berikut [Padilla, 1985] :

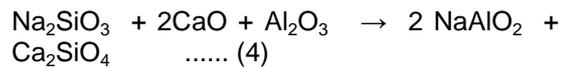


Untuk bijih alumina (*aluminous ores*),  $Al_2O_3$  bereaksi dengan  $Na_2CO_3$  pada suhu sekitar  $1000^\circ C$  membentuk sodium aluminat. Dalam bijih alumina yang mengandung  $SiO_2$ , sodium karbonat juga bereaksi dengan  $SiO_2$  dalam sinter membentuk sodium silikat ( $Na_2SiO_3$ ) larut. Pernyataan sederhana reaksi

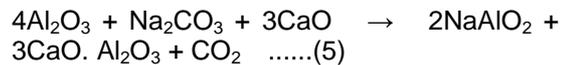
pensinterannya sebagai berikut [Habashi, 1997] :



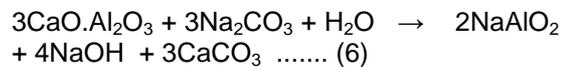
Jika didalam umpan pensinteran ditambahkan CaO, sodium silikat bereaksi dengan CaO dan  $Al_2O_3$  membentuk senyawa sodium aluminat larut dan dikalsium silikat tidak larut. Pernyataan sederhana reaksinya sebagai berikut (Padilla, 1985) :



Variasi dalam sintering terjadi, kalsium menggantikan sodium sehingga terbentuk kalsium aluminat ( $3CaO \cdot Al_2O_3$ ). Pernyataan sederhana reaksinya sebagai berikut (Habashi, 1997) [4] :



Dalam pelarutan sinter dengan larutan sodium karbonat, kalsium aluminat bereaksi dengan sodium karbonat membentuk sodium aluminat dan residu padat kalsium karbonat ( $CaCO_3$ ). Pernyataan sederhana reaksinya sebagai berikut (Habashi, 1997) :



## METODOLOGI

Residu dari pemrosesan bauksit dipreparasi dengan mencampurkan kapur tohor (CaO) dan sodium karbonat ( $Na_2CO_3$ ) dalam jumlah stoikiometri berlebih 10%, dibentuk pelet dan dikeringkan. Pensinteran pelet pada variasi suhu : 800 sampai  $1100^\circ C$ . Sinter dilarutkan dalam larutan sodium karbonat encer (1-2% berat  $Na_2CO_3$ ) pada suhu kamar dengan pengadukan untuk memperoleh larutan sodium aluminat ( $Na_2O \cdot Al_2O_3$ ). Larutan dipisahkan dari residunya melalui filtrasi. Residu dicuci dengan akuades sebanyak 2 kali. Filtrat dan residu dianalisis kimia untuk mengetahui komposisinya. Hasil analisis kimia residu bauksit, filtrat, dan filtrat pencucian digunakan untuk menghitung perolehan alumina. Residu pelarutan dikonsentrasi dengan *magnetic separator* 1000 gauss menghasilkan konsentrat besi sebagai produk samping, dan dianalisis kimia untuk mengetahui kadar dan perolehannya (lihat Gambar 1).

## HASIL DAN DISKUSI

### Residu bauksit

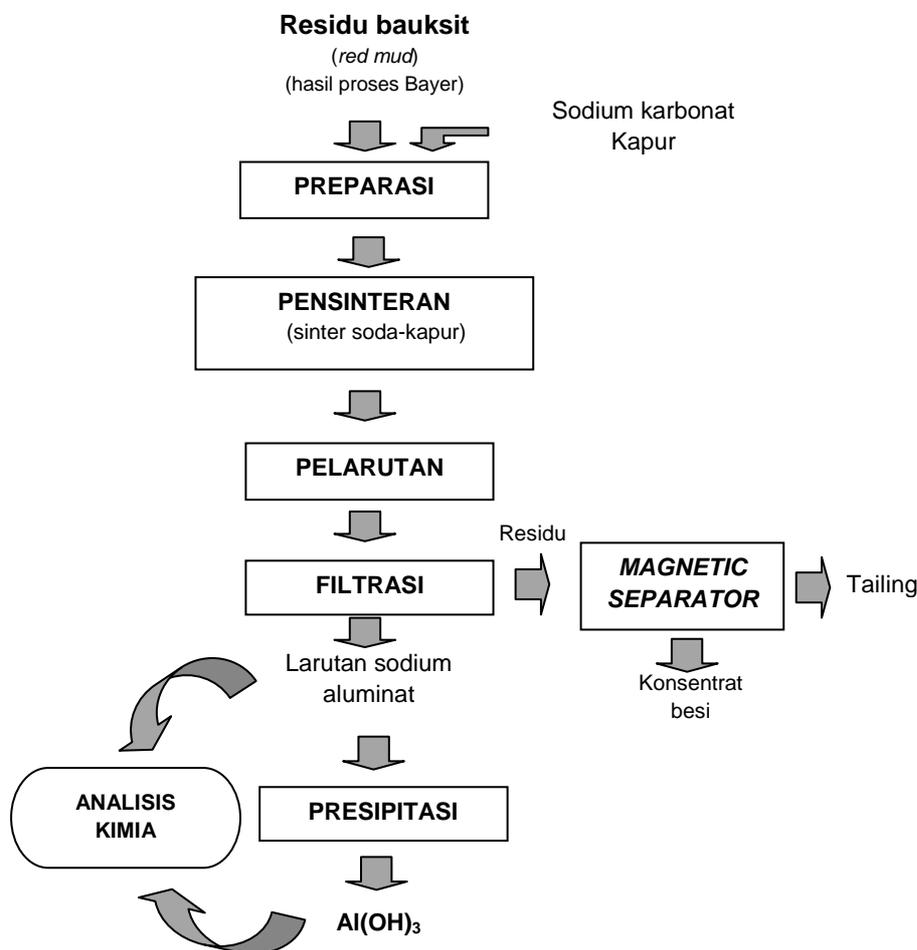
Pengamatan mikroskopik dilakukan terhadap sayatan tipis fraksi kasar residu bauksit. Hasil pengamatan menunjukkan sebagian mineral besi masih terikat pada butiran gipsit 0,6 mm (sekitar 40 mesh) dan sebagian lagi sudah terliberasi seperti ditunjukkan pada Gambar 2 (Sutanto, 2008) [5].

Komposisi kimia bauksit Kalimantan Barat serta residunya ditunjukkan pada Tabel 1. Residu bauksit hasil ekstraksi alumina dari bijih bauksit dengan proses Bayer masih mengandung alumina sekitar 20% dan

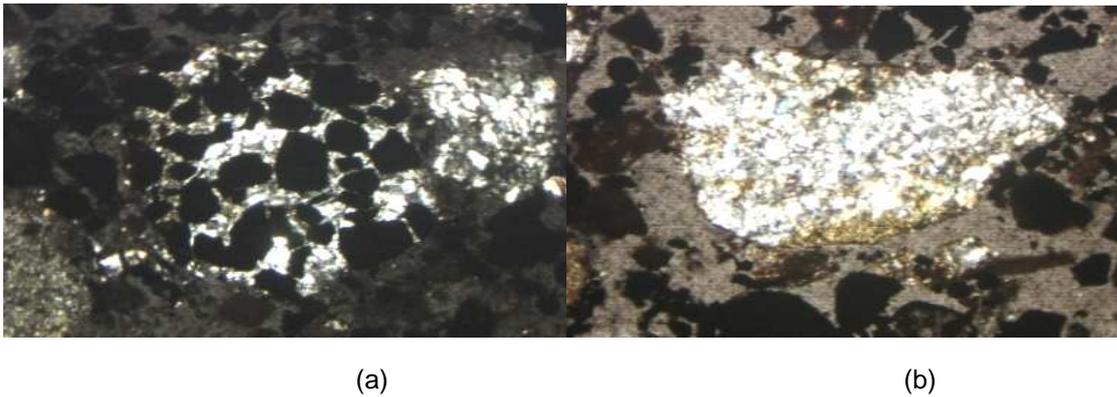
kandungan besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) yang meningkat yaitu sekitar 37%.

### Larutan sodium aluminat

Alumina terekstraksi pada pelarutan sinter residu bauksit ditunjukkan pada Gambar 3. Pensinteran pada variasi suhu (800, 900, 1000, 1100°C) telah menunjukkan jumlah alumina terlarut atau terekstraksi terbanyak sebesar 75%. Jumlah ini merupakan hasil tertinggi yang dicapai pada suhu 800°C, dan pelarutan pada persen padatan 11,8%. Pada suhu 900-1100°C ekstraksinya menurun yaitu menjadi 50% pada suhu 900°C dan 45% pada suhu 1100°C.



**Gambar 1.** Bagan alir pemrosesan residu bauksit untuk memperoleh aluminium hidrat ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ) sebagai bahan baku zeolit sintesis, serta konsentrat besi sebagai produk samping



**Gambar 2.** Fotomikrograf residu bauksit ; (a) : tampak satu butir gipsit (warna terang) ukuran 0,60 mm berikatan dengan butiran-butiran mineral logam/besi (warna hitam), (b): tampak satu butir gipsit (warna terang) dalam keadaan sudah terliberasi

**Tabel 1.** Komposisi kimia bauksit dan residu bauksit

Komponen	Bauksit (%)	Residu bauksit (%)
SiO <sub>2</sub>	1,56	3,40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	44,79	20,17
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,76	37,48
MnO	0,06	0,16
MgO	ttd	0,14
CaO	0,02	0,06
Na <sub>2</sub> O	ttd	3,03
K <sub>2</sub> O	ttd	ttd
TiO <sub>2</sub>	1,11	3,43
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,09	0,09
H <sub>2</sub> O	36,04	31,21

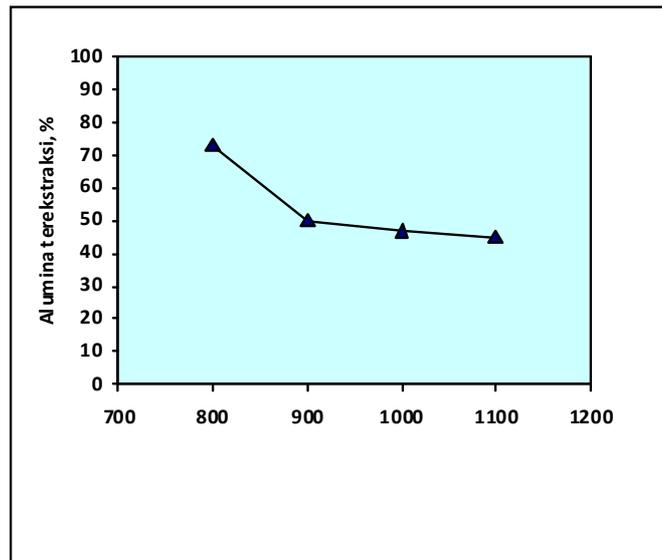
Alumina terekstraksi sebagai fungsi waktu pensinteran ditunjukkan pada Gambar 4. Hasil ekstraksi menunjukkan, pensinteran pada 800°C alumina terekstraksi tertinggi diperoleh 85,20%, yaitu pada waktu ½ jam.

alumina turun menjadi 47% pada waktu 1 jam dan menjadi 25% pada waktu 4 jam. Konsentrasi unsur-unsur utama terlarut dalam larutan sodium aluminat ditunjukkan pada Tabel 2.

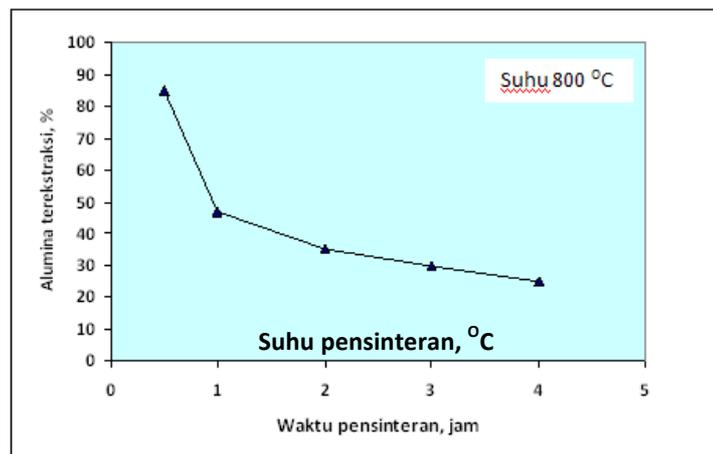
Waktu yang lebih lama dalam interval 1-4 jam cenderung menurunkan ekstraksi, ekstraksi

**Tabel 2.** Konsentrasi unsur-unsur utama terlarut dalam larutan sodium aluminat

No.	Al (10 <sup>3</sup> ppm)	Na (10 <sup>3</sup> ppm)	Si (ppm)	Fe (ppm)	Ca (ppm)
1.	50,41	32,39	0,37	1,95	1,74
2.	52,22	31,42	0,34	1,76	1,66
3.	51,71	36,11	0,32	1,54	1,77



Gambar 3. Alumina terekstraksi hasil pensinteran dengan variasi waktu



Gambar 4. Alumina terekstraksi pada pelarutan hasil pensinteran 800°C dengan variasi waktu

Hasil pelarutan diatas menunjukkan bahwa proses sinter soda-kapur terhadap residu bauksit menghasilkan sinter mengandung senyawa sodium aluminat ( $\text{NaAlO}_2$ ) mudah larut dalam larutan sodium karbonat encer, menghasilkan larutan sodium aluminat ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ), meninggalkan residu padat.

#### Presipitat aluminium hidrat

Komposisi kimia aluminium hidrat hasil presipitasi larutan sodium aluminat dan alumina anhidratnya setelah dikalsinasi ditunjukkan pada Tabel 3. Kandungan alumina dalam aluminium hidrat sekitar 64,5%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  setara dengan alumina anhidrat hasil kalsinasi 98,67%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Komposisi kimia alumina impor (dari Australia) ditunjukkan pada Tabel 4. Nampak kandungan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  hasil

ekstraksi yaitu sekitar 98,67% dapat memenuhi kualitas impor.

#### Konsentrat besi sebagai produk samping

Besi dalam residu pelarutan dipisahkan dengan *magnetic separator* intensitas 1000 gauss menghasilkan konsentrat besi berkadar sekitar 58-62%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Tabel 5. menunjukkan Komposisi kimia senyawa-senyawa utama konsentrat besi. Kandungan dan perolehan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  konsentrat besi hasil pensinteran dengan variasi waktu ditunjukkan pada Gambar 5. Dalam interval waktu 1-4 jam kadar dan perolehan besi cenderung menurun dengan bertambahnya waktu pensinteran. Perolehan tertinggi didapat pada waktu pensinteran ½ jam yaitu sekitar 40%. Konsentrat besi ini masih memerlukan peningkatan kadar lebih lanjut.

**Tabel 3.** Komposisi kimia aluminium hidrat ( $Al(OH)_3$ ) dan anhidratnya hasil presipitasi larutan sodium aluminat

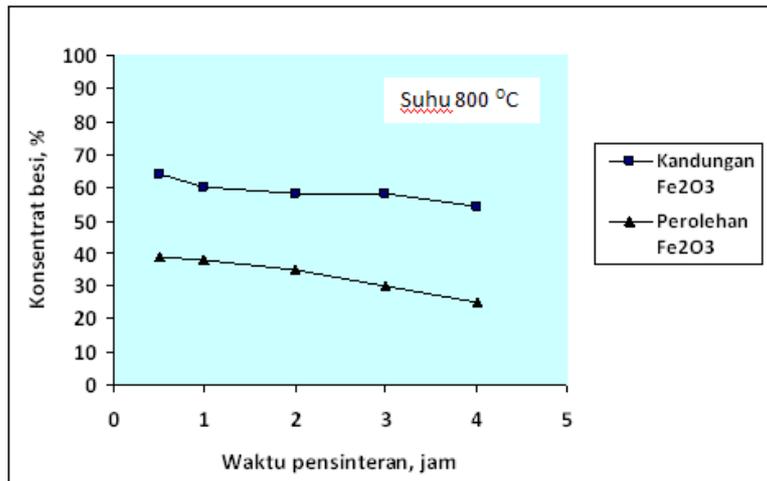
No.	Na <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	TiO <sub>2</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	H <sub>2</sub> O (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> anhidrat (%)
1.	0,43	0,048	64,52	0,007	0,002	0,014	34,96	98,67
2.	0,45	0,047	64,53	0,008	0,003	0,012	34,95	98,69
3.	0,41	0,049	64,52	0,009	0,001	0,011	34,96	98,67

**Tabel 4.** Komposisi kimia alumina impor

Na <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	TiO <sub>2</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)
0,42	0,043	98,7	0,010	0,002	0,016

**Tabel 5.** Komposisi kimia (*major compound*) konsentrat besi

No.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	TiO <sub>2</sub> (%)
1.	61,91	17,79	3,53	9,70
2.	59,16	18,81	4,22	8,91
3.	58,23	21,04	4,14	9,33



**Gambar 5.** Konsentrat besi hasil pemisahan pada residu pelarutan sinter dengan *magnetic separator* 1000 gauss

### KESIMPULAN

Sebanyak 75-85% alumina dapat diperoleh kembali dari residu bauksit melalui proses sinter soda-kapur pada suhu 800°C, dan pelarutan dengan sodium karbonat encer pada suhu kamar.

Ekstraksi alumina tertinggi dari residu bauksit diperoleh sebesar 85,20% pada kondisi sebagai berikut : suhu pensinteran 800°C,

waktu ½ jam, pelarutan pada suhu kamar, persen padatan dalam pelarutan 11,8%, dan pengadukan selama 2 jam. Kadar alumina yang dihasilkan mencapai 98,67% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, telah dapat menyamai alumina impor.

Suhu dan waktu pensinteran sangat berpengaruh pada perolehan alumina dari residu bauksit. Pensinteran pada suhu yang lebih tinggi dari 800°C cenderung menurunkan ekstraksi alumina. Demikian pula waktu

pensinteran yang lebih lama juga cenderung menurunkan ekstraksi alumina.

Melalui proses sinter soda-kapur ini dapat diperoleh pula konsentrat besi berkadar 66% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dengan perolehan 40% sebagai produk samping.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Sharif, 2005, *Towards Zero Wastes*, Sharif.Jahanshahi@csiro.au, CSIRO Mineral.
2. Padilla R. and Sohn H.Y., 1985, Sintering Kinetics and Alumina Yield in Lime-Soda Sinter Process for Alumina from Coal Wastes, *Metallurgical Transactions B*, Vol 16B, June 1985 – 385.
3. Alp A. and Aydin A.O., 2002, The Investigation of Efficient Conditions for Alumina Production from Diasporic Bauxites, *Canadian Metallurgical Quarterly*, Vol 41, No.1, pp 41-46.
4. Habashi, 1997, *Handbook of Extractive Metallurgy*, vol.II, Wiley-VCH.
5. Sutanto A., 2008, Hasil pengamatan mikroskopis sayatan tipis residu bauksit, laporan internal penelitian bauksit Kalbar.