

# PENGARUH PENAMBAHAN KALSIMUM KLORIDA, KALSIMUM HIDROKSIDA DAN KARBON AKTIF TERHADAP PENURUNAN SILIKA TERLARUT DALAM LARUTAN SODIUM ALUMINAT

*The Influence of Calcium, Calcium Hydroxide and Activated Carbon on  
the Decrease of Dissolved Silica in Sodium Aluminate Solution*

DESSY AMALIA, MUCHTAR AZIZ dan YUHELDA

Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara  
Jalan Jenderal Sudirman 623 Bandung 40211,  
Ph. 022 6030483, fax. 022 6003373  
e-mail: [dessy@tekmira.esdm.go.id](mailto:dessy@tekmira.esdm.go.id)

---

## SARI

Larutan sodium aluminat adalah larutan hasil ekstraksi aluminium dari bijih bauksit melalui proses Bayer. Bijih bauksit Kalimantan Barat yang digunakan dalam percobaan ini mengandung mineral utama *gibbsite*, dan berasosiasi dengan mineral lain sebagai pengotor utama seperti silikat (kaolinit, *halloysite*) dan silika (kuarsa), serta oksida besi (*goethite*). Bijih bauksit kadar rendah mengandung pengotor yang tinggi dan berpengaruh terhadap kualitas larutan sodium aluminat yang dihasilkan dari proses Bayer. Pada percobaan ini, bijih bauksit memiliki komposisi oksida 50,98%  $Al_2O_3$ , 5,99%  $SiO_2$ , 15,90%  $Fe_2O_3$ , 0,070%  $CaO$ , 0,0107%  $MgO$ , 1,35%  $TiO_2$  dan 25,3% LOI. Ekstraksi aluminium dengan proses Bayer menghasilkan larutan sodium aluminat dengan kandungan 60 g/L  $Al_2O_3$ , 17,5 g/L  $SiO_2$ , 1,6 mg/L  $Fe_2O_3$ , 0,82 mg/L  $CaO$  dan 113 g/L  $Na_2O$ . Pengotor utama  $SiO_2$  terlarut yang terkandung dalam larutan masih tinggi, lalu dimurnikan menggunakan reagen-reagen desilikasi  $CaCl_2$ ,  $Ca(OH)_2$  dan C-aktif. Masing-masing reagen desilikasi tersebut direaksikan dengan larutan sodium aluminat pada suhu 70°C. Percontohan larutan hasil desilikasi diambil pada menit ke 30, 90, 150, 210, 270 dan 300. Hasil percobaan terbaik diperoleh pada menit ke 180 menggunakan  $Ca(OH)_2$  yang mampu mengikat hampir semua silika dari larutan sodium aluminat.

Kata kunci : larutan sodium aluminat, desilikasi, pemurnian, silikat, proses Bayer

## ABSTRACT

*Sodium aluminate solution generated from bauxite of West Kalimantan by Bayer process is still containing impurities especially dissolved silica. The bauxite consists of gibbsite as primary minerals associated with silicate minerals (kaolinite and halloysite), quartz, and iron oxide in goethite form. Low grade bauxite has many minerals impurities and would affect to the sodium aluminate solution which is produced from Bayer process. The present observed bauxite has composition of 50.98%  $Al_2O_3$ , 5.99%  $SiO_2$ , 15.90%  $Fe_2O_3$ , 0.070%  $CaO$ , 0.0107%  $MgO$ , 1.35%  $TiO_2$  and 25.3% LOI. Extraction of aluminum from Bayer process produces sodium aluminate solution with composition of 60 g/L  $Al_2O_3$ , 17.5 g/L  $SiO_2$ , 1.6 mg/L  $Fe_2O_3$ , 0.82 mg/L  $CaO$  and 113 g/L  $Na_2O$ . Dissolved silica in the solution is considerably high, hence, an effort of purification was tested using reagents of  $CaCl_2$ ,  $Ca(OH)_2$  and activated carbon. Each desilicated reagent was reacted into sodium aluminate solution at temperature of 70°C. Samples of the reacted solution were taken within 30 minutes of time intervals from 30 to 300 minutes. The best result is achieved at 180 minutes using  $Ca(OH)_2$  which is capable to absorb nearly all dissolved silica content from the solution.*

Keywords: sodium aluminate solution, desilication, purification, silicate, Bayer process

## PENDAHULUAN

Logam aluminium memiliki sifat yang mudah dibentuk dan ringan sehingga banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Logam aluminium diperoleh dari proses elektrolisis alumina, sedangkan alumina dihasilkan dari larutan sodium aluminat. Larutan sodium aluminat merupakan larutan hasil ekstraksi alumina dari bijih bauksit melalui proses Bayer.

Indonesia memiliki potensi bijih bauksit yang relatif besar terutama di Pulau Bintan dan Kalimantan Barat. Namun cadangan bauksit di Pulau Bintan khususnya di daerah Kijang hanya tersisa beberapa juta ton lagi karena sudah ditambang sejak tahun 1935. Sebaliknya cadangan bijih bauksit yang terdapat di Kalimantan Barat umumnya belum dieksploitasi secara optimal dan diperkirakan berjumlah besar (Husaini dkk., 2009).

Bijih bauksit terdiri dari 2 (dua) tipe yaitu lateritik dan karst. Bijih bauksit jenis lateritik mengandung mineral utama *gibbsite* yang berasosiasi dengan mineral silikat seperti kaolin, juga mengandung mineral besi seperti *goethite*. Sedangkan bijih bauksit jenis karst mengandung mineral utama *boehmite* dan *diaspore* yang berasosiasi juga dengan kaolin dan *chamosite* namun relatif kurang reaktif (Smith, 2009).

Pemasakan (*digestion*) adalah proses ekstraksi aluminium dari bijih bauksit dengan pelarut soda kaustik (NaOH) yang dikenal dengan nama proses Bayer. Proses Bayer menghasilkan larutan sodium aluminat dan residu berwarna merah sebagai limbah yang dikenal dengan nama *red mud*. Pada prinsipnya, proses Bayer bertujuan menghilangkan tiga komponen pengotor utama yaitu  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{TiO}_2$ . Kalsium dan magnesium biasanya terkandung dalam bentuk mineral dolomit yang tidak larut. Menurut Totten and MacKenzie (2003), komposisi larutan sodium aluminat hasil dari proses Bayer komersial umumnya mengandung oksida utama  $\text{Al}_2\text{O}_3$  sekitar 32,8 g/100 g bebas  $\text{Na}_2\text{O}$  dan mengandung pengotor  $\text{SiO}_2$  terlarut cukup rendah sekitar 0,6 g/100 g bebas  $\text{Na}_2\text{O}$ . Menurut Habashi (1997) kandungan  $\text{SiO}_2$  terlarut dalam larutan hasil proses Bayer komersial adalah maksimum 0,6 mg/L. Noworyta dalam Hudson (1987) telah berhasil menurunkan kandungan silika terlarut hingga  $< 0,02$  mg/L dalam larutan sodium aluminat dengan menggunakan 7,1 g/L CaO sebagai reagen desilikasinya.

Bijih bauksit yang berkadar rendah diketahui mengandung komponen silika lebih tinggi sebaliknya

mengandung aluminium rendah, yang akan mengurangi kemampuan mengekstraksi unsur aluminium (Songqing, 2011). Pengotor utama pada bijih bauksit di antaranya adalah senyawa silika, besi dan titanium. Silika biasanya berasosiasi membentuk mineral silikat berupa kaolinit ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), *halloysite* ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) atau silika itu sendiri berupa mineral kuarsa. Sebagian silika (kuarsa) larut dalam larutan sodium aluminat hasil proses Bayer pada suhu di atas  $180^\circ\text{C}$ , sedangkan lempung atau silikat lain seperti kaolinit mudah bereaksi dengan NaOH pada saat proses *digestion* (Smith, 2009).

Tujuan penelitian ini adalah untuk memurnikan atau menghilangkan senyawa silika dalam larutan sodium aluminat hasil proses Bayer menggunakan reagen-reagen desilikasi yaitu  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , dan karbon aktif. Kegiatan yang telah dilakukan oleh Aziz dkk, 2007 menunjukkan kandungan pengotor dalam larutan sodium aluminat hasil proses Bayer dari bijih bauksit Tayan terdiri dari  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 10,66$  mg/L;  $\text{SiO}_2 = 56,08$  mg/L;  $\text{CaO} = 4,16$  mg/L;  $\text{P}_2\text{O}_5 = 26,92$  mg/L dan  $\text{TiO}_2 = 7,02$  mg/L. Proses penurunan jumlah logam terlarut yang tidak diharapkan dalam larutan sodium aluminat khususnya  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dapat dilakukan dengan menggunakan larutan polimer *amidoxime*, sehingga membentuk kompleks polimer-besi yang bisa mengendap dalam larutan sodium aluminat (Spitzer and Donald, 2000).

Selain itu, keberadaan silika dalam bijih bauksit menyebabkan pelarutan dan presipitasi kembali silika sebagai produk desilikasi tipe *sodalite*, sehingga akan mengkonsumsi NaOH lebih banyak. Oleh karena itu, lebih baik mengontrol desilikasi saat proses *digestion* dengan mengubah silika menjadi senyawa yang memiliki kelarutan rendah seperti kalsium aluminosilikat. Senyawa tersebut terbentuk dengan bantuan pereaksi kimia seperti kalsium oksida (CaO), kalsium hidroksida  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  atau turunan dari senyawa kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ) yaitu *Friedel's salt* (FS:  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) yang memiliki kapasitas penukar ion terhadap silikat dalam larutan sodium aluminat sintesis yang dapat mengurangi  $> 95\%$  silika (Ma dkk., 2009). Amalia dan Aziz (2011) telah melakukan penelitian penurunan silika terlarut menggunakan *Whiton* yang mengandung  $\text{CaCO}_3$  sebagai bahan desilikasi pada proses *digestion* terhadap bijih bauksit yang mengandung  $\text{SiO}_2$  total 1,17%. Larutan sodium aluminat yang dihasilkan mengandung silika terlarut 93% lebih rendah daripada larutan yang dihasilkan tanpa penambahan  $\text{CaCO}_3$ .

Dalam penelitian ini dilakukan percobaan penurunan jumlah pengotor logam terlarut yang tidak diinginkan dalam larutan sodium aluminat dengan menggunakan  $\text{CaCO}_3$  pada saat proses digestion dan masing-masing senyawa kimia  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , dan karbon aktif pada larutan sodium aluminat yang dihasilkan dari proses digestion dengan kandungan  $\text{SiO}_2$  total dalam bijih bauksit yaitu 5,99%.

**METODOLOGI**

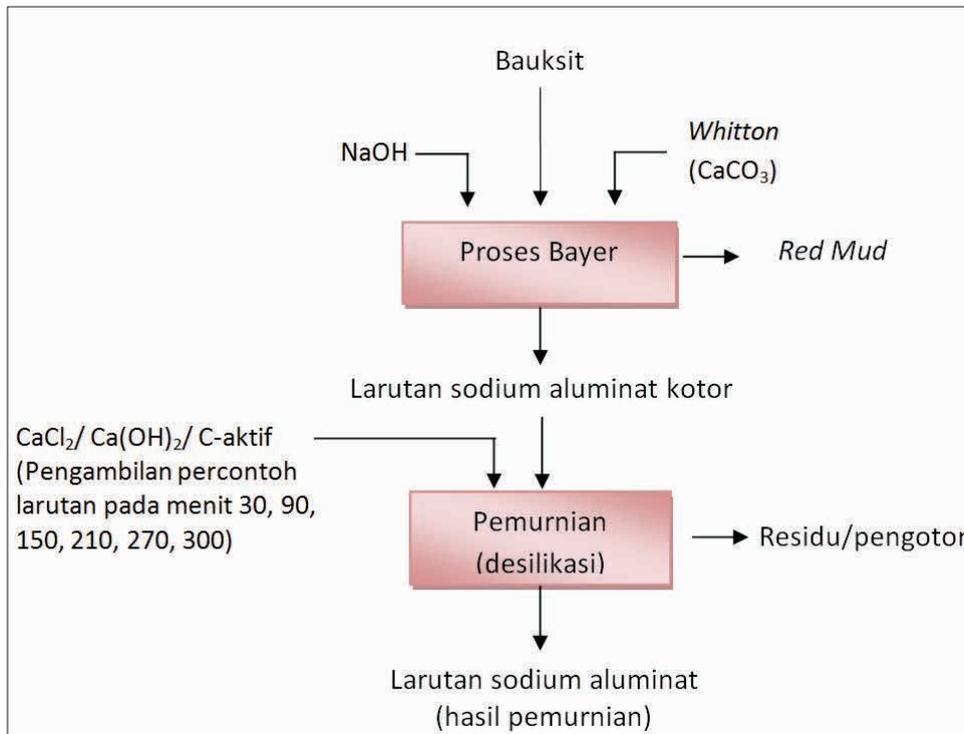
Bijih bauksit yang berasal dari daerah Toho (Kalimantan Barat) dilakukan preparasi ayak basah berukuran lolos 60 mesh. Bijih bauksit direaksikan dengan NaOH dan *Whitton* ( $\text{CaCO}_3$ ) di dalam bejana bertekanan 3 bar (2,96 atm) pada suhu 140°C selama 2 jam. Proses Bayer ini menghasilkan larutan sodium aluminat dan residu lumpur berwarna merah yang dikenal dengan nama *red mud* yang kemudian dipisahkan melalui penyaringan. Terhadap percontoh larutan sodium aluminat yang dihasilkan, dilakukan analisis kimia untuk melihat komposisi kandungan oksidanya. Berdasarkan hasil analisis kimia diketahui larutan sodium aluminat tersebut mengandung  $\text{SiO}_2$  yang tinggi (17,5 g/L). Terhadap larutan sodium aluminat tersebut ditambahkan senyawa kimia pengikat  $\text{SiO}_2$  (desilikasi) yaitu

$\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dan bahan penyerap karbon-aktif dengan rasio mol 1:1 terhadap  $\text{SiO}_2$ . Masing-masing senyawa desilikasi dan bahan penyerap karbon aktif tersebut ditambahkan pada saat larutan sodium aluminat telah mencapai suhu 70°C. Pada menit ke 30; 90; 150; 210; 270 hingga menit ke 300 diambil percontoh larutannya dengan pipet lalu dianalisis kimia untuk mengetahui kandungan oksida sisa dalam larutan tersebut. Diagram alir proses pemurnian (desilikasi) larutan sodium aluminat dapat dilihat pada Gambar 1.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Komposisi kimia bijih bauksit sebagai bahan baku proses Bayer dan larutan sodium aluminat yang dihasilkan dari proses Bayer yang digunakan dalam percobaan ini mengandung senyawa-senyawa yang dinyatakan sebagai oksidanya seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa larutan sodium aluminat yang diperoleh dari proses Bayer masih mengandung pengotor terutama  $\text{Si}^{4+}$  yang sangat tinggi (17.500 mg/L). Oleh karena itu, larutan tersebut perlu diproses lebih lanjut melalui proses pemurnian menggunakan bahan-bahan pereaksi desilikasi



Gambar 1. Diagram alir proses pemurnian larutan sodium aluminat

Tabel 1. Komposisi kimia bauksit Toho dan larutan sodium aluminat hasil proses Bayer

Komponen Bahan	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	LOI	Na <sub>2</sub> O
Bauksit (%)	5,99	50,98	15,90	0,070	0,0107	1,35	25,3	-
Larutan sodium aluminat hasil proses Bayer (mg/L)	17.500	60.000	1,6	0,82	-	-	-	113.000

yaitu CaCl<sub>2</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub> dan karbon aktif berbentuk granul yang masing-masing dicoba kemampuannya untuk mengikat ion Si<sup>4+</sup> dari larutan sodium aluminat. Proses pemurnian berlangsung dengan variasi waktu 30 hingga 300 menit yang percontohan larutannya diambil setiap interval waktu rata-rata 30 menit. Percontohan larutan kemudian dianalisis komposisi kimianya. Karakteristik percontohan larutan hasil pemurnian (desilikasi) setiap interval waktu yang dinyatakan sebagai SiO<sub>2</sub> dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 2 untuk mengetahui kecenderungan terjadinya penurunan kadar silika.

Tabel 2. Kadar SiO<sub>2</sub> hasil proses pemurnian (desilikasi)

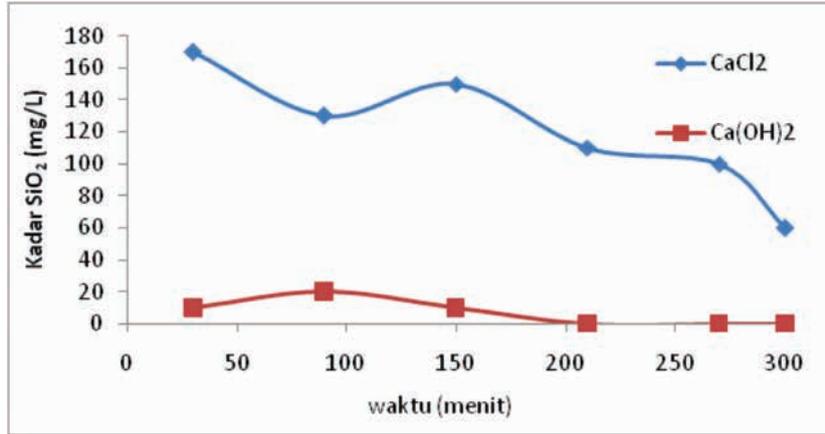
Waktu (menit)	Kadar SiO <sub>2</sub> (mg/L)		
	CaCl <sub>2</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>	C aktif granul
0	17.500	17.500	17.500
30	170	10	1
90	130	20	-
120	-	-	0,9
150	150	10	-
210	110	Nil	0,8
270	100	Nil	-
300	60	Nil	-

Hasil percobaan (Tabel 2 dan Gambar 2) menunjukkan bahwa Ca(OH)<sub>2</sub> ternyata memberikan pengaruh paling baik setelah melalui waktu reaksi sekitar 180 menit yang mampu mengikat hampir seluruh silika reaktif yang ada dalam larutan sodium aluminat menjadi presipitat kalsium silika hidrat. Data Tabel 2 menunjukkan bahwa kandungan SiO<sub>2</sub> terlarut dalam larutan sodium aluminat semula 17.500 mg/L dan setelah reaksi pada menit ke 30 turun drastis hingga menjadi 10 mg/L bahkan menjadi hampir tidak ada lagi ditemukan pengotor silika terlarut

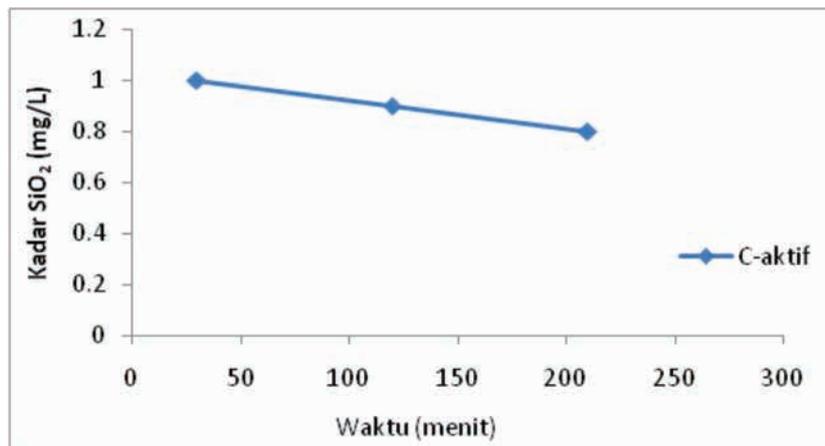
dalam larutan sodium aluminat setelah waktu reaksi sekitar 180 menit. Hal ini kemungkinan disebabkan karena setelah 180 menit Ca(OH)<sub>2</sub> terurai keseluruhannya menghasilkan jumlah ion Ca<sup>2+</sup> yang sesuai untuk mengikat jumlah silika terlarut (lihat reaksi 4). Jika dibandingkan dengan komposisi kimia larutan sodium aluminat hasil proses Bayer komersial yang dipublikasikan oleh Totten and MacKenzie (2003) atau Habashi (1997) yaitu kandungan SiO<sub>2</sub> ≈ 0,6 mg/L, maka terlihat bahwa proses desilikasi hasil percobaan yang dilakukan pada penelitian relatif lebih efektif kemampuan menurunkan silika terlarut dalam larutan sodium aluminat hingga mencapai hampir 0 mg/L SiO<sub>2</sub>. Juga hasil percobaan ini menunjukkan penurunan silika terlarut dalam larutan alumina silikat relatif lebih efektif dibanding percobaan Ma (2009).

Pengaruh reagen CaCl<sub>2</sub> terhadap penurunan SiO<sub>2</sub> terlihat agak lambat dibandingkan menggunakan Ca(OH)<sub>2</sub> yaitu pada waktu reaksi 30 menit kandungan SiO<sub>2</sub> turun dari semula 17.500 mg/L menjadi 170 mg/L, kemudian setelah 180 menit kandungan SiO<sub>2</sub> masih sekitar 110 mg/L yang masih jauh di atas karakteristik larutan sodium aluminat komersial yang dipublikasikan oleh Habashi (1997) atau Totten and MacKenzie (2003) yaitu 0,6 mg/L. Hal ini mungkin disebabkan karena untuk menghasilkan ion Cl<sup>-</sup> membutuhkan energi ionisasi lebih besar dibanding ion OH<sup>-</sup> sehingga reaksi Ca<sup>2+</sup> dengan Si<sup>4+</sup> (lihat reaksi 8) menjadi lambat. Karena itu, laju penurunan silika terjadi perlahan-lahan pada perlakuan kondisi yang sama dengan saat penggunaan Ca(OH)<sub>2</sub>.

Reaksi-reaksi kimia yang mungkin terjadi dengan penggunaan reagen Ca(OH)<sub>2</sub> adalah seperti pada reaksi no. 1 - 4 sedangkan penggunaan reagen CaCl<sub>2</sub> terlihat pada reaksi no. 5 - 8. Reaksi-reaksi kimia tersebut merupakan reaksi ionik (Ma dkk., 2011) dengan menggunakan reagen desilikasi *calcium sulfate dehydrate*.

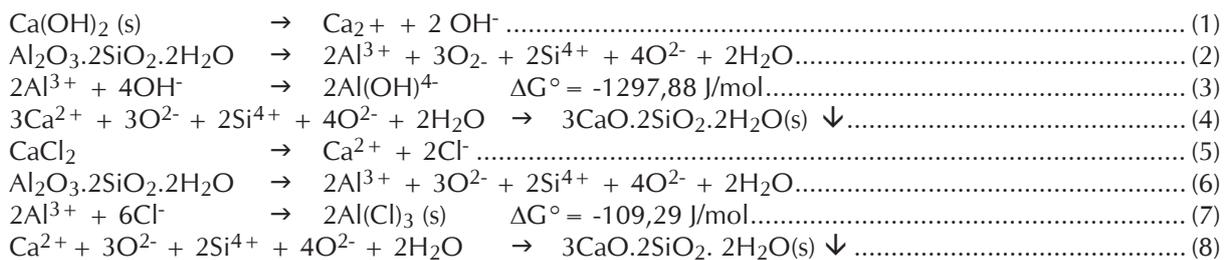


(a). Pengaruh CaCl<sub>2</sub> dan Ca(OH)<sub>2</sub> terhadap kandungan Silika



(b). Pengaruh C-aktif terhadap kandungan silika

Gambar 2. (a) Pengaruh CaCl<sub>2</sub> dan Ca(OH)<sub>2</sub> terhadap kandungan silika, (b) Pengaruh karbon-aktif terhadap kandungan silika



Adapun penggunaan adsorben karbon aktif ternyata cukup efektif jika dilihat dari hasil percobaan (Gambar 2.b) yang menunjukkan tren penurunan kadar silika sangat cepat pada awal reaksi yaitu pada menit ke-0 hingga menit ke-30; penurunan kandungan SiO<sub>2</sub> turun drastis dari 17.500 mg/L menjadi 1 mg/L, tetapi pada menit-menit selanjutnya kandungan SiO<sub>2</sub> dalam larutan relatif konstan

sekitar 0,8 mg/L yang masih berada sedikit di atas kandungan silika pada larutan sodium aluminat industri komersial 0,6 mg/L (Habashi, 1997). Hal ini mungkin disebabkan karena karbon aktif bekerja secara fisika (adsorpsi) yang dipengaruhi oleh muatan elektrostatik antara permukaan pori-pori karbon dengan adsorbat (De Ridder, 2012) yaitu ion SiO<sub>2</sub> terlarut yang kemungkinan sudah dalam bentuk

$\text{SiO}_3^{2-}$ , kemudian setelah waktu reaksi melewati 30 menit kemampuan adsorpsi karbon aktif menjadi jenuh karena luas permukaan penyerapan ion pada karbon aktif terbatas. Walaupun ada penurunan silika yang cukup signifikan namun karbon aktif dikhawatirkan akan mengotori warna putih dari larutan sodium aluminat yang dihasilkan. Ilustrasi mekanisme adsorpsi oleh karbon aktif dapat dilihat pada Gambar 3.

Selain melihat perubahan kandungan silika, Gambar 4 memperlihatkan karakteristik kandungan senyawa-senyawa aluminium (Al), besi (Fe), natrium (Na) dan kalsium (Ca) dalam larutan sodium aluminat hasil proses desilikasi yang nampak tidak berpengaruh signifikan oleh penambahan  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Ca(OH)}_2$  dan C-aktif, kecuali kandungan  $\text{Na}_2\text{O}$  yang cenderung sedikit meningkat. Hal ini mungkin berkaitan dengan pengaruh reagen-reagen desilikasi tersebut (antara lain penggunaan  $\text{Ca(OH)}_2$ ) terhadap penurunan kadar silika yang memberikan hasil sangat baik. Penurunan kandungan silika tentu akan meningkatkan jumlah oksida lainnya terutama  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan  $\text{Na}_2\text{O}$ . Kandungan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  meningkat dari 65.000 mg/L menjadi sekitar 80.000 mg/L, kandungan  $\text{Na}_2\text{O}$  meningkat dari 113.000 mg/L menjadi sekitar 140.000 mg/L. Hal ini kemungkinan

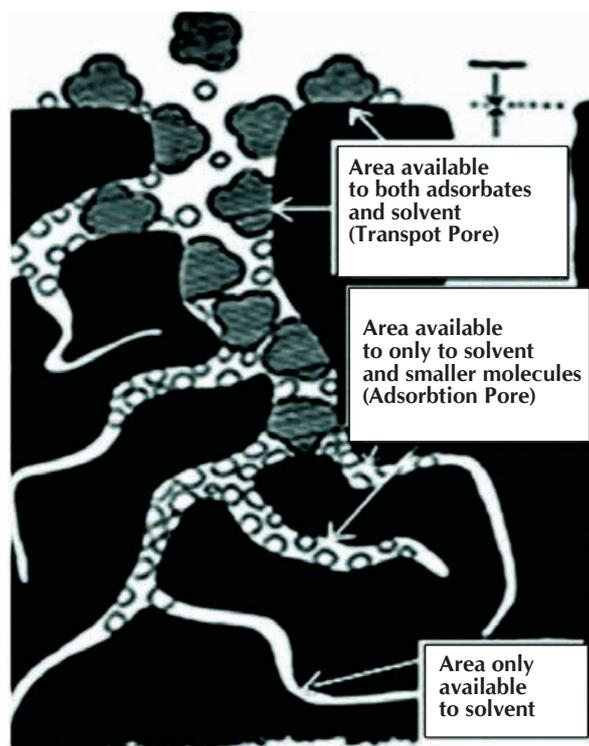
karena senyawa  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bereaksi dengan  $\text{Ca(OH)}_2$  membentuk senyawa larutan  $\text{Al(OH)}_4^-$ , Senyawa natrium menjadi Na-aluminat dan/atau menjadi NaOH. Pengaruh reagen desilikasi  $\text{CaCl}_2$  terlihat sedikit berbeda terhadap kandungan natrium, karena pada penambahan reagen  $\text{CaCl}_2$  akan terjadi reaksi antara ion klorida dan natrium membentuk NaCl yang akan mengendap, sehingga jumlah  $\text{Na}_2\text{O}$  hanya sekitar 120.000 mg/L yang relatif sedikit menurun seiring dengan penurunan kandungan silika. Untuk pengaruh penambahan karbon aktif, nampak kandungan  $\text{Na}_2\text{O}$  konstan sekitar 100.000 mg/L yang berarti juga menurun seiring dengan penurunan kandungan silika.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

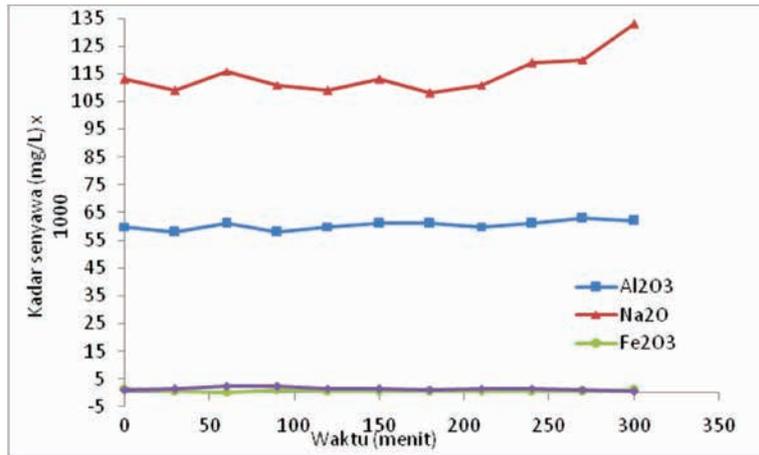
Dari serangkaian percobaan dapat disimpulkan:

- Larutan sodium aluminat hasil proses Bayer masih mengandung pengotor, khususnya senyawa  $\text{SiO}_2$  terlarut sebanyak 17.500 mg/L yang harus diturunkan sesuai dengan spesifikasi hasil proses Bayer komersial maksimum sebesar 0,6 mg/L  $\text{SiO}_2$ .

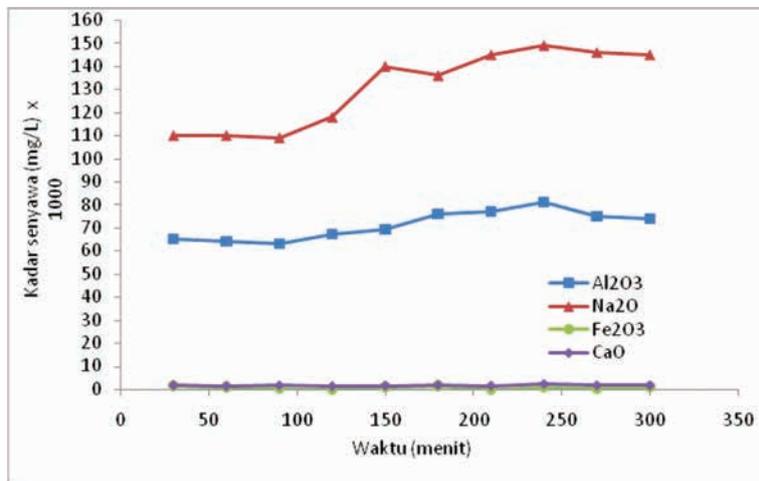


(Sumber: De Ridder, 2012)

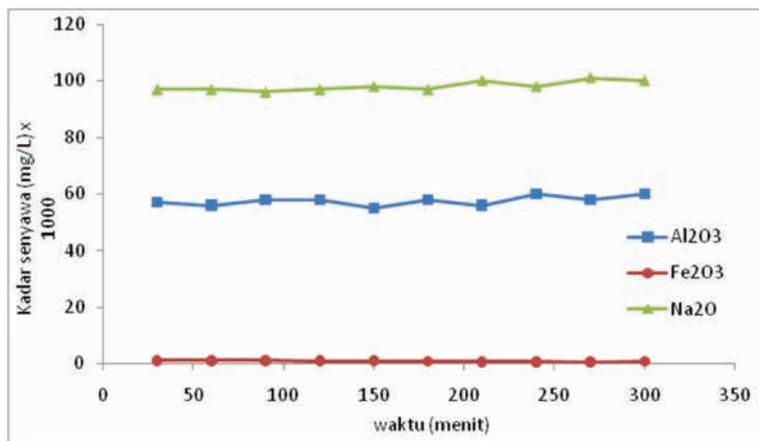
Gambar 3. Ilustrasi adsorpsi karbon aktif terhadap adsorbat



(a). Pengaruh CaCl<sub>2</sub> terhadap kandungan ion-ion Al, Na, Fe dan Ca yang dinyatakan dalam oksida-oksida.



(b). Pengaruh Ca(OH)<sub>2</sub> terhadap kandungan ion-ion Al, Na, Fe dan Ca yang dinyatakan dalam oksida-oksida.



(c). Pengaruh karbon-aktif terhadap kandungan ion-ion Al, Na, Fe dan Ca yang dinyatakan dalam oksida-oksida.

Gambar 4. (a) Pengaruh CaCl<sub>2</sub>; (b) Pengaruh Ca(OH)<sub>2</sub>; dan (c) Pengaruh karbon-aktif terhadap kandungan ion-ion Al, Na, Fe dan Ca yang dinyatakan dalam oksida-oksida.

- Reagen desilikasi terbaik adalah  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  yang mampu mengikat hampir seluruh senyawa silika terlarut dan mengurangi kadarnya hingga mendekati nilai 0 mg/L  $\text{SiO}_2$  yang dicapai pada kondisi waktu reaksi 180 menit pada suhu  $70^\circ\text{C}$ .
- Penggunaan adsorben karbon aktif juga dapat menurunkan senyawa silika terlarut cukup baik.
- Reagen desilikasi  $\text{CaCl}_2$  juga dapat menurunkan senyawa silika terlarut, tetapi reaksi desilikasinya relatif lambat dan belum dapat menghasilkan larutan sodium aluminat spesifikasi industri.

### Saran

Perlu dilakukan percobaan lanjutan untuk menguji efektifitas adsorben karbon aktif dengan menambah jumlah dosis dan waktu reaksi. Selain itu juga perlu percobaan menurunkan kandungan pengotor besi oksida yang masih ada di dalam larutan sodium aluminat, sehingga diharapkan dapat memperoleh alumina dengan spesifikasi yang memenuhi persyaratan *smelter grade*.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Prof. Ngurah Ardha, M. Met. E atas bimbingannya, sehingga hasil penelitian ini bisa terwujud dalam bentuk makalah ilmiah yang bisa disebar luaskan melalui publikasi jurnal tekMIRA.

### DAFTAR PUSTAKA

- Amalia D. dan Aziz M. , 2011. Percobaan pendahuluan pembuatan alumina kualitas metalurgi dari bauksit Kalimantan Barat. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, Vol. 7, No.4, Oktober. hlm 183-191..
- Aziz, M., Muta'alim, Pramusanto, Ngurah Ardha, Rochani S., Husaini, Purnomo, H., Tahli, L., Sariman, Saleh, N., Rochim, E., Supangkat, Amalia D., Wahyudi

A., Iriansyah R., Azhari, Setyatmoko E., Sarjono, Sulistiani L. dan Somantri S., 2007. Pengolahan dan pemanfaatan red mud limbah industri alumina, Tayan, Laporan Internal Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara (44 halaman).

De Ridder, D. J., 2012. Adsorption of organic micropollutants onto activated carbon and zeolites. *Water Management Academic Press*, The Netherlands.

Habashi F., 1997. *Handbook of extractive metallurgy*, Vol. II, Wiley-VCH., p. 492 – 1180.

Hudson, L.K., 1987. Alumina production, Production of aluminium and alumina. *Critical reports on Applied Chemistry Volume 20* edited by A. R. Burkin

Husaini, Muta'alim, Zulkarnaen, Azhari, Pendi, S., Rustendi, D., Sugandi, B., 2009. Aplikasi proses upgrading bauksit dan tailing pencucian bauksit Tayan dan Pulau Kijang; Laporan Internal Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara (46 Halaman).

Ma, J., Li Z., Yi Z., and George D. P., 2009. Desilication of sodium aluminate solution by Friedel's salt ( $\text{FS: } 3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{CaCl}_2\cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ). *Jurnal Hydrometallurgy*, 99, Science Direct, Elsevier, p. 225–230.

Ma, J., Zhai K., dan Li Z., 2011. Desilication of synthetic Bayer liquor with calcium sulfate dihydrate: kinetics and modeling. *Jurnal Hydrometallurgy*, 107, Science Direct, Elsevier, p. 48–55.

Smith, P., 2009. The processing of high silica bauxites – review of existing and potential processes. *Jurnal Hydrometallurgy*, 98, Science Direct, Elsevier, p. 162–176.

Songqing, 2011. *Caustic and alumina recovery from bayer residues*. Light Metals, John Wiley & Sons, Inc., USA, p. 89-91.

Spitzer and Donald P, 2000. *Process for purifying alumina by mixing a Bayer process stream containing sodium aluminate with amidoxime polymer to reduce the level of iron*. United States Patent 6077486.

Totten, G. E., and MacKenzie, D. S., 2003. *Alloy production and material manufacturing*. handbook of aluminium, Volume 2, Marcel Dekker, Inc, New York, 736 pages.