



## Pengaruh Posisi Masukan dan Laju Alir Gas CO<sub>2</sub> Pada Tahap Pembentukan Aluminium Hidroksida Dari *Spent Catalyst*

Alvina Iryani<sup>1</sup>, Tony Handoko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia FTI UNPAR Jalan Ciumbuleuit 94, Bandung

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Kimia FTI UNPAR Jalan Ciumbuleuit 94, Bandung

### Abstract

*Spent catalyst has 47 % - w of alumina in its composition that can be used as raw material for manufacturing aluminium hydroxide. Aluminium hydroxide is widely used as one of active ingredient in ulcer drug and made from bauxite which is a non-renewable resources. The composition of alumina in spent catalyst is almost equal to bauxite, which means it can be used as a substitute for producing aluminium hydroxide. Aluminium hydroxide is produced by extraction using 20 % NaOH with ratio of spent catalyst to NaOH 1 : 5 (b/v). It is then followed by precipitation using CO<sub>2</sub>. Extraction is held for 2 hours and the extract will be precipitated for 4 hours. The effects of input position and flow rate of CO<sub>2</sub> to amount of aluminium hydroxide will be observed. The research showed that input position inside the tube and flow rate of CO<sub>2</sub> is 4,040 L / minute will give the best yield, which is 17 % - w. Precipitation with stirring will not increase the amount of aluminium hydroxide.*

**Keywords :** Aluminium hydroxide, Bayer process, precipitation, spent catalyst

### Pendahuluan

*Spent catalyst* merupakan suatu limbah katalis yang sudah tidak dapat digunakan lagi karena telah kehilangan kemampuan katalitiknya. Penurunan kinerja dari katalis ini dapat diakibatkan oleh berakhirnya umur katalis, perubahan struktur dari katalis, atau pusat aktif dari katalis telah tertutup oleh material lain. *Spent catalyst* dihasilkan dari proses *Residual Catalytic Cracking (RCC)* suatu industri. *Spent catalyst* memiliki kandungan alumina dan silika yang cukup tinggi, yaitu sekitar 47 % - berat. Kandungan alumina dalam *spent catalyst* ini dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku untuk pembuatan aluminium hidroksida. Aluminium hidroksida banyak dimanfaatkan sebagai salah satu zat aktif dalam *antasid* yang digunakan dalam obat maag. Aluminium hidroksida secara umum dihasilkan dari bauksit. Sedangkan di Indonesia pertambangan bauksit yang masih aktif hanya tinggal disatu tempat yaitu di Tayan, Kalimantan Barat. Oleh karena itu, melihat potensi yang tinggi dari *spent catalyst* maka diharapkan dengan penelitian ini *spent catalyst* dapat dimanfaatkan sebagai alternatif lain untuk bahan baku pembuatan aluminium hidroksida.

Tema sentral dari penelitian ini yaitu adanya ketidakpastian terhadap variabel operasi, seperti posisi masukan dan laju alir gas CO<sub>2</sub> pada tahap

presipitasi terhadap jumlah aluminium hidroksida yang diperoleh. Tujuan dari penelitian ini yaitu memproduksi aluminium hidroksida dari bahan baku *spent catalyst*, mengetahui dan mempelajari pengaruh dari laju alir gas CO<sub>2</sub>, posisi masukan gas CO<sub>2</sub>, dan proses pengadukan pada tahap presipitasi terhadap jumlah aluminium hidroksida yang diperoleh. Hipotesis yang digunakan pada penelitian ini yaitu semakin banyak gas CO<sub>2</sub> yang dialirkan pada tahap presipitasi maka aluminium hidroksida yang diperoleh semakin banyak dan semakin banyak frekuensi pengadukan yang dilakukan pada tahap presipitasi maka aluminium hidroksida yang diperoleh juga semakin banyak.

### Landasan Teori

Di alam, aluminium hidroksida didapatkan dalam bentuk *gibbsite*. *Gibbsite* merupakan salah satu bentuk dari aluminium hidrat yang masih mengandung 34,6 % - berat air. Aluminium hidroksida memiliki kerapatan yang kecil dan bersifat amfoter. Aluminium hidroksida juga dapat larut dalam asam dan membentuk Al(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub><sup>3+</sup> dan dapat larut dalam basa membentuk Al(OH)<sub>4</sub><sup>-</sup>. Aluminium hidroksida ini banyak digunakan sebagai zat tahan api, bahan baku pembuatan plastik, senyawa karet, tekstil, dan merupakan salah satu

komponen yang terdapat dalam *antasid* yang biasa terdapat dalam obat maag.

*Spent catalyst* dapat digunakan sebagai sumber bahan baku perolehan alumina. Proses pengambilan kembali alumina dari *spent catalyst* dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain metode Serpek, metode Deville, metode Le Chatelier, metode asam, metode *lime sinter* dan *lime soda sinter*, dan metode Bayer. Perbedaan dari keenam metode tersebut adalah jenis pelarut yang digunakan pada proses ekstraksi. Metode Bayer merupakan metode yang paling akhir ditemukan dan setelah metode Bayer ditemukan maka metode – metode yang lain sudah tidak digunakan lagi karena metode Bayer merupakan metode yang paling ekonomis untuk memperoleh alumina.

### Metodologi Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan aluminium hidroksida dari bahan baku *spent catalyst*. Aluminium hidroksida diperoleh dengan menggunakan Metode Bayer yang terdiri dari 3 tahap utama, yaitu ekstraksi, presipitasi, dan kalsinasi. Proses kalsinasi tidak akan dilakukan karena pada penelitian ini produk yang diinginkan hanya sampai aluminium hidroksida yang akan didapatkan setelah tahap presipitasi berakhir.

Ekstraksi ini dilakukan dengan tujuan untuk mengambil kandungan  $Al_2O_3$  yang terdapat dalam *spent catalyst*. Tahap ekstraksi ini dilakukan dengan pengontakkan antara *spent catalyst* dengan pelarut NaOH. Kandungan  $Al_2O_3$  dalam *spent catalyst* ini akan terlarut dalam NaOH sehingga menjadi ekstrak, sedangkan  $SiO_2$  dan pengotor lainnya, yaitu berupa komponen lain dalam *spent catalyst*, tidak dapat larut dalam NaOH sehingga akan menjadi residu. Residu dari hasil ekstraksi ini akan menjadi bahan substitusi silika untuk bahan baku pembuatan semen.

Presipitasi merupakan proses untuk mengendapkan natrium aluminat (ekstrak) yang diperoleh dari tahap ekstraksi sehingga akan terbentuk aluminium hidroksida dalam bentuk padatan. Dalam tahap presipitasi gas  $CO_2$  akan dialirkan ke dalam ekstrak yang berfungsi untuk mengendapkan natrium aluminat sehingga terbentuk  $Al(OH)_3$  padat.

### Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dibagi menjadi 2 tahapan percobaan, yaitu percobaan pendahuluan dan percobaan utama. Percobaan pendahuluan dilakukan untuk menentukan waktu ekstraksi yang terbaik karena waktu ekstraksi akan berpengaruh terhadap banyaknya kandungan alumina yang terambil dari *spent catalyst*. Waktu ekstraksi yang dilakukan yaitu dari 1 jam sampai dengan 6 jam. Percobaan utama dilakukan pada tahap presipitasi dengan memvariasikan antara posisi masukan dan laju alir dari gas  $CO_2$ . Posisi masukan gas  $CO_2$  ada 4, yaitu

bawah, tengah, atas, dan dalam tabung. Tetapi pada proses presipitasi ini akan terbentuk riak sehingga posisi masukan yang mungkin dilakukan yaitu dari bawah dan dalam tabung presipitasi. Posisi masukan umpan gas  $CO_2$  yang berbeda ini akan memberikan pola aliran gas  $CO_2$  yang berbeda pula. Sedangkan untuk variasi laju alir dari gas  $CO_2$  divariasikan dengan skala 1 dan skala 2 pada rotameter, dimana skala 1 memiliki laju alir sebesar 1,752 liter/menit dan skala 2 memiliki laju alir sebesar 4,040 liter/menit pada 1 atm dan  $21,2^\circ C$ .

### Penentuan Waktu Ekstraksi

Ekstraksi dilakukan untuk mengambil kandungan alumina yang terdapat dalam *spent catalyst*. Proses ekstraksi menggunakan pelarut NaOH dengan konsentrasi 20 % - berat per volume dan perbandingan antara *spent catalyst* dan pelarut NaOH yaitu 1 : 5 – b/v. Proses ekstraksi dilakukan pada temperatur yang dijaga pada  $80^\circ C$  dengan kenaikan atau penurunan sebesar  $10^\circ C$  dan juga dilakukan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 250 rpm.

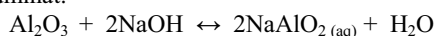
Hasil dari ekstraksi ini akan dipisahkan dengan menggunakan filtrasi vakum sehingga akan diperoleh ekstrak dan residu. Residu ini akan dianalisis untuk mengetahui seberapa banyak kandungan alumina yang tertinggal dalam residu hasil ekstraksi *spent catalyst*.

**Tabel 1. Kandungan Alumina Dalam Residu Hasil Ekstraksi**

Waktu Ekstraksi (Jam)	Kandungan Alumina (% - berat)
1	1,8
	1,57
2	1,1
	1,05
3	1,35
	1,18
4	1,89
	1,9
5	1,2
	1,13
6	1,2
	1,26

Dapat dilihat dari hasil analisis pada tabel 1 bahwa waktu ekstraksi 2 jam menghasilkan kandungan alumina yang paling sedikit pada residu, hal ini berarti alumina banyak terdapat pada ekstrak. Dari hasil analisis ini dapat disimpulkan bahwa waktu ekstraksi 2 jam merupakan waktu ekstraksi kesetimbangan dimana kandungan alumina dalam antarmuka antara *spent catalyst* dan pelarut NaOH sudah mencapai kesetimbangan. Hasil kandungan alumina yang didapatkan dari hasil percobaan menunjukkan hasil yang naik turun karena reaksi pembentukan natrium aluminat merupakan reaksi

reversible sehingga ion  $Al^{3+}$  yang telah berikatan dengan ion  $Na^+$  dapat terlepas dan ikut mengendap bersama dengan residu hasil ekstraksi. Pada percobaan ekstraksi juga dilakukan pengukuran konduktivitas terhadap larutan NaOH dan larutan ekstrak. Konduktivitas suatu larutan dapat menunjukkan mobilitas dari ion – ion yang terdapat dalam larutan sehingga seberapa banyak alumina yang telah terekstrak oleh pelarut NaOH dapat diamati. Pelarut NaOH memiliki nilai konduktivitas yang tinggi sehingga NaOH merupakan larutan elektrolit kuat, dimana pada larutan elektrolit kuat seluruh molekulnya akan terurai menjadi ion – ion (terionisasi sempurna). Dari persamaan reaksi dibawah ini dapat dilihat bahwa ion  $Na^+$  akan berikatan dengan alumina membentuk natrium aluminat.



Data konduktivitas pelarut NaOH dan ekstrak dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2. Selisih Konduktivitas Awal dan Ekstrak**

t	$K_1$	$K_2$	$K_1-K_2$
1	330	261,5	70,25
	332,5	260,5	
2	306	256,5	61,5
	332	258,5	
3	341	275,5	69,5
	342,5	269	
4	337	270,5	64,25
	333	271	
5	330,5	269,5	59,25
	332,5	275	
6	335,5	263	68,75
	331	266	

Keterangan : t = waktu ekstraksi (jam)

$K_1$  = konduktivitas awal

$K_2$  = konduktivitas ekstrak

$K_1-K_2$  = selisih konduktivitas awal dan ekstrak

Jika dilihat dari selisih konduktivitas antara konduktivitas awal dengan konduktivitas ekstrak pada tabel 2 maka waktu ekstraksi yang menghasilkan selisih konduktivitas paling besar yaitu waktu ekstraksi 1 jam. Hal ini tidak sesuai dengan hasil analisis residu *spent catalyst* yang menghasilkan waktu ekstraksi 2 jam merupakan waktu ekstraksi yang terbaik. Hal ini dapat terjadi karena ketidakakuratan dalam pengukuran nilai konduktivitas awal pelarut NaOH di waktu ekstraksi 2 jam. Hasil pengukuran konduktivitas awal berbeda cukup jauh dikarenakan sewaktu pengukuran konduktivitas kemungkinan besar NaOH belum terlarut dengan sempurna sehingga hasil pengukuran konduktivitasnya menjadi kurang akurat.

Pada nilai selisih konduktivitas dilakukan perhitungan secara statistik dengan menggunakan

metode Duncan untuk mengetahui waktu ekstraksi yang paling signifikan terhadap perolehan alumina dari *spent catalyst*. Hasil dari perhitungan statistik didapatkan bahwa waktu ekstraksi yang paling signifikan adalah 1 jam. Hasil dari perhitungan statistik ini tidak sesuai dengan hasil analisis residu hasil ekstraksi. Meskipun hasil perbandingan selisih konduktivitas dan perhitungan statistik berbeda, waktu ekstraksi terbaik tetap melihat dari hasil analisis residu hasil ekstraksi. Oleh karena itu, waktu ekstraksi yang terbaik yaitu 2 jam.

### **Pengaruh Posisi Umpan dan Laju Alir Gas $CO_2$ Terhadap Pemurnian $Al(OH)_3$**

Penelitian utama ini dilakukan untuk mendapatkan posisi umpan dan laju alir dari gas  $CO_2$  pada tahap presipitasi yang dapat menghasilkan *yield* aluminium hidroksida yang paling tinggi. Presipitasi merupakan proses mereaksikan ekstrak yang didapatkan dari hasil ekstraksi dengan gas  $CO_2$  sehingga akan terbentuk senyawa  $Al(OH)_3$  dan  $Na_2CO_3$  berdasarkan reaksi :

$$2NaAlO_2(aq) + 3H_2O + CO_2 \rightarrow 2Al(OH)_3(s) + Na_2CO_3(aq)$$

Proses presipitasi ini bertujuan untuk mengendapkan natrium aluminat sehingga dapat terbentuk aluminium hidroksida dalam bentuk padat. Gas  $CO_2$  bertindak sebagai *precipitating agent* yang akan mengendapkan ekstrak.

Ekstrak yang didapatkan dari hasil ekstraksi bersifat basa karena menggunakan pelarut NaOH. Nilai basa dari ekstrak akan dinetralkan dengan menggunakan Gas  $CO_2$  karena gas  $CO_2$  bersifat sedikit asam. Setelah gas  $CO_2$  dialirkan ke dalam ekstrak maka akan terjadi penurunan nilai pH dari ekstrak yang ditandai dengan perubahan wujud ekstrak dari cairan menjadi *slurry*.

Proses presipitasi dilakukan sampai pH dari ekstrak mencapai nilai pH netral, yaitu pH 7. Pada pH 7,  $Al(OH)_3$  memiliki kelarutan yang paling kecil dalam larutan sehingga diharapkan dengan menurunkan nilai pH dari larutan maka  $Al(OH)_3$  akan didapatkan dalam bentuk padatan. Pada saat proses presipitasi berlangsung tidak hanya senyawa  $Al(OH)_3$  yang terbentuk, tetapi juga akan terbentuk garam natrium karbonat ( $Na_2CO_3$ ). Garam natrium karbonat merupakan produk yang tidak diinginkan. Proses presipitasi yang semakin lama akan menyebabkan semakin banyaknya garam natrium karbonat yang terbentuk. Hal ini ditandai dengan peningkatan kembali nilai pH dari ekstrak yang dipresipitasi. Pada saat percobaan, waktu presipitasi yang dapat menghasilkan pH ekstrak mendekati pH netral adalah 4 jam sehingga pada penelitian utama ini waktu presipitasi hanya dilakukan sampai 4 jam untuk menghindari terlalu banyaknya natrium karbonat yang terbentuk. Perbandingan nilai pH dari ke-4 variasi yang digunakan dapat pada tabel 3.

**Tabel 3. Perbandingan Nilai pH Seluruh Variasi**

t (min)	pH							
	Skala 1				Skala 2			
	Bawah		Tabung		Bawah		Tabung	
0	13,4	14	14	14	14	14	13,9	14
30	10,4	10,2	10,5	10,3	9,86	9,63	9,88	10,1
60	10	10	10,1	9,95	9,9	9,2	9,93	9,96
90	9,99	10	10,1	9,93	9,71	7,87	9,78	9,7
120	9,72	10	9,97	9,77	9,45	7,91	9,39	9,29
150	9,66	10,1	9,79	9,43	9,22	8,07	8,83	8,86
180	9,51	10,1	9,56	9,09	9,25	8	7,76	8,3
210	9,37	10,1	9,2	7,85	9,28	8,01	7,73	7,85
240	9,33	10	8,06	7,81	9,31	8,01	7,85	7,87

Proses presipitasi dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain pH, temperatur, tekanan, kecepatan pengadukan, dan laju alir gas CO<sub>2</sub>. Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa laju alir gas CO<sub>2</sub> skala 2 dan aliran gas CO<sub>2</sub> dalam tabung akan menghasilkan harga pH yang paling mendekati 7. Hal ini dapat terjadi karena semakin banyak gas CO<sub>2</sub> yang dialirkan dalam ekstrak maka akan semakin mempercepat penurunan harga pH dari larutan karena akan semakin banyak NaOH yang dinetralkan oleh gas CO<sub>2</sub>. Pada aliran gas CO<sub>2</sub> dalam tabung akan memberikan pola aliran gas CO<sub>2</sub> yang lebih menyebar yang akan mempercepat proses penetralan NaOH oleh gas CO<sub>2</sub>.

Pada cairan hasil presipitasi juga dilakukan pengukuran nilai konduktivitas. Hasil pengukuran konduktivitas ini dapat dilihat pada tabel 4. Dapat dilihat dari tabel 4 bahwa cairan memiliki selisih konduktivitas yang tinggi. Selisih konduktivitas yang tinggi ini menandakan bahwa natrium aluminat yang tertinggal dalam cairan setelah presipitasi sudah sangat sedikit. Hal ini menunjukkan bahwa natrium aluminat telah bereaksi dengan CO<sub>2</sub> menghasilkan Al(OH)<sub>3</sub>.

**Tabel 4. Konduktivitas Cairan Sebelum dan Sesudah Presipitasi**

Variasi	Konduktivitas Awal		Konduktivitas Akhir		Selisih Konduktivitas
	1	2	1	2	
Skala 1, bawah	269	261	56,4	55,8	208,9
Skala 2, bawah	264	261	66,2	54	202,4
Skala 1, tabung	263	244	54,7	54,5	198,9
Skala 2, tabung	264	261	52,1	52,4	210,25

Endapan aluminium hidroksida yang didapatkan dianalisis % - berat aluminium hidroksidanya. Hasil analisis % - berat aluminium hidroksida dapat dilihat pada tabel 5.

**Tabel 5. Hasil Analisis %-berat dan Yield Al(OH)<sub>3</sub>**

Variasi	% - Berat Al(OH) <sub>3</sub>		Yield Al(OH) <sub>3</sub> (%)	
	1	2	1	2
Skala 1, bawah	11,16	11,89	17,23	13,76
Skala 2, bawah	12,92	12,25	23,7	21,41
Skala 1, tabung	14,79	12,36	22,44	21,24
Skala 2, tabung	17	16,76	32,31	27,81

Dari hasil analisis dapat dilihat bahwa semua variasi dapat menghasilkan aluminium hidroksida yang memiliki harga antara 11 – 17 % - berat. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa semua variasi dapat digunakan untuk menghasilkan aluminium hidroksida tetapi variasi yang menghasilkan % - berat aluminium hidroksida yang tertinggi yaitu pada skala 2 dan masukan dalam tabung. Dari hasil analisis kandungan aluminium hidroksida ini dapat disimpulkan bahwa variasi antara banyaknya gas CO<sub>2</sub> yang dialirkan dan posisi masukan gas CO<sub>2</sub> akan berpengaruh terhadap aluminium hidroksida yang didapatkan. Semakin banyak gas CO<sub>2</sub> yang dialirkan dalam ekstrak maka akan semakin banyak kandungan aluminium hidroksida yang didapatkan. Sedangkan posisi masukan gas CO<sub>2</sub> dalam tabung akan memberikan pola aliran yang lebih merata ke seluruh ekstrak sehingga akan meningkatkan kandungan aluminium hidroksida yang didapatkan.

Padatan aluminium hidroksida yang didapatkan dari hasil presipitasi merupakan padatan basah yang memiliki kandungan air, sehingga harus diuapkan lebih dahulu kandungan airnya dengan menggunakan oven sampai massanya konstan sebanyak 2 kali. Padatan aluminium hidroksida ini kemudian akan dianalisis kandungan aluminium hidroksidanya dengan menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) yang dilakukan di DISTAMBEN.

#### Proses Presipitasi Dengan Pengadukan

Proses presipitasi pada penelitian utama sebelumnya hanya memvariasikan antara posisi masukan dan laju alir dari gas CO<sub>2</sub>. Setelah dilakukan analisis terhadap padatan Al(OH)<sub>3</sub>, maka didapatkan bahwa skala laju alir 2 dan posisi masukan selang dalam tabung akan memberikan % kandungan Al(OH)<sub>3</sub> yang paling tinggi. Sebagai upaya untuk meningkatkan % kandungan Al(OH)<sub>3</sub> yang dihasilkan maka dilakukan variasi pengadukan saat proses presipitasi berlangsung. Proses pengadukan ini diharapkan dapat menurunkan harga pH *slurry* lebih cepat sehingga Al(OH)<sub>3</sub> yang didapatkan pun akan makin tinggi. Frekuensi pengadukan yang dilakukan saat proses presipitasi ini yaitu 30 kali dalam 30 menit selama 4 jam.

Padatan  $\text{Al(OH)}_3$  yang didapatkan dilakukan analisis % - berat  $\text{Al(OH)}_3$ -nya. Hasil analisis menunjukkan bahwa % - berat  $\text{Al(OH)}_3$  sebesar 12,93 % dan 8,76 % dan menghasilkan *yield* sebesar 22,22 % dan 15,31 %. Dilihat dari % - berat dan *yield*  $\text{Al(OH)}_3$  yang dihasilkan maka dapat disimpulkan bahwa proses presipitasi dengan pengadukan memberikan hasil yang lebih rendah dibandingkan dengan presipitasi tanpa pengadukan. Penurunan % - berat  $\text{Al(OH)}_3$  ini terjadi karena padatan  $\text{Al(OH)}_3$  yang telah terbentuk akan terlarut kembali saat dilakukan pengadukan. Hal ini dapat terjadi karena padatan aluminium hidroksida yang dihasilkan masih dalam bentuk *slurry* yang tidak terlalu keras sehingga jika dilakukan pengadukan maka padatan tersebut akan dapat larut kembali. Selain itu, aluminium hidroksida yang dihasilkan kadarnya tidak terlalu tinggi sehingga pada larutan yang sedikit basa, aluminium hidroksida ini akan dapat terlarut apabila dilakukan pengadukan.

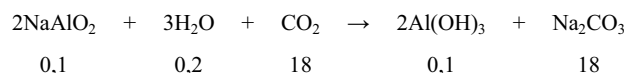
Pada hasil percobaan presipitasi dengan pengadukan juga dilakukan analisis statistik untuk mendukung hasil analisis laboratorium. Analisis statistik yang digunakan yaitu dengan metode Duncan dan pada tingkat kepercayaan 95 % didapatkan hasil bahwa presipitasi dengan pengadukan tidak akan berpengaruh secara signifikan terhadap % - berat  $\text{Al(OH)}_3$  yang didapatkan.

#### Perbandingan Stoikiometri dan Hasil Percobaan

Pada reaksi pembentukan natrium aluminat ( $\text{NaAlO}_2$ ) dan reaksi pembentukan aluminium hidroksida dilakukan perhitungan stoikiometri untuk mengetahui perbandingan massa  $\text{Al(OH)}_3$  hasil perhitungan dengan massa  $\text{Al(OH)}_3$  yang didapatkan dari hasil percobaan % kelebihan gas  $\text{CO}_2$ , dan untuk mengetahui seberapa besar  $\text{NaOH}$  yang telah bereaksi. Untuk reaksi kesetimbangan pembentukan  $\text{NaAlO}_2$  dapat dilihat dari persamaan reaksi dibawah ini.

	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$+ 2\text{NaOH}$	$\leftrightarrow$	$2\text{NaAlO}_2$	$+ \text{H}_2\text{O}$
Awal	0,066	0,5		-	-
Reaksi	0,066	0,132		0,132	0,066
Sisa	0	0,368		0,132	0,066

Reaksi ini merupakan reaksi stoikiometri dimana mol  $\text{Al}_2\text{O}_3$  didapatkan dari kandungan alumina yang terdapat dalam *spent catalyst* dan mol  $\text{NaOH}$  didapatkan dari massa  $\text{NaOH}$  yang digunakan sebagai pelarut dalam proses ekstraksi *spent catalyst*. Hasil dari persamaan reaksi diatas selanjutnya akan digunakan pada reaksi pembentukan aluminium hidroksida yang persamaan reaksinya dapat dilihat di bawah.



Dari reaksi pembentukan aluminium hidroksida akan didapatkan bahwa massa aluminium hidroksida yang mungkin terbentuk yaitu sebesar 10,33 gram. Hasil ini akan dibandingkan dengan massa aluminium hidroksida yang didapatkan dari hasil percobaan yang dapat dilihat pada tabel 6 dimana. Beberapa data massa  $\text{Al(OH)}_3$  yang didapatkan dari hasil percobaan melebihi massa  $\text{Al(OH)}_3$  dari perhitungan stoikiometri, hal ini terjadi karena massa  $\text{Al(OH)}_3$  dari hasil percobaan masih mengandung sedikit air sehingga massa  $\text{Al(OH)}_3$  yang didapatkan dari hasil percobaan bukan merupakan massa  $\text{Al(OH)}_3$  yang murni. Sedangkan jika massa  $\text{Al(OH)}_3$  hasil percobaan lebih rendah dari massa  $\text{Al(OH)}_3$  perhitungan stoikiometri dikarenakan ada *slurry* yang tumpah saat proses presipitasi berlangsung. Secara keseluruhan, massa  $\text{Al(OH)}_3$  yang didapatkan dari hasil percobaan masih mendekati massa  $\text{Al(OH)}_3$  yang didapatkan dari perhitungan stoikiometri.

Dari perhitungan stoikiometri didapatkan bahwa untuk semua tempuhan gas  $\text{CO}_2$  yang digunakan pada saat proses presipitasi berlangsung yaitu sebesar  $\pm 99$  %. Persen kelebihan gas  $\text{CO}_2$  yang digunakan sangat besar dikarenakan proses presipitasi berlangsung dalam kondisi terbuka sehingga gas  $\text{CO}_2$  yang digunakan untuk mengendapkan natrium aluminat juga terbuang ke lingkungan. Pelarut  $\text{NaOH}$  yang bereaksi saat proses ekstraksi berlangsung dapat diketahui dengan membandingkan hasil yang didapatkan dari perhitungan stoikiometri dengan hasil percobaan yang didapatkan. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa  $\text{NaOH}$  yang bereaksi sekitar 67 – 74 %. Pelarut  $\text{NaOH}$  yang bereaksi cukup tinggi sehingga dapat disimpulkan bahwa hampir semua  $\text{NaOH}$  telah bereaksi untuk mengikat alumina dari *spent catalyst*.

Dari hasil yang didapatkan pada penelitian utama ini maka dapat disimpulkan bahwa *spent catalyst* dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan aluminium hidroksida. Variasi antara laju alir gas  $\text{CO}_2$  dan posisi masukan dari gas  $\text{CO}_2$  akan berpengaruh secara signifikan terhadap aluminium hidroksida yang diperoleh. Pada variasi laju alir gas  $\text{CO}_2$  skala 2 dan posisi masukan dalam tabung akan menghasilkan aluminium hidroksida yang paling tinggi yaitu sekitar 17 % - berat  $\text{Al(OH)}_3$ . Dari perhitungan stoikiometri didapatkan bahwa gas  $\text{CO}_2$  yang digunakan memiliki % kelebihan yang sangat tinggi, untuk mengurangi % kelebihan gas  $\text{CO}_2$  yang terlalu tinggi ini dapat dilakukan dengan melakukan proses presipitasi di dalam suatu ruangan yang tertutup sehingga gas  $\text{CO}_2$  yang digunakan tidak terlalu banyak terbuang ke lingkungan. Selain itu, dari perhitungan

stoikiometri juga didapatkan bahwa NaOH yang bereaksi saat proses ekstraksi yaitu sekitar 67 – 74 %. Pada penelitian ini, perbandingan antara *spent catalyst* dengan pelarut NaOH yang digunakan yaitu 1 : 5. Pelarut NaOH yang digunakan terlalu banyak sehingga untuk dapat meningkatkan % NaOH yang bereaksi maka dapat dilakukan dengan mengurangi pelarut NaOH yang digunakan.

#### **Pemurnian Al(OH)<sub>3</sub> dengan Perbandingan *Spent Catalyst* dan Pelarut NaOH 1 : 3**

Proses pemurnian aluminium hidroksida pada penelitian ini menggunakan perbandingan *spent catalyst* dan pelarut NaOH sebesar 1 : 5 dan mampu menghasilkan aluminium hidroksida sebesar 17 % - berat. Pada nilai perbandingan ini pelarut NaOH yang digunakan terlalu banyak sehingga NaOH masih banyak terdapat dalam ekstrak setelah proses ekstraksi selesai. Pelarut NaOH yang masih banyak terdapat dalam ekstrak ini menyebabkan pada proses presipitasi gas CO<sub>2</sub> tidak secara maksimal menetralkan natrium aluminat menjadi padatan aluminium hidroksida. Oleh karena itu, sebagai usaha untuk meningkatkan jumlah aluminium hidroksida yang didapatkan maka perbandingan *spent catalyst* dan pelarut NaOH diturunkan menjadi 1 : 3. Penurunan jumlah pelarut NaOH yang digunakan diharapkan dapat mengurangi jumlah NaOH berlebih yang terdapat dalam ekstrak, sehingga gas CO<sub>2</sub> dapat lebih maksimal dalam menetralkan natrium aluminat. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa aluminium hidroksida yang didapatkan yaitu sebesar 18,13 % - berat dan 13,85 % - berat. Aluminium hidroksida yang dihasilkan menunjukkan kenaikan apabila dibandingkan dengan hasil sebelumnya yang hanya 17 % - berat. Tetapi hasil ini dianggap belum akurat karena dari hasil *duplo* yang didapatkan, % - berat kandungan aluminium hidroksida memiliki rentang yang terlalu jauh. Sehingga pada proses pemurnian aluminium hidroksida dengan perbandingan *spent catalyst* dan pelarut NaOH 1 : 3 masih harus dilakukan penelitian lebih jauh agar hasil yang didapatkan dapat lebih baik lagi.

#### **Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini, yaitu :

1. *Spent catalyst* dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan aluminium hidroksida.
2. Variasi laju alir gas CO<sub>2</sub> yang digunakan pada tahap presipitasi akan berpengaruh terhadap aluminium hidroksida yang dihasilkan.
3. Semakin banyak aliran gas CO<sub>2</sub> yang digunakan pada tahap presipitasi maka aluminium hidroksida yang dihasilkan makin banyak.
4. Variasi posisi masukan gas CO<sub>2</sub> pada tahap presipitasi akan berpengaruh terhadap aluminium hidroksida yang dihasilkan.

5. Proses pengadukan pada tahap presipitasi tidak akan meningkatkan perolehan aluminium hidroksida.
6. Pengurangan jumlah pelarut NaOH yang digunakan pada proses pemurnian aluminium hidroksida dari *spent catalyst* akan meningkatkan jumlah aluminium hidroksida yang didapatkan.

#### **Daftar Pustaka**

- Othmer, Kirk, *Encyclopedia of Chemical Technology*, 2<sup>nd</sup> ed., vol.1., John Wiley & Sons Inc.,New York.1957.
- Knibbs, N.V.S, *The Industrial Uses of Bauxite*, Ernest Benn Limited, Bouverie House.,London.1928.
- Treybal, Robert.E., *Mass Transfer Operations*, 3<sup>rd</sup> ed.,pp.717-744,Mc Graw-Hill Book Company Inc.,New York.1981.
- Coulson,J.M and Richardson,J.F.,*Particle Technology and Separation Processes*,5<sup>ed</sup>.,pp.502-540.Butterworth-Heinemann.2002.
- Anonim, 2010. *Bayer Process Chemistry*. <http://www.world-aluminium.org> didownload tanggal 31 Januari 2010.
- Anonim, 1999. *How Aluminum is Produced*. <http://www.rocksandminerals.com> didownload tanggal 31 Januari 2010.