

## ALUMINA RECOVERY FROM SOLID WASTE SLUDGE (SWS) PDAM INTAN BANJAR

**Agus Mirwan<sup>\*</sup>, Retno Fitriana Sari, Winda Aryani Prasetyo**  
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat  
Jl. A. Yani Km. 34 Banjarbaru Kalimantan Selatan

<sup>\*</sup>Email corresponding author: agusmirwan@yahoo.com

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Article history:</i> Received: 20-08-2017 Received in revised form: 28-08-2017 Accepted: 10-09-2017 Published: 10-10-2017</p> <hr/> <p><i>Keywords:</i> Alumina SWS PDAM Calcination Leaching</p>	<p><i>Solid Waste Sludge (SWS) PDAM are formed by deposition of solid particles in water that has been given a coagulant such as alum and PAC (Poly Aluminum Chloride). SWS PDAM have the content of alumina (<math>Al_2O_3</math>) is quite high, making it possible to get alumina by recovery process. This research aims to study the process of recovery of alumina from SWS PDAM and determine the condition of the process to obtain optimum alumina.</i></p> <p><i>The process of recovery of alumina from a material divided into three main processes. First process was calcination material to break the complex bonds aluminosilicate contained in the material, in which some compound was added before calcination and to used to bind the compound alum. The second process is the solid-liquid extraction (leaching) that serves to separate the silica and alumina. Silica will precipitate and alumina will dissolve. Next process is the decomposition of hydrolysis, the compound of Al will be heated by adding water so that the hydrated form of alumina.</i></p> <p><i>This research was conducted with several stages. First SWS PDAM is mixed with <math>CaCl_2</math>, by variation ratio of <math>CaCl_2</math>: SWS PDAM are 0,5:1, 1:1 and 1.5:1, then calcined at temperature of 800°C. Calcined particle with size 200 mesh was leached by HCl with variation concentration of 4M, 6M and 8M. Solution was added to 100ml of water and heated to 100ml left. Results were analyzed as %w / w alumina contained in the solution. The results of the best variations made to the recovery of alumina in this study is to use a variation of weight ratio 1:1 <math>CaCl_2</math> and SWS PDAM with HCl concentration on the leaching process of 8M obtained alumina recovery percentage 15.68%.</i></p>

## PENGAMBILAN KEMBALI ALUMINA DARI LIMBAH PADAT LUMPUR (LPL) PDAM INTAN BANJAR

**Abstrak-** Limbah Padat Lumpur (LPL) PDAM terbentuk dari proses pengendapan partikel padat dalam air yang telah diberi koagulan seperti tawas dan PAC (Poly Alumunium Chloride). LPL PDAM memiliki kandungan alumina ( $Al_2O_3$ ) yang cukup tinggi, sehingga memungkinkan untuk dilakukannya proses pengambilan kembali (recovery) alumina. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari proses pengambilan kembali alumina dari LPL PDAM dan mengetahui kondisi proses untuk memperoleh alumina secara optimum.

Proses pengambilan kembali alumina dari suatu bahan terbagi menjadi tiga proses utama. Pertama bahan dikalsinasi untuk memutus ikatan kompleks aluminosilikat yang terdapat dalam bahan, dimana sebelum proses kalsinasi ini ditambahkan senyawa yang digunakan untuk mengikat alum. Proses yang kedua adalah ekstraksi padat-cair (leaching) yang berfungsi memisahkan silika dan alumina. Silika akan mengendap dan alumina akan larut. Proses yang terakhir adalah dekomposisi hidrolisis, senyawa Al akan dipanaskan dengan penambahan air sehingga terhidrasi membentuk alumina.

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap. Pertama LPL PDAM ditambahkan  $CaCl_2$ , dengan variasi perbandingan  $CaCl_2$  dengan LPL PDAM sebesar 0,5:1, 1:1 dan 1,5:1, kemudian dikalsinasi dengan suhu 800°C. Hasil kalsinasi dengan ukuran partikel 200 mesh di leaching dengan menggunakan HCl dengan variasi konsentrasi 4M, 6M dan 8M. Larutan ditambahkan 100ml air dan dipanaskan sampai tertinggal 100ml. Hasil kemudian dianalisa %w/w alumina yang terdapat dalam larutan. Hasil penelitian

variasi yang terbaik yang dilakukan untuk recovery alumina pada penelitian ini adalah dengan menggunakan variasi perbandingan berat  $\text{CaCl}_2$  dan LPL PDAM 1:1 dengan konsentrasi HCl pada proses leaching sebesar 8M yakni diperoleh % recovery alumina 15,68%.

**Kata kunci:** alumina, LPL PDAM, kalsinasi, *leaching*.

## PENDAHULUAN

Limbah padat lumpur Perusahaan Daerah Air Minum (LPL PDAM) diperoleh melalui pengolahan air baku yang ditambahkan dengan zat kimia (koagulan) seperti tawas ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ) dan PAC (*Poly Aluminium Chloride*). Penambahan koagulan dalam air baku bertujuan mengikat partikel-partikel pengotor dalam air (Kusnaedi, 2000). Pada umumnya LPL PDAM hanya disimpan dalam bak penampungan sementara dan tidak dilakukan proses lanjutan untuk memanfaatkannya, sehingga LPL PDAM hanya menjadi limbah buangan. Menurut penelitian lanjutan oleh Isma dan Eka (2009), pengolahan LPL PDAM dapat dimanfaatkan sebagai adsorben logam berat. Selain itu LPL PDAM dapat dimanfaatkan sebagai koagulan dalam bentuk tawas cair seperti yang telah dilakukan oleh Sugiantoro (2009) untuk menjernihkan air sungai Barito dan penelitian yang dilakukan Wulandari (2009) dalam upaya menjernihkan air sungai Martapura.

Menurut Suherman (2003), LPL PDAM yang sebagian besar masih mengandung  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , yang dibuang dan ditimbun dalam kolam penampungan sebenarnya dapat diolah kembali menjadi alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Kandungan alumina LPL PDAM dapat dilihat dari pemanfaatannya sebagai koagulan. Berdasarkan hal ini dapat dilakukan proses pengambilan kembali alumina yang biasanya diaplikasikan pada bahan yang mengandung aluminosilikat seperti bijih tambang bauksit, *fly ash* (abu terbang batubara) dan lempung kaolin atau *clay*.

Proses pengambilan kembali alumina dilakukan dengan mengekstraksi padat-cair (*leaching*) LPL PDAM yang telah dikalsinasi. Pada proses pengambilan kembali alumina, sebelum dilakukan kalsinasi dilakukan penambahan  $\text{CaCl}_2$  yang berfungsi sebagai pengikat alumina dari aluminosilikat ( $\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$ ). Pengaruh perbandingan antara  $\text{CaCl}_2$  dengan bahan dasar (*raw material*) mempengaruhi kuantitas dan kualitas dari alumina yang dihasilkan. Pada umumnya rasio massa antara  $\text{CaCl}_2$  dengan bahan dasar mencakup *range* 0,5:1-2:1 (Nehari dkk 1997). Proses *leaching* dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu ukuran partikel, pelarut, temperatur dan agitasi fluida (Richardson 2001). Keuntungan dari aplikasi proses pengambilan kembali alumina pada LPL

PDAM adalah mengurangi jumlah LPL PDAM dan menaikkan nilai ekonomisnya. Alumina yang dihasilkan berguna sebagai koagulan yang dapat digunakan kembali dalam proses pengolahan air baku. Selain itu, alumina merupakan bahan baku pembuatan aluminium.

## Proses Pengambilan Kembali (Recovery) Alumina

Banyak metode dikenal untuk proses *recovery* aluminium dari alumina silika. Secara teknis ada dua metode yang memungkinkan untuk mengkonversi senyawa dari aluminium, terutama mullite atau metakaolinite melalui *leaching* dengan pelarut asam atau senyawa alkali dimana komponen akan larut setelah terjadi pemanggangan atau sintering hidrokimia pada temperatur proses yang tinggi

### - Metode Asam

Salah satu keuntungan utama dari metode asam adalah kemungkinan memisahkan silika jumlah besar di awal proses *leaching*. Tapi keuntungan dapat hanya dapat direalisasikan dalam proses *leaching* asam secara langsung yang cocok pada suhu rendah sehingga membentuk abu terbang/*fly ash* yang mengandung aluminium ke dalam bentuk metakaolinite. Selain itu, *outlet* aliran yang besar dari abu dan agen pembantu (*limestone, lime, asam* atau lainnya) harus dikirim ke proses pemanggangan dan sintering yang memakan daya dilanjutkan ke proses *leaching*.

### - Alkalin metode

Umumnya produksi aluminium saat ini hanya didasarkan pada teknologi basa karena keuntungan sebagai berikut metode ini:

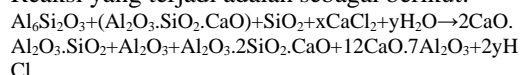
1. Kemurnian dan sifat fisik alumina sesuai dengan persyaratan yang elektrolisis
2. Relatif kecil aliran *pulp* dan *liquor* karena tingginya kelarutan alumina dalam larutan
3. Kurangnya perlunya perlindungan korosi untuk peralatan (Nehari dkk 1997).

Proses pengambilan kembali (*recovery*) alumina secara simultan dari bahan yang mengandung aluminosilikat menjadi alumina murni dan silikat mengikuti langkah-langkah berikut

1. Memanaskan campuran aluminosilikat dan  $\text{CaCl}_2$  hidrat untuk mendapatkan aluminosilikat kalsium silikat dan kalsium alumina produk, dimana  $\text{CaCl}_2$  tidak mengandung  $\text{MgCl}_2$ .

Pada langkah pertama ini, hidrat dari  $\text{CaCl}_2$  direaksikan dengan material yang mengandung aluminosilikat pada temperatur 1000-1100 °C.  $\text{CaCl}_2$  ditambahkan ke material dengan perbandingan atau rasio massa antara 0,5:1-3:1 tergantung pada komposisi fasa dari material dan kandungan alumina. Namun rasio massa yang sering digunakan dalam *range* 0,5:1-2:1. Dan campuran dari aluminosilikat dengan garam  $\text{CaCl}_2$  dikeringkan pada 200–250°C.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Dimana nilai  $x$  dan  $y = 2-4$

(Nehari dkk, 1997).

Kaolin mempunyai dua komponen utama yang sering digunakan di industri dan masyarakat yaitu alumina dan silika. Kaolin mempunyai rumus kimia  $2\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ . Satu partikel kaolin terdiri atas: 39% oksida alumina, 47% oksida silika, dan 14% air. Kaolin akan terurai menjadi komponen-komponen oksidanya yaitu  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan  $\text{SiO}_2$  pada suhu 600-700°C. Kebanyakan alumina diperoleh dari pemurnian bauksit dengan proses Bayer. Karakteristik alumina dan silika, masing-masing dijabarkan ke dalam Tabel 1.

**Tabel 1.** Karakteristik alumina dan silika

Komponen	Silika	Alumina
Nama lain	Silikon dioksida, <i>quartz sand</i>	<i>Calcined alumina reactive</i>
Rumus	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$
Massa molar	60,1 g/mol	101,94 g/mol
Kenampakan	Putih	Putih
Densitas	2,2 g/cm <sup>3</sup> , padat	3,78 g/cm <sup>3</sup> , padat
<i>Hardness</i>	6-7	9
Kelarutan di air	0,012 g / 100 g air	-
Titik leleh	1650 (±75°C)	2072°C
Titik Didih	2230°C	2980°C
Kristalografi	Tetrahedral	Heksagonal

Sumber : (Sukanta dkk 2009)

Alumina dalam batuan ini tergabung dalam senyawa kompleks kaolinite dengan silika bebas (*quartz*) sebagai impuritisnya. Metode pemurnian dapat dilakukan dengan menguraikan senyawa yang ada dalam kaolin. Kaolin tersebut mengandung alumina yang berikatan dengan silika, dan bila kaolin tersebut akan diuraikan, ikatan tersebut harus dipecah terlebih dahulu agar menjadi alumina bebas tanpa ikatan. Cara pemecahan ikatan tersebut adalah dengan pemanasan dan disebut

sebagai kalsinasi. Pemecahan ini biasanya dilakukan pada senyawa kompleks. Dengan pemanasan akan terjadi reaksi zat padat, pengkristalan dan terjadi peleburan ini sehingga ikatan akan terlepas.

Proses kalsinasi dilakukan untuk melepas ikatan senyawa kompleks dalam kaolin tersebut. Bahan yang akan dipecah adalah senyawa kompleks kaolin  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  menjadi  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ . Proses ini juga dimaksudkan untuk menjaga stabilitas termal kaolin dan untuk memperbesar pori-pori permukaannya. Suhu kalsinasi yang lazim digunakan berkisar antara 200-800°C. Agar senyawa kompleks dalam kaolin dapat terpecah harus melalui proses pembakaran dengan suhu melebihi 600°C. Kaolin yang dibakar kurang dari 600°C belum mencapai titik kematangan keramik. Pada pembakaran di bawah suhu 800°C, mineral silika bebas (seperti mineral karbonat) akan berubah pula. Hal ini merupakan akibat dari terbakarnya semua unsur karbon (proses kalsinasi) (Sukanta dkk 2009).

Menurut Cho (1995), berdasarkan eksperimen didapatkan suhu kalsinasi untuk mendapatkan alumina yang maksimal pada kaolin adalah pada suhu 800°C. Hasil eksperimen ditunjukkan tabel di bawah ini:

**Tabel 2.** Perubahan *Yield* Komponen Al Setelah Ekstraksi Berdasarkan Kondisi Kalsinasi dengan Variasi Suhu

<i>Calcination temp. (°C)</i>	500	600	700	800	900	<i>Calcination time : 60 min</i>
<i>Extraction yield of Al Component (wt%)</i>	23	62	81	83	65	

Sumber : (Cho dkk 1995)

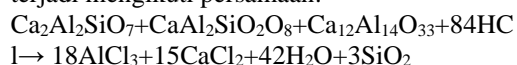
**Tabel 3.** Perubahan *Yield* Komponen Al Setelah Ekstraksi Berdasarkan Kondisi Kalsinasi dengan Variasi Waktu

<i>Calcination time (min)</i>	0	30	60	180	<i>Calcination temp : 700 °C</i>
<i>Extraction yield of Al Component (wt%)</i>	70	75	81	82	

Sumber : (Cho dkk 1995)

2. *Leaching* (ekstraksi padat-cair) produk dengan HCl untuk membentuk yang terdiri dari larutan  $\text{AlCl}_3$ ; silika dan  $\text{CaCl}_2$  yang tidak larut Aluminium dan garam kalsium diekstraksi padat-cair dari kalsium alumina

silikat dengan pelarut HCl 2-8N. Reaksi yang terjadi mengikuti persamaan:

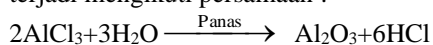


Hasil dari proses ini mungkin terdiri dari beberapa jenis garam selain  $\text{AlCl}_3$  dan  $\text{CaCl}_2$ , yaitu  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{MgCl}_2$  dan logam berat. Residu  $\text{SiO}_2$  dapat dipisahkan dari larutan garam dengan metode yang telah diketahui seperti filtrasi dan dekantasi. Kemurnian dari  $\text{SiO}_2$  biasanya lebih besar dari 97% dan pada *yield* lebih dari 90% (Nehari dkk 1997).

Kondisi optimum untuk ekstraksi komponen Al dari hasil kalsinasi kaolin yaitu dengan menggunakan *hydrochloric acid* (HCl) sebesar 8N pada temperatur 110°C selama 3 jam. Secara stoikiometri rasio mol antara kaolin dan HCl sebesar 1,0. *Yield* hasil ekstraksi dari komponen Al sebesar 90% *weight* pada kondisi ini (Cho dkk, 1995). Menurut penelitian Sobiroh, dkk (2007), kondisi optimum *leaching* abu layang (*fly ash*) dilakukan dengan pelarut HCl 10% dengan perbandingan abu layang dan HCl L/S 25:1. Kemudian dipanaskan dalam penangas air pada suhu 80° C selama 1 jam dan distirer konstan 300 rpm.

### 3. Memisahkan silika larut dari solusi dan $\text{AlCl}_3$ mengkristal dari larutan

- Kristalisasi  $\text{AlCl}_3$  dengan reaksi yang terjadi mengikuti persamaan :



Hasil dari reaksi tersebut, berupa  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang dihasilkan dengan kemurnian > 99% dan *yield* > 95%. Dan HCl yang dihasilkan dapat digunakan kembali. Dan besi (Fe) yang terkandung pada *raw material* dapat *direct recovery* dengan *ion exchange* (penukar ion) atau ekstraksi liquid setelah  $\text{AlCl}_3$  dikristalisasi (Nehari dkk 1997). Temperatur transisi dari aluminium heksahidrat agar menjadi kristal  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  berada di bawah 1200°C. Dan alumina yang dihasilkan dari purifikasi *leach liquor* sebesar 99,8% wg (Cho dkk 1995).

Empat tahap pengeringan yang berbeda menghasilkan kemurnian alumina yang berbeda, yaitu (Ziegenhein 1975)

- pemanasan campuran alumina cair-pelarut pada suhu sekitar 300°F selama sekurang-kurangnya sekitar satu jam untuk mendapatkan produk alumina kering yang mengandung sebagian dari sekitar 70 menjadi sekitar 76 persen berat  $\text{Al}_2\text{O}_3$
- pemanasan untuk sekitar 300°F dan secara simultan sebagian produk kering dikontakkan dengan uap superheated

setidaknya sekitar 1 menit untuk mendapatkan alumina kering yang mengandung sekitar 79 sampai 82 persen berat  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;

- kalsinasi alumina kering pada suhu sekitar 800°F selama setidaknya sekitar 4 menit dengan atmosfer inert untuk mendapatkan produk yang mengandung alumina sekitar 86 sampai 90 persen berat  $\text{Al}_2\text{O}_3$
  - pendinginan untuk setidaknya sekitar 300°F dengan atmosfer inert untuk mendapatkan produk yang mengandung kata alumina dari sekitar 86 sampai sekitar 90 persen berat  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dengan karakteristik warna dan property ekstruksi yang diinginkan.
- Menghapus substansi  $\text{MgCl}_2$  dari larutan  $\text{CaCl}_2$  dan mendaur ulang  $\text{CaCl}_2$  untuk digunakan pada langkah 1.

$\text{CaCl}_2$  yang pulih dari proses daur ulang juga harus dimurnikan dari  $\text{MgCl}_2$ , karena banyak sumber aluminosilikat mengandung sejumlah kecil Mg yang larut dalam HCl selama tahap *leaching*. Adanya kandungan  $\text{MgCl}_2$  di dalam  $\text{CaCl}_2$  menurunkan kemurnian silika dan alumina yang hasil *recovery*. Lebih baik,  $\text{MgCl}_2$  akan dihapus melalui presipitasi dengan  $\text{Ca(OH)}_2$ .

Dengan demikian, penggunaan  $\text{CaCl}_2$  yang secara substansial bebas dari Mg pada langkah pemanasan memberikan kontribusi signifikan terhadap rendemen dan kemurnian produk. ini akan mempengaruhi efisiensi dan profitabilitas proses, sehingga secara ekonomi kompetitif (Nehari dkk 1997).

### Ekstraksi padat-cair (*leaching*)

Ekstraksi padat-cair (*leaching*) adalah proses pemisahan zat padat yang terlarut dari campurannya dengan peralatan lain yang tidak larut, dengan menggunakan pelarut. Pemisahan umumnya melibatkan pemutusan yang selektif, dengan atau tanpa difusi. Tetapi pada kasus yang ekstrim dari *simple washing* terdiri dari pertukaran (dengan pengadukan) dari satu cairan interstitial dengan yang lainnya, dimana terjadi pencampuran (Perry, 1997).

*Leaching* merupakan proses peluruhan bagian yang mudah terlarut (*solute*) dari suatu padatan dengan menggunakan suatu larutan (pelarut) pada temperatur dan proses alir tertentu. Proses ini dilakukan untuk mendapatkan bagian yang mudah terlarut karena lebih berharga dari padatannya, misalnya bahan tambang, minyak nabati, dan lain-lain, ataupun untuk

menghilangkan bahan kontaminan yang mudah terlarut dari padatan yang lebih berharga, misalnya pigmen dari kontaminan kimiawi yang bisa atau mudah dilarutkan (Treybal, 1980).

#### METODE PENELITIAN

Pengambilan alumina dapat dilakukan dengan tiga tahapan proses, yaitu proses kalsinasi dengan suhu kalsinasi sebesar 800 °C selama 3 jam menggunakan *furnace* kemudian proses ekstraksi padat cair (*leaching*) dengan variasi konsentrasi 4N, 6N dan 8N. Proses yang terakhir adalah proses dekomposisi hidrolisis dengan memanaskan larutan hasil proses *leaching*.

#### Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah tangki berpengaduk, ember, loyang *stainless steel*, *furnace*, *crucible cover*, *screen* (ayakan) ukuran 500 dan 125 *micron*, kuas, propipet, pipet volume ukuran 10 dan 25 mL, labu ukur, *beaker glass* 100, 250, 400 dan 1000 mL, gelas arloji, gelas ukur, sudip, pengaduk gelas, *stopwatch*, neraca analitik, lumpang dan alu, erlemeyer 250 mL, *hot plate stirrer*, kasa, buret 50 mL dan corong.

#### Bahan

Bahan yang digunakan pada percobaan ini adalah Limbah Padat Lumpur PDAM Intan Banjar,  $\text{CaCl}_2$ , larutan HCl 4N, 6N dan 8N, *aquadest*, hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) 30%, amonium hidroksida ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) p.a, NaOH, natrium etilenadiamina tetraasetat (EDTA), seng sulfat ( $\text{ZnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), metil merah, etanol 96%, *xylenol orange* ( $\text{C}_{31}\text{H}_{28}\text{N}_2\text{Na}_4\text{O}_{13}\text{S}$ ), hexametilena tetramina ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4$ ) p.a, Na-asetat, asam asetat, kertas saring, kertas saring Whatman No. 41,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , HF, dan  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$ .

#### Prosedur Penelitian

##### Penurunan Kadar Air dalam Lumpur

Perlakuan awal adalah melakukan perendaman pada lumpur PDAM selama 24 jam kemudian mengeringkan dengan cara dijemur sampai lumpur kering, kemudian dilakukan penggerusan dan pengayakan hingga didapatkan ukuran lumpur kering 500 *micron*.

##### Proses Kalsinasi

Proses kalsinasi dilakukan dengan mencampurkan lumpur kering dengan padatan  $\text{CaCl}_2$  dengan variasi perbandingan massa  $\text{CaCl}_2$  dengan massa lumpur kering sebesar 0,5:1, 1:1,

dan 1,5:1. Masing-masing campuran kemudian dikalsinasi dengan pemanasan dalam *furnace* pada suhu 800°C. Kemudian dilakukan penggerusan dan pengayakan hingga didapat ukuran hasil kalsinasi 200 mesh.

##### Proses ekstraksi padat cair (*leaching*)

Proses ekstraksi dilakukan dengan penambahan 200 ml larutan HCl ke dalam 40 gram hasil kalsinasi dengan variasi konsentrasi larutan HCl sebesar 4 N, 6 N dan 8N. Kemudian dilakukan pengadukan selama 2 jam dengan kecepatan *stirrer* sebesar 300 rpm. Kemudian larutan didekantasi selama 24 jam dan difiltrasi. Filtrat kemudian dipanaskan sampai volume filtrat tertinggal 50 mL.

##### Proses Dekomposisi Hidrolisa

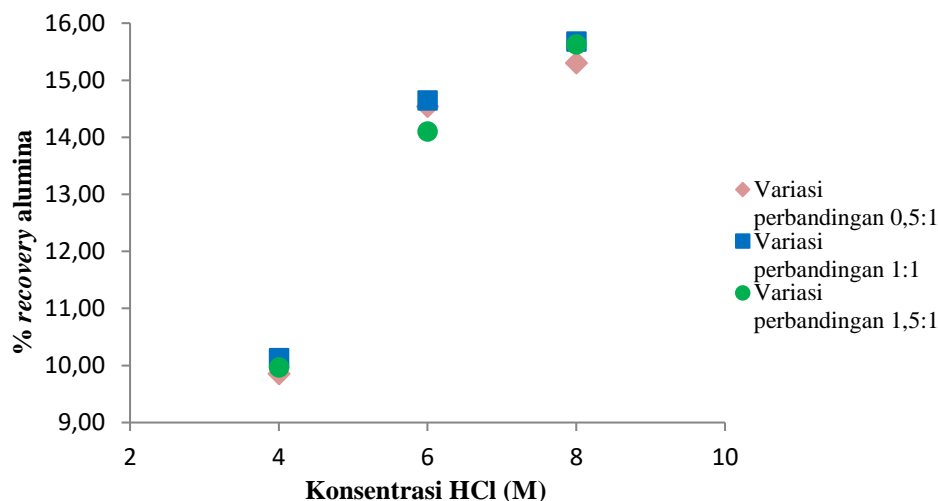
Hasil ekstraksi ditambahkan dengan 100 ml *aquadest* dan dilakukan pemanasan. Pemanasan dihentikan ketika volume larutan tertinggal 100 mL.

##### Uji Sampel (SNI: 13-662-2001)

Pada bagian ini, limbah padat lumpur PDAM Intan Banjar dan hasil dekomposisi hidrolisa diuji kadar aluminiumnya menggunakan metode volumetri. 10 mL larutan diencerkan menjadi 50 mL, ditambahkan  $\text{H}_2\text{O}_2$  30% beberapa tetes. Dipanaskan sampai kelebihan  $\text{H}_2\text{O}_2$  menguap. Larutan kemudian ditambahkan larutan NaOH 20% berlebih sampai terbentuk endapan selai putih, kemudian dipanaskan sampai mendidih. Larutan disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman No. 41, kemudian endapan dibilas dengan NaOH 0,2%. Larutan lalu ditambahkan EDTA 30 mL, ditambahkan indikator metal merah 1%, dinetralkan sampai berubah warna antara merah dan kuning. 25 mL larutan penyangga pH 5 sampai pH 5,5 ditambahkan pada larutan, ditambahkan indikator *xylenol orange* 1% dan 50 mg hexametilena tetramina. Larutan dititrasi dengan larutan  $\text{Zn}^{2+}$  sampai berubah warna menjadi merah lembayung. Sebelumnya, blangko larutan EDTA dengan larutan  $\text{Zn}^{2+}$ .

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengamatan dan perhitungan hasil penelitian pengambilan kembali alumina maka dapat dibuat grafik untuk menjelaskan kecenderungan dari berbagai variasi yang dilakukan. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran umum variasi yang optimal dalam pengambilan kembali alumina.



**Gambar 1.** Hubungan % *recovery* alumina dan konsentrasi HCl (variasi perbandingan  $\text{CaCl}_2$  dengan LPL PDAM)

Gambar 1 menunjukkan pengaruh konsentrasi HCl pada proses *leaching* terhadap % *recovery* alumina yang diperoleh pada berbagai variasi perbandingan berat antara  $\text{CaCl}_2$  dan LPL PDAM. % *recovery* ini menunjukkan perbandingan antara banyaknya massa alumina yang dihasilkan dari proses *leaching* dengan massa awal alumina pada LPL PDAM. Perbandingan massa antara  $\text{CaCl}_2$  dan LPL PDAM merupakan rasio jumlah  $\text{CaCl}_2$  dan LPL PDAM yang dicampurkan pada saat awal proses. Secara umum semakin besar konsentrasi HCl pada proses *leaching* maka semakin besar pula % *recovery* alumina yang diperoleh untuk semua variasi perbandingan berat  $\text{CaCl}_2$  dan LPL PDAM. Hal ini sudah sesuai dengan teori yang mengatakan naiknya konsentrasi reaktan akan menaikkan laju reaksi yang mengakibatkan terbentuknya produk yang lebih besar. Pada proses *leaching*, ion  $\text{Cl}^-$  dari HCl mengikat ion  $\text{Al}^{3+}$  dan membentuk  $\text{AlCl}_3$ . Semakin besar konsentrasi pelarut pada proses *leaching* semakin banyak senyawa Al yang mampu diikat ion  $\text{Cl}^-$  sehingga semakin banyak  $\text{AlCl}_3$  yang terbentuk yang kemudian membentuk alumina pada proses dekomposisi hidrolisa dengan penambahan  $\text{H}_2\text{O}$  (*aquades*).

Perlakuan optimum adalah menggunakan variasi perbandingan berat  $\text{CaCl}_2$  dengan LPL PDAM pada variasi 1:1. Hal ini dapat dijelaskan bahwa dalam proses *recovery* alumina itu tergantung pada komposisi fase dari material dan kadar alumina relatifnya. Pada penelitian ini, bahan baku yang digunakan yakni LPL PDAM yang diuji kandungan awal alumina menunjukkan persen massa alumina pada LPL PDAM yang cukup besar yakni sekitar 11,71%. Kadar alumina yang tinggi menyebabkan  $\text{CaCl}_2$  yang digunakan pada variasi 1:1 menghasilkan %*recovery* massa alumina terbesar dan sedikit lebih kecil pada

variasi  $\text{CaCl}_2$ :LPL PDAM sebesar 1,5:1, hal ini menunjukkan  $\text{CaCl}_2$  pada perbandingan 1:1 sudah cukup untuk mengambil kembali alumina secara optimal.

Hal ini sesuai dengan paten yang ditulis oleh Nehari (1997) yang menyatakan bahwa  $\text{CaCl}_2$  yang ditambahkan pada suatu senyawa aluminosilikat pada perbandingan berat 0,5:1-3:1 tergantung pada komposisi fase dari material dan kandungan alumina relatifnya serta konsentrasi mulite dan silika yang merupakan impurities. Secara umum yang lebih baik adalah perbandingan berat 0,5:1-2:1.

Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa variasi yang terbaik yang dilakukan untuk *recovery* alumina pada penelitian ini adalah dengan menggunakan variasi perbandingan berat  $\text{CaCl}_2$  dan LPL PDAM 1:1 dengan konsentrasi HCl pada proses *leaching* sebesar 8M yakni diperoleh % *recovery* alumina 15,68%.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. LPL PDAM mengandung senyawa aluminosilikat yang dapat menghasilkan alumina dari proses *recovery*.
2. Persentase *recovery* alumina yang paling besar adalah 15,68% yang diperoleh pada variasi perbandingan berat  $\text{CaCl}_2$  dan LPL PDAM 1:1 dengan konsentrasi HCl pada proses *leaching* sebesar 8M.
3. Secara umum, penambahan  $\text{CaCl}_2$  tergantung kandungan awal senyawa aluminosilikat yang ada pada bahan.

4. Secara umum, semakin besar besar konsentrasi pelarut pada proses *leaching* maka semakin baik dalam pengambilan kembali alumina.
5. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengambilan kembali alumina yakni komposisi fase dalam material/bahan baku serta kandungan alumina relatifnya.

WULANDARI, PUPUT DAN NOR ANISSA, 2009, *Laporan Penelitian: Upaya Penjernihan Air Dari Sungai Martapura Dengan Memanfaatkan Limbah Padat Lumpur Pdam Sebagai Tawas Cair Menggunakan Metode Koagulasi Dan Flokulasi*, Universitas Lambung Mangkurat : Banjarbaru.

#### DAFTAR PUSTAKA

- CHO, JUNG-HYUN, dkk, 1995, *Extraction of Al Component from Kaolin by the Hydrochloric Acid Leaching*, Korea Research Institute of Chemical Technology: Kangweon
- KUSNAEDI. 2000. *Mengolah Air Gambut dan Air Kotor untuk Air Minum*. Jakarta: PT.Penebar Swadaya
- NEHARI, S., DKK, 1997, *Process Recovery of Alumina and Silika*, United State Patent: USA No.WO 97 22554.
- PERRY, R. H., 1997, “*Perry’s Chemical Engineering Handbook seventh edition*”, Mc Graw Hill Company: New York.
- RICHARDSON, J.F., ET AL., 2001, *Chemical Engineering Particle Technology and Separation Processes*, Butterworth-Heinemann: Oxford.
- SNI 13-6620-2001. *Penentuan Kadar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO dan MgO Contoh Lempung dengan Volumetri*. Badan Standardisasi Nasional.
- SOBIROH, LUTFI DAN EDIANTI, RATNA, 2007, *Sintesis Al-MCM-41 Menggunakan Sumber Silika Abu Layang Batubara PLTU Paiton dengan Variasi Si/Al*, Institut Teknologi Sepuluh November : Surabaya.
- SUGIANTORO, 2009, *Laporan Penelitian: Upaya Penjernihan Air Dari Sungai Barito Dengan Memanfaatkan Limbah Padat Lumpur Pdam Sebagai Tawas Cair Menggunakan Metode Koagulasi Dan Flokulasi*, Universitas Lambung Mangkurat : Banjarbaru.
- SUHERMAN DAN BUDIYONO, 2003, *Upaya Minimalisasi Kebutuhan Koagulan di PDAM*, Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia : Yogyakarta
- SUKANTA, dkk, 2009, *Pemecahan Senyawa Kompleks dalam Kaolin dan Pengambilan Alumina dengan Metode Kalsinasi dan Elutriasi*, Universitas Gajah Mada : Yogyakarta
- SUTRISNO, 1987, *Teknologi Penyediaan Air Bersih*, Bina Aksara : Jakarta.
- TREYBAL, R.E., 1981, *Mass-Transfer Operations*, Mc Graw Hill Company : Singapura