

PROSES HIDROLISIS LARUTAN NATRIUM ALUMINAT DENGAN MENGGUNAKAN BIANG ALUMINIUM HIDROKSIDA

Hydrolysis of Sodium Aluminate using Aluminium Hydroxide Seed

HUSAINI, SUGANAL, KUKUH N. HIDAYAT dan STEFANUS S. CAHYONO

Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara
Jalan Jenderal Sudirman 623 Bandung 40211
Telp. (022) 6030483, Fax. (022) 6003373
e-mail: husaini@tekmira.esdm.go.id

ABSTRAK

Aluminium hidroksida [$Al(OH)_3$] dapat dihasilkan melalui hidrolisis garam-garam aluminium. Metode pengendapannya dapat dilakukan melalui beberapa cara, antara lain dengan penambahan asam dan penambahan *seed* $Al(OH)_3$. Pada penelitian ini, hidrolisis larutan natrium aluminat menghasilkan aluminium hidroksida dilakukan dengan menggunakan penambahan *seed* $Al(OH)_3$. Larutan natrium aluminat yang digunakan diperoleh dari hasil *digesting* bauksit dengan NaOH dan *seed* $Al(OH)_3$ yang sudah dimurnikan dengan hidrosiklon. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan kondisi yang optimum dari proses hidrolisis larutan natrium aluminat menggunakan *seed* $Al(OH)_3$ dengan variasi waktu dan konsentrasi Al_2O_3 dalam larutan natrium aluminat. Kondisi hidrolisis optimum dicapai dengan menggunakan *seed* sebanyak 41,32 kg untuk volume larutan natrium aluminat 370L dalam waktu 66 jam pada suhu 50-60°C yang dapat menurunkan kadar alumina (Al_2O_3) dari semula 152,91 g/L dalam larutan awal menjadi 62,51 g/l pada akhir proses atau memberikan persen hidrolisis akhir sebesar 59,12%. Produk $Al(OH)_3$ yang dihasilkan memiliki komposisi 91,15 % $Al(OH)_3$ dan bisa digunakan sebagai bahan baku pembuatan PAC (Poly Aluminium Chloride) sebagai koagulan.

Kata kunci : aluminium hidroksida, *seed*, hidrosiklon, *digesting*, hidrolisis

ABSTRACT

Aluminium hydroxide [$Al(OH)_3$] can be obtained by hydrolysis of aluminium salts. The precipitation method may be conducted through several ways such as acid and seed of $Al(OH)_3$ addition. In this research, hydrolysis was carried out by using sodium aluminate resulting from digesting of bauxite with NaOH and seed which had been refined by hydrocyclone. The purpose of this research is to get hydrolysis optimum condition from the reaction of sodium aluminate solution with $Al(OH)_3$ seed using variation of hydrolysis time and alumina concentration in sodium aluminate solution. The optimum condition of hydrolysis was achieved using 41,32 kg of seed for 370 L of sodium aluminate solution for 66 hours at the temperature between 50-60°C that could reduce alumina content from 152,91 g/L in initial solution to be 62.51 g/L at final process or provided hydrolysis percentage of 59,12%. Product of $Al(OH)_3$ had chemical composition of Al_2O_3 91,15% that can be used as a raw material for PAC (Poly Aluminium Chloride) making as coagulant.

Key words: aluminium hydroxide, seed, hydrocyclone, digesting, hydrolysis

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki beraneka ragam mineral yang tersebar di berbagai wilayah Kepulauan Nusantara, salah satunya adalah bauksit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$). Dari data Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), jumlah keseluruhan sumber daya bijih bauksit di Indonesia mencapai 3,6 milyar ton dengan jumlah cadangan bauksit mencapai 1,2 milyar ton (Pusat Sumber Daya Geologi, 2015). Dalam upaya mendapatkan hasil yang optimal, bauksit perlu ditingkatkan kadarnya dengan cara pencucian dan *scrubbing* untuk menghilangkan pengotornya, karena pengotor ini dapat mengurangi kapasitas pengolahan dan pemanfaatan bauksit (Husaini *dkk.*, 2015). Bijih bauksit dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang, salah satunya adalah sebagai bahan baku pembuatan koagulan untuk penjernihan/pemurnian air (*water purification*) (Yilmaz *dkk.*, 2015). Koagulan yang dapat dihasilkan dari bahan baku bauksit antara lain aluminium sulfat (tawas), fero sulfat, dan poli aluminium klorida (PAC). PAC dapat dibuat dari bijih bauksit setelah bijih bauksit tersebut diubah menjadi alumina hidrat melalui proses *digesting* dan hidrolisis (Husaini *dkk.*, 2015). Sampai saat ini ketersediaan alumina hidrat sebagai salah satu bahan baku utama untuk pembuatan koagulan masih belum banyak diproduksi di dalam negeri. Oleh karena itu, pada penelitian ini telah dilakukan proses hidrolisis larutan natrium aluminat dengan menggunakan biang untuk mendapatkan alumina hidrat yang memiliki kualitas yang baik.

Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya yaitu pembuatan larutan natrium aluminat melalui *digesting* bauksit dengan soda kostik pada skala pilot (Husaini *dkk.*, 2013). Proses *digesting* bauksit dengan larutan NaOH pada konsentrasi tertentu (150-200 g/L) merupakan rangkaian dari process Bayer yang dioperasikan mulai suhu 120 °C sampai dengan 270°C yang tergantung pada jenis bauksitnya. Di bawah kondisi tersebut, sebagian besar kandungan aluminium dalam bijih bauksit akan larut yang menghasilkan larutan natrium aluminat, dan padatan tidak larut akan menjadi *red mud* (Abdel-Aal, 2016). Bauksit juga dapat dilarutkan dalam asam pada temperatur relatif tinggi ($\geq 180^\circ\text{C}$) dan tekanan rendah (≤ 30

bar) (Rüdel *dkk.*, 2011). Dalam pelarutan bauksit dengan asam, logam-logam yang terkandung dalam bijih bauksit seperti alumina, oksida besi akan terlarut, akan tetapi logam-logam dalam bijih bauksit tidak dapat larut dalam air atau pelarut organik (Koki, 2015).

Larutan natrium aluminat termasuk garam-garam aluminium, aluminat, alkohol dan dari logam aluminium dapat diproses lebih lanjut menjadi aluminium hidroksida $[\text{Al}(\text{OH})_3]$ melalui proses pengendapan atau hidrolisis (Bray, 2017). Dalam proses hidrolisis ini, adanya perubahan kesetimbangan ion hidrogen menyebabkan terjadinya reaksi asam atau basa di dalam larutan (Nazarov, 2016). Metode pengendapan $\text{Al}(\text{OH})_3$ dari garamnya dapat dilakukan dengan penambahan amonia, atau dari larutan natrium aluminat yang ditambahkan asam ke dalamnya (Metson, 2011).

Ada beberapa penelitian mengenai pembentukan alumina hidrat, salah satunya adalah pengendapan alumina hidrat dengan melalui sistem *supersaturated* dengan asam nitrat (Dimitrios dan Athina, 2005). Pada penelitian tersebut diperoleh hasil, bahwa secara umum alumina hidrat (bayerit) terbentuk seketika setelah penambahan larutan asam nitrat dan secara berangsur-angsur dapat membentuk gipsit.

Aluminium hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$ juga dapat diperoleh dengan menambahkan formalin ke dalam larutan natrium aluminat pada suhu kamar atau titik didihnya selama 5-30 menit dan diaduk secara tetap, kemudian diendapkan selama 5-40 menit. $\text{Al}(\text{OH})_3$ kering diperoleh dari hasil filtrasi dengan cara dicuci dengan aseton dan dipanaskan dalam *furnace* pada suhu 250°C (Hayrapetyan *dkk.*, 2006). Dari berbagai penelitian tersebut dapat dilihat, bahwa rangkaian proses pembuatan alumina hidrat cukup rumit karena itu pada penelitian ini mencoba mencari alternatif lain dengan menggunakan biang dari $\text{Al}(\text{OH})_3$ itu sendiri.

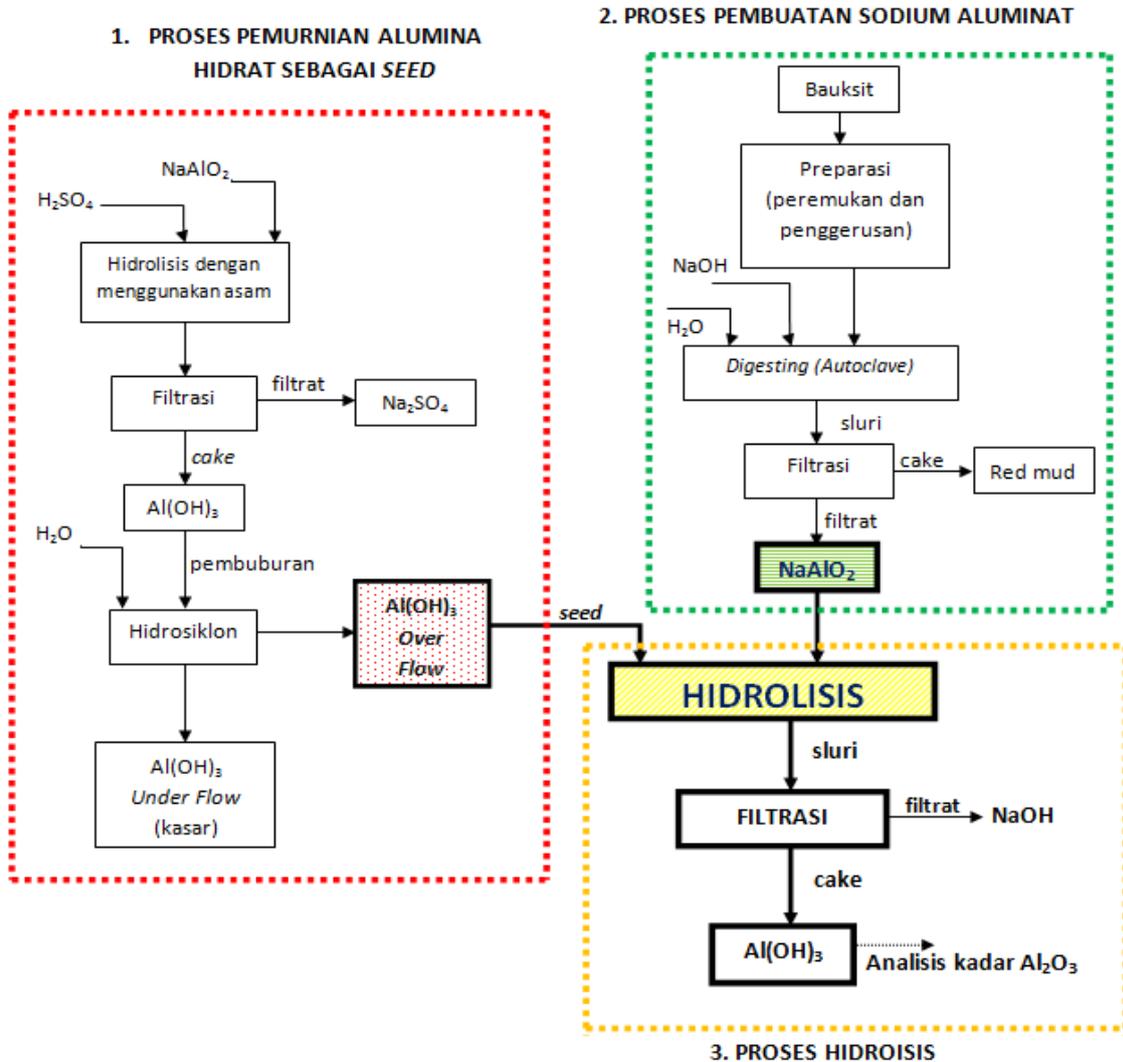
Biang yang digunakan pada proses hidrolisis larutan natrium aluminat ini berfungsi sebagai inti kristal untuk mengendapkan $\text{Al}(\text{OH})_3$ dari larutan tersebut. Jumlah produk $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang dihasilkan akan semakin banyak dengan penambahan biang ini. Dari berbagai hasil

penelitian menunjukkan, bahwa penggunaan biang dalam suatu proses hidrolisis cukup berpengaruh, seperti pada penelitian hidrolisis polisakarida dengan menggunakan biang asam jawa (*tamarind*). *Tamarind* tersebut dapat menghasilkan silosa yang kemudian dapat dirubah menjadi xylitol (González-Hernández dkk., 2017).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan kondisi hidrolisis larutan natrium aluminat yang optimum dengan menggunakan biang

$Al(OH)_3$. Dalam penelitian ini, larutan natrium aluminat yang digunakan diperoleh dari *digesting* bauksit dengan $NaOH$, sedangkan biang diperoleh dari hidrolisis larutan natrium aluminat dengan asam sulfat yang sudah melalui proses pencucian dan pemurnian menggunakan hidrosiklon. Percobaan hidrolisis dengan menggunakan biang $Al(OH)_3$ ini dilakukan dengan memvariasikan waktu, kualitas biang dan konsentrasi natrium aluminat.

METODOLOGI



Gambar 1. Bagan alir proses hidrolisis dengan biang alumina hidrat

Percobaan hidrolisis ini dilakukan dalam tiga tahap, yaitu proses pemurnian $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang digunakan sebagai biang, penyiapan larutan natrium aluminat, dan hidrolisis larutan natrium aluminat dengan menggunakan biang yang telah dibuat.

Pemurnian Alumina Hidrat untuk Biang

Alumina hidrat yang digunakan sebagai biang diperoleh dari proses hidrolisis natrium aluminat dengan asam sulfat setelah dimurnikan terlebih dahulu (Husaini *dkk.*, 2013). Proses pemurnian alumina hidrat dilakukan dengan cara melarutkan pengotor yang menempel pada permukaannya menggunakan air. Alumina hidrat dicampur dengan air dengan persen solid tertentu (5-10%) kemudian dimasukkan ke dalam *sump*, dan disirkulasi di dalam *sump* tersebut dengan menggunakan pompa agar sluri menjadi homogen. Setelah itu sluri dalam *sump* dipompa melalui hidrosiklon dengan laju alir tertentu, sehingga terjadi pemisahan antara alumina berbutir halus (masuk aliran atas) dan berbutir relatif kasar (masuk aliran bawah) yang sekaligus melarutkan kandungan pengotor. Alumina hidrat pada bagian *over flow* (berbutir halus) inilah yang selanjutnya digunakan sebagai biang dalam proses hidrolisis.

$\text{Al}(\text{OH})_3$ yang digunakan sebagai biang dalam penelitian ini dimurnikan terlebih dahulu dengan cara pencucian lewat hidrosiklon. *Hydrocyclone* bekerja dengan memanfaatkan interaksi dua gaya yang berlawanan, yaitu gaya sentrifugal dan gaya sentripetal (Hsu, Wu dan Wu, 2011). Adanya dua gaya yang saling berlawanan tersebut menyebabkan partikel-partikel akan terpengaruh sesuai dengan ukuran serta berat jenis partikel. Partikel berukuran kasar dan berat jenis tinggi akan keluar dari bagian bawah (*under flow*) dan partikel yang berukuran halus dan ringan akan keluar dari bagian atas (*over flow*) dari hidrosiklon dan percobaan ini dilakukan sebanyak 3 kali. Produk aliran atas tersebut digunakan sebagai biang pada penelitian ini, karena memiliki kemurnian yang lebih tinggi yaitu memiliki kadar 96,51% Al_2O_3 dibandingkan dengan produk aliran bawah yang memiliki kadar 95,59% Al_2O_3 yang

merupakan hasil pemisahan dari hidrosiklon. Penggunaan biang pada penelitian ini adalah untuk memperpendek waktu hidrolisis dan meningkatkan produk $\text{Al}(\text{OH})_3$ saat hidrolisis berlangsung.

Penyiapan Larutan Natrium Aluminat

Proses pembuatan larutan natrium aluminat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut: bauksit dipreparasi dengan cara diremuk, digerus, setelah itu dilarutkan (*digesting*) di dalam *autoclave* dengan mencampurkan NaOH dan air ke dalamnya. Hasil *digesting* ini berupa sluri yang merupakan campuran larutan natrium aluminat dengan *red mud*. Untuk memisahkan larutan natrium aluminat dari *red mud*, sluri dipompa melalui filter press, sehingga didapat larutan natrium aluminat jernih yang digunakan sebagai bahan baku untuk proses hidrolisis.

Proses Hidrolisis Larutan Natrium Aluminat

Bahan baku yang digunakan meliputi biang dari hasil pemurnian aluminium hidrat, larutan natrium aluminat dan air dalam perbandingan tertentu. Proses hidrolisis ini dilakukan dengan cara memasukkan larutan natrium aluminat dan air dengan volume dan kadar Al_2O_3 tertentu ke dalam tangki hidrolisis, setelah itu biang dimasukkan ke dalam reaktor yang berisi larutan tersebut dan dipanaskan pada suhu $\pm 70^\circ \text{C}$ dalam keadaan teraduk dan dibiarkan selama 72 jam. Suhu dipertahankan agar tidak melebihi 100°C , karena alumina hidrat akan kembali membentuk natrium aluminat (Yeboah *dkk.*, 2014). Selama proses berlangsung, percontoh dalam reaktor diambil dalam selang waktu tertentu (tiap 3 jam atau 6 jam) dengan konsentrasi umpan yang berbeda untuk dianalisis kandungan Al_2O_3 nya, sehingga tingkat penurunan kadar Al_2O_3 nya dapat diketahui. Analisis kimia dilakukan setelah sluri disaring dengan menggunakan *filter press*. Sedangkan untuk padatannya dikeringkan dan ditimbang. Adapun rumus untuk perhitungan hidrolisisnya adalah sebagai berikut :

$$\% \text{Hidrolisis} = \frac{[\text{Al}_2\text{O}_3 \text{ umpan} - \text{Al}_2\text{O}_3 \text{ dalam filtrat saat sampling}] \times 100\%}{\text{Al}_2\text{O}_3 \text{ dalam umpan}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemurnian Alumina Hidrat untuk Biang

Pada penelitian ini, alumina hidrat yang akan digunakan sebagai biang perlu dimurnikan terlebih dahulu.

Alumina hidrat yang digunakan sebagai biang pada proses hidrolisis harus memiliki kualitas yang baik, terutama kadar alumina dan ukuran butirnya. Untuk mendapatkan kualitas biang yang baik, proses pemurnian alumina hidrat dengan menggunakan hidrosiklon telah dilakukan yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1. Kadar alumina dalam alumina hidrat dapat ditingkatkan dari semula sekitar 58,70% menjadi 62,79-63,1% Al_2O_3 pada produk aliran atas (*over flow*) dan 59-62,5% Al_2O_3 pada aliran bawah (*under flow*). Dalam proses pemurnian alumina hidrat ini digunakan air sebagai media pencuci, sehingga semua pengotor yang menempel pada permukaan alumina hidrat seperti NaOH, $NaAlO_2$, dan pengotor lainnya akan terbuang, dan terpisah dari produk baik *over flow* maupun *under flow*-nya. Berdasarkan neraca massa, kandungan alumina dalam alumina hidrat yang digunakan sebagai umpan (*feed*) terjadi kenaikan kadar Al_2O_3 mencapai 61,59-62,58%. Hal ini karena kandungan pengotor yang sudah terbuang tidak diperhitungkan lagi dalam perhitungan neraca masa ini. Meskipun pengotor tidak sepenuhnya dapat dipisahkan selama proses namun dapat berpengaruh terhadap hasil akhir atau produk (Hsu, Wu dan Wu, 2011). Pengotor juga bisa dipengaruhi oleh variabel operasi hidrosiklon antara lain: tekanan operasi, laju alir umpan, densitas padatan, persen padatan, densitas media *liquid*, dan viskositas media cairan (Nirwansyah, 2014). Kondisi atau ukuran partikel umpan perlu diperhatikan dalam pencucian ini, karena ukuran partikel sangat mempengaruhi efisiensi pemisahan hidrosiklon (Hsu, Wu dan Wu, 2011). Dari hasil pencucian ini didapat data bahwa produk aliran atas dari hidrosiklon memiliki ukuran butir lebih halus dan kadar alumina yang lebih tinggi dibandingkan dengan produk aliran bawahnya, sehingga lebih cocok untuk digunakan sebagai biang pada proses hidrolisis.

Penyiapan Larutan Natrium Aluminat

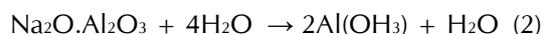
Larutan natrium aluminat yang digunakan merupakan hasil penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya yaitu *digesting* bauksit dengan soda kaustik pada skala pilot. Percobaan *digesting* dilakukan dengan menggunakan bauksit tercuci dan sudah dipreparasi terlebih dahulu sampai berukuran -150 mesh.

Sluri yang dihasilkan difiltrasi menghasilkan larutan natrium aluminat dan *red mud*. Larutan yang dihasilkan memiliki berat jenis berkisar 1,050-1,077 g/mL dengan pH sekitar 13. Baik umpan, larutan maupun *red mud* nya selanjutnya dianalisis kandungan Al_2O_3 , Fe_2O_3 , SiO_2 , dan TiO_2 . Hasil analisis untuk Fe_2O_3 , SiO_2 , dan TiO_2 dalam *red mud* berada di bawah 15% yang berarti pengotor dalam proses sudah minimum, apabila kandungan dari pengotor tersebut masih di atas 20% maka akan sangat berpengaruh pada proses hidrolisis yang menyebabkan proses hidrolisis rendah. Persen ekstraksi tertinggi diperoleh dengan menggunakan berat NaOH (kemurnian 99%) 36,75 kg (ekses NaOH sekitar 30%) untuk 63 kg bauksit yang menghasilkan persen ekstraksi Al_2O_3 sebesar 75,33%.

Reaksi proses *digesting* bauksit dengan NaOH sebagai berikut:



Reaksi Hidrolisis dengan penambahan biang $Al(OH)_3$ sebagai berikut:



Semakin tinggi berat NaOH yang ditambahkan, persen ekstraksi Al_2O_3 semakin tinggi. Variasi eksek NaOH dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari berat NaOH terhadap persen hidrolisis yang akan dihasilkan (Husaini dkk., 2011).

Proses Hidrolisis Larutan Natrium Aluminat

Hasil hidrolisis larutan natrium aluminat untuk pengambilan percontoh tiap 6 jam pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar alumina dalam alumina berfluktuatif. Hal ini disebabkan oleh terlarutnya kembali alumina

hidrat yang sudah terbentuk dengan NaOH yang ada dalam larutan natrium aluminat pada kondisi suhu percobaan. Konsentrasi alumina pada percobaan ini turun dari 166,4 g/l menjadi 62,5 g/l, hal ini terjadi karena pengaruh dari eksek NaOH yang digunakan. Untuk mengetahui pengaruh dari eksek NaOH yang digunakan dalam proses hidrolisis ini, dilakukan percobaan hidrolisis

kedua dengan menambah jumlah eksek NaOH dan dengan variasi pengambilan percontoh yang berbeda yaitu setiap 3 jam.

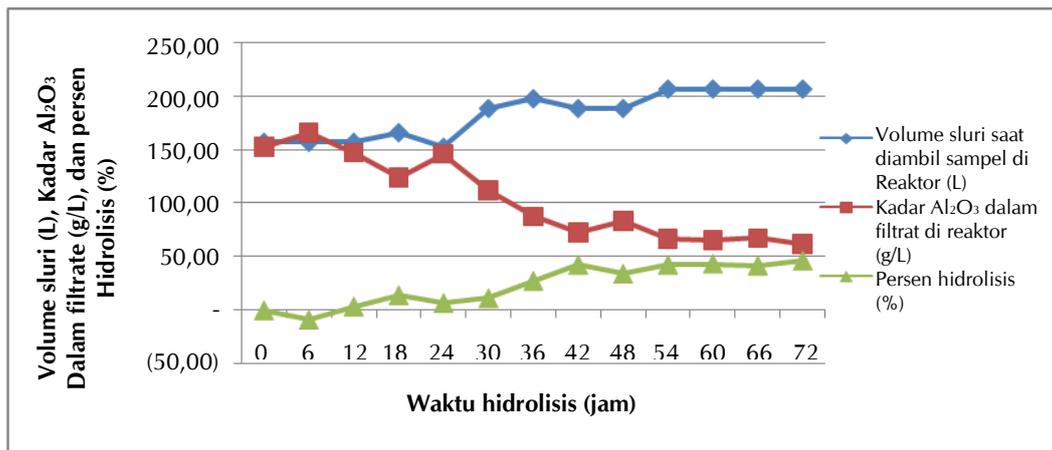
Pada penelitian ini proses hidrolisis dilakukan dengan memvariasikan waktu pengambilan percontoh. Hasil data percobaan dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 1. Percobaan hidrosiklon untuk pemurnian biang

No	Data yang diperoleh	No. Percobaan		
		P1	P2	P3
	Umpan (kg)			
1	Berat basah (kg)	60,80	85,26	72,67
2	Kadar air (%)	37,10	43,29	46,93
3	Berat kering (Kg)	38,24	48,35	38,57
4	- Kadar Al ₂ O ₃ dalam umpan (%)	62,58	61,59	62,32
5	Air (L)	80,88	75,83	80,72
	Kondisi Proses			
6	% Solid	32	38,9	32,3
7	Waktu (menit)	6,4	8,5	8,5
8	Laju alir (L/menit)	15,63	11,76	11,76
	Hasil Proses			
	<i>Over Flow</i>			
9	Produk Halus (<i>Over flow</i>) (kg)→ untuk Biang	72,5	51	52
10	- Kadar air dalam OF (%)	14,61	59,97	54,28
11	- Berat OF kering (kg)	10,59	30,59	28,22
12	- Kadar Al ₂ O ₃ dalam OF (%)	62,79	63,1	63,1
13	- Berat Al ₂ O ₃ dalam OF kering (kg)	6,65	19,30	17,81
14	- Kemurnian Al(OH) ₃ dalam OF (%)	96,03	96,51	96,51
	<i>Under Flow</i>			
15	Produk Kasar (<i>Under flow</i>) (kg)	73	51	17
16	- Kadar air under flow (%)	37,88	34,84	60,84
17	- Berat UF kering (kg)	27,65	17,77	10,34
18	- Kadar Al ₂ O ₃ dalam UF (%)	62,5	59	60,2
19	- Berat Al ₂ O ₃ dalam UF kering (kg)	17,28	10,48	6,23
20	- Kemurnian Al(OH) ₃ dalam UF (%)	95,59	90,24	92,07

Tabel 2. Percobaan hidrolisis dengan menggunakan biang selama 72 jam dengan frekuensi pengambilan percontoh tiap 6 jam

No	Suhu sluri dalam reaktor (°C)	Lama proses (jam)	Kadar Al ₂ O ₃ dalam filtrat di reaktor (g/L)	Persen hidrolisis (%)
1	25	0	152,91	0,00
2	80-90	6	166,40	-8,82
3	80-90	12	147,60	3,47
4	80-90	18	124,30	14,01
5	80-90	24	142,80	9,31
6	70-90	30	112,80	11,31
7	60-78	36	88,00	27,48
8	60-60	42	73,30	42,37
9	60-60	48	83,80	34,11
10	59-60	54	66,30	42,86
11	59-59	60	65,70	43,38
12	59-60	66	62,20	46,39
13	60-61	72	62,50	46,13



Gambar 2. Hasil percobaan hidrolisis dengan biang (frekuensi pengambilan percontoh tiap 6 jam)

Dari Gambar 2 terlihat bahwa kadar Al₂O₃ dalam larutan natrium aluminat berfluktuasi dan cenderung menurun, hal ini terjadi karena terlarutnya kembali alumina hidrat. Persen hidrolisis yang didapatkan terlihat semakin tinggi pada akhir hidrolisis, ini merupakan pengaruh dari eksekusi NaOH yang digunakan sekitar >15%. Volume sluri naik karena penambahan air yang bertujuan untuk membantu proses hidrolisis dan menjaga konsentrasi NaOH agar tidak pekat akibat penguapan. Apabila konsentrasi NaOH pekat maka akan melarutkan kembali Al₂O₃ yang telah terbentuk menjadi natrium aluminat.

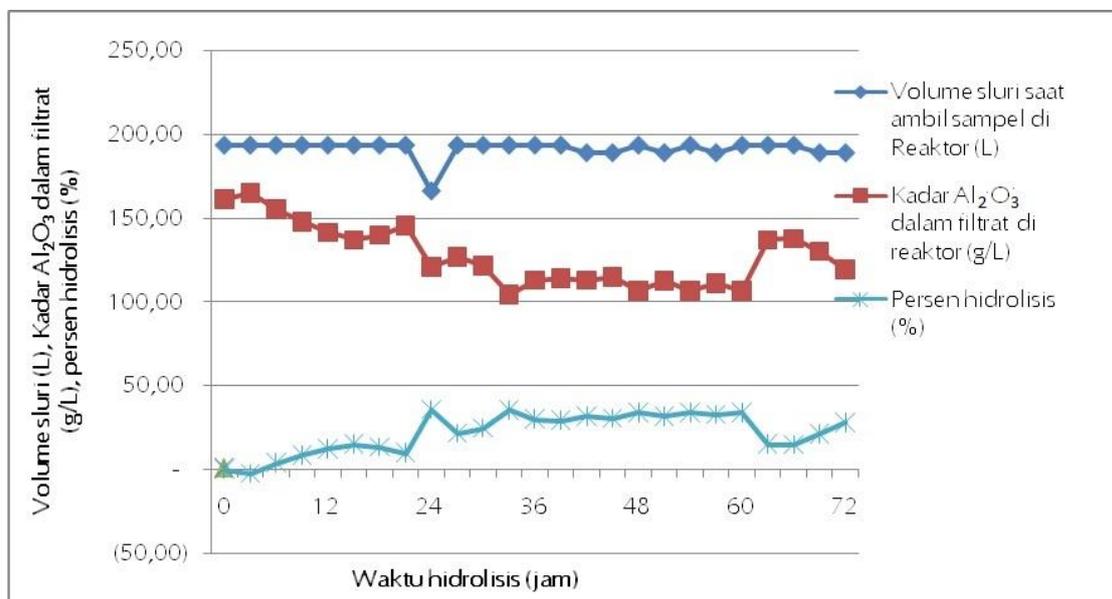
Data hasil percobaan kedua pada Tabel 3, menunjukkan hasil pengambilan percontoh tiap 3 jam. Pada percobaan hidrolisis yang pertama (Tabel 2), konsentrasi alumina dalam larutan turun dari 166,4 g/L menjadi 62,5 g/L setelah proses hidrolisis berlangsung 72 jam. Sedangkan pada percobaan kedua (Tabel 3), konsentrasi alumina pada akhir hidrolisis

setelah 72 jam, hanya dapat diturunkan dari 161,3 g/L menjadi 119,21g/L. Kedua percobaan ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa untuk proses presipitasi aluminat, hidrolisis dilakukan pada kisaran suhu antara 55 - 60°C, dan rentang waktu 50-72 jam (Matori *et al.*, 2012). Persen hidrolisis pada percobaan kedua lebih rendah dibandingkan dengan percobaan pertama. Hal ini disebabkan oleh eksekusi NaOH pada larutan natrium aluminat yang digunakan pada percobaan ke dua lebih tinggi dibandingkan dengan yang digunakan pada percobaan pertama yaitu masing-masing >30% dan 15%. Jadi jelas bahwa eksekusi NaOH yang terlalu berlebihan pada saat proses *digesting* berlangsung, larutan natrium aluminat yang dihasilkan kurang baik untuk dihidrolisis dengan menggunakan biang walaupun dengan eksekusi NaOH yang lebih tinggi pada proses *digesting* memberikan persen ekstraksi alumina yang lebih tinggi.

Tabel 3. Percobaan hidrolisis menggunakan biang selama 72 jam dengan frekuensi pengambilan percontoh tiap 3 jam

No	Suhu sluri dalam reaktor (°C)	Lama proses (jam)	Kadar Al ₂ O ₃ dalam filtrat di reaktor (g/L)	Persen hidrolisis (%)
1	25-60	0	161,3	0,00
2	60	3	165,11	2,36
3	60	6	155,23	3,76
4	58	9	147,58	8,50
5	60	12	141,53	12,26
6	52	15	137,06	15,03
7	58	18	139,93	13,25
8	56	21	145,67	9,69
9	54	24	120,81	35,65

No	Suhu sluri dalam reaktor (°C)	Lama proses (jam)	Kadar Al ₂ O ₃ dalam filtrat di reaktor (g/L)	Persen hidrolisis (%)
10	60	27	126,86	21,35
11	58	30	121,44	24,71
12	53	33	104,23	35,38
13	52	36	112,84	30,04
14	60	39	114,11	29,25
15	57	42	112,84	31,69
16	58	45	114,75	30,53
17	58	48	106,46	34,00
18	59	51	112,52	31,88
19	58	54	106,46	34,00
20	58	57	110,93	32,84
21	56	60	106,46	34,00
22	62	63	137,06	15,03
23	62	66	137,70	14,63
24	56	69	130,05	21,27
25	56	72	119,21	27,83



Gambar 3. Hasil percobaan hidrolisis dengan biang (frekuensi pengambilan percontoh tiap 3 jam)

Dari Gambar 3 terlihat bahwa kadar Al₂O₃ dalam larutan natrium aluminat juga berfluktuasi dan cenderung menurun sama dengan percobaan pertama. Ada penambahan air pada sluri di percobaan kedua ini namun jumlahnya tidak sebanyak pada percobaan pertama. Hal ini dilakukan untuk melihat pengaruh dari kepekatan NaOH terhadap persen hidrolisis. Terbukti bahwa pada percobaan kedua lebih rendah dibandingkan dengan percobaan pertama, karena Al₂O₃ terlarut kembali menjadi natrium aluminat. Hal itu dapat dilihat pada jam ke 24, volume sluri turun yang menyebabkan kadar Al₂O₃ menurun.

Hasil akhir percobaan hidrolisis dengan biang setelah 72 jam, baik untuk frekuensi pengambilan percontoh setiap 3 jam maupun 6 jam dapat dilihat pada Tabel 4. Percobaan pertama, kondisi percobaannya dapat dilihat pada Tabel 3 yang menghasilkan produk alumina hidrat sebesar 12,59 kg (di luar berat biang yang ditambahkan) atau memberikan persen hidrolisis sebesar 59,82%. Sedangkan untuk percobaan kedua menghasilkan produk alumina hidrat sebesar 22,22 kg (di luar berat biang yang ditambahkan) atau memberikan persen hidrolisis sebesar 46,63%.

Tabel 4. Hasil akhir percobaan hidrolisis dengan biang setelah 72 jam

No	Data yang diperoleh	No. Percobaan	
		Pertama	Kedua
1	Frekuensi pengambilan sampel	6 jam	3 jam
2	Berat produk + biang Al(OH) ₃ basah (kg)	124	124
3	Kadar air produk Al(OH) ₃ (%)	51,87	45,49
4	Berat produk + biang Al(OH) ₃ kering (kg)	53,91	67,59
5	Kadar Al ₂ O ₃ dalam produk Al(OH) ₃ kering (%)	59,60	58,70
6	Volume sisa filtrat (L)	52,00	164,66
7	Kadar Al ₂ O ₃ dalam filtrat sisa (g/L)	62,00	119,21
8	Berat biang yang digunakan (kg)	41,32	45,88
9	Berat produk Al(OH) ₃ kering (kg)	12,59	22,22
10	Berat Al(OH) ₃ dalam <i>feed</i> (kg)	21,05	47,65
11	Persen hidrolisis (%)	59,82	46,63

KESIMPULAN

Larutan natrium aluminat yang diperoleh dari berbagai penambahan NaOH berlebih masih dapat dihidrolisis dengan mudah dengan cara mengatur banyaknya asam sulfat yang dibutuhkan. Sedangkan untuk hidrolisis dengan menggunakan biang, selain kualitas biang harus baik, kondisi larutan natrium aluminat juga sangat berpengaruh. Bila kelebihan NaOH terlalu tinggi (ekses di atas 30%), agak sulit terjadi hidrolisis. Demikian juga bila kualitas biang kurang baik (kadar rendah dan berukuran butir kasar (60 mesh), proses pengendapan Al(OH)₃ sulit berlangsung. Bila kelebihan NaOH terlalu tinggi, ada kecenderungan alumina hidrat yang sudah terbentuk dapat larut kembali selama proses hidrolisis berlangsung. Hal ini disebabkan proses hidrolisis dilakukan pada suhu antara 60-70°C dalam waktu yang relatif lama (sampai 72 jam), sehingga bila konsentrasi NaOH bebas relatif tinggi, maka NaOH memiliki kemampuan melarutkan kembali Al(OH)₃ yang sudah terbentuk.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Aal, E.-S. A. (2016) "Leaching kinetics of gibbsitic bauxite with sodium hydroxide," in Kowalczyk, P. B. and Drzymala, J. (eds.) *E3S Web of Conferences*, p. 01021. doi: 10.1051/e3sconf/20160801021.
- Bray, E. L. (2017) "Bauxite and alumina," in *Mineral Commodity Summaries 2017*. Reston, Virginia: U.S. Geological Survey, pp. 32–33. Available at: <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/bauxite/mcs-2017-bauxi.pdf>.
- Dimitrios, P. and Athina, K. (2005) "Alumina hydrate precipitates in the system NaAl(OH)₄ (supersaturated)/HNO₃," in *Proceedings of European Metallurgical Conference 2005*, pp. 1–15. Available at: https://www.researchgate.net/publication/234107808_Alumina_hydrate_Precipitates_in_the_system_NaAlOH4_supersaturatedHNO3.
- González-Hernández, J. C., Farías Rosales, L., Zamudio Jaramillo, M. Á., Álvarez-Navarrete, M., Vera Villa, J. C., Martínez Corona, R., Chávez-Parga, M. del C. and Peña, A. (2017) "Chemical hydrolysis of the polysaccharides of the tamarind seed," *Journal of the Mexican Chemical Society*, 56(4), pp. 395–401. doi: 10.29356/jmcs.v56i4.250.
- Hayrapetyan, S. S., Mangasaryan, L. G., Tovmasyan, M. R. and Khachatryan, H. G. (2006) "Precipitation of aluminium hydroxide from natrium aluminate, by treatment with formalin, and preparation of aluminium oxide," *Acta Chromatographica*, (16), pp. 192–203. Available at: http://www.us.edu.pl/universytet/jednostki/wydzialy/chemia/acta/ac16/zrodla/15_AC16.pdf.
- Hsu, C.-Y., Wu, S.-J. and Wu, R.-M. (2011) "Particles separation and tracks in a hydrocyclone," *Tamkang Journal of Science and Engineering*, 14(1), pp. 65–70. Available at: <http://www2.tku.edu.tw/~tkjse/14-1/08-CHE9803.pdf>.
- Husaini, Aziz, M., Muta'alim, Yuhelda, Azhari, Pendi, S., Rustrendi, D., Wijaya, K., Gandamanah, I. and Sugandi, B. (2011) *Aplikasi proses upgrading bauksit Tayan*

- Kalimantan Barat dan pemanfaatan tailing pencuciannya untuk koagulan.* Bandung: Puslitbang tekMIRA.
- Husaini, Purnomo, H., Cahyono, S. S., Muta'alim, Soenara, T., Supriyanto, B. A., Wahyudi, A., Subiantoro, Sugandi, B., Pendi, S., Permana, A. S., Prakosa, A., Sudjarwo, Wijaya, K. and Widodo (2013) *Peningkatan kadar dan pemrosesan bauksit bernilai tambah Kalimantan Barat serta pemanfaatan tailingnya.* Bandung: Puslitbang tekMIRA.
- Husaini, Purnomo, H., Suganal, Cahyono, S. S., Soenara, T., Supriyanto, B. A., Subiantoro, Azhari, Amalia, D., Sugiarti, S., Irfan, Ramanda, Y., Rahmat, Sugandhi, B., Dianawati, E. A., Permana, A. S., Pendi, S., Fatimah, T. S., Alamanda, N., Wijaya, K., Sulisty, R. S. and Hidayat, A. T. (2015) *Persiapan pembangunan demo plant rotary drum scrubber 50 ton/jam dan optimalisasi PAC dan tawas dari tailing washed bauksit.* Bandung: Puslitbang tekMIRA.
- Koki, I. B. (2015) "Efficiencies of acid digestion/leaching techniques in the determination of iron concentrations in soils from Challawa Industrial Estate Kano, Nigeria," *Merit Research Journal of Environmental Science and Toxicology*, 3(5), pp. 65–71. Available at: <http://meritresearchjournals.org/est/content/2015/May/Koki.pdf>.
- Matori, K. A., Wah, L. C., Hashim, M., Ismail, I. and Mohd Zaid, M. H. (2012) "Phase transformations of α -alumina made from waste aluminum via a precipitation technique," *International Journal of Molecular Sciences*, 13(12), pp. 16812–16821. doi: 10.3390/ijms131216812.
- Metson, J. B. (2011) "Production of alumina," in *Fundamentals of Aluminium Metallurgy*. Elsevier, pp. 23–48. doi: 10.1533/9780857090256.1.23.
- Nazarov, M. N. (2016) "Hydrolysis of salts of distinct nature," *Oil and Gas Business*, (3), pp. 366–401. doi: 10.17122/ogbus-2016-3-366-401.
- Nirwansyah, I. (2014) *Pemodelan sirket SAG Mill 2-cyclone pack di pabrik pengolahan emas PT Nusa Halmahera Minerals dengan model regresi linear.* Institut Teknologi Bandung.
- Pusat Sumber Daya Geologi (2015) *Executive Summary Pemutakhiran Data dan Neraca Sumber Daya Mineral Status 2015.* Bandung: Pusat Sumber Daya Geologi. Available at: http://psdg.geologi.esdm.go.id/Neraca/2015/executive_summary_neraca_mineral_2015.pdf.
- Rüdel, H., Kösters, J., Homrighausen, D. and Hansknecht, D. (2011) "Guidelines for chemical analysis: Digestion of environmental samples, V 2.0.2." Auf dem Aberg: Fraunhofer Institute for Molecular Biology and Applied Ecology, p. 6. Available at: https://www.ime.fraunhofer.de/content/dam/ime/en/documents/AE/SOP_Digestion.pdf.
- Yeboah, I., Addai, E. K., Acquah, F. and Tulashie, S. K. (2014) "A comparative study of the super cooling and carbonization processes of the gibbsitic Ghanian bauxite," *International Journal of Engineering Science and Innovative Technology*, 3(6), pp. 76–85. Available at: http://www.ijesit.com/Volume3/Issue6/IJESIT201406_10.pdf.
- Yilmaz, K., Birol, B., Saridede, M. N. and Yiğit, E. (2015) "Pre-beneficiation of low grade diasporic bauxite ore by reduction roasting," *International Journal of Materials and Metallurgical Engineering*, 9(9), pp. 1084–1087. Available at: <https://waset.org/Publication/pre-beneficiation-of-low-grade-diasporic-bauxite-ore-by-reduction-roasting/10002069>.