

**SINTESIS DAN KARAKTERISTIK *POLYALUMINIUM*
CHLORIDE BERBAHAN BAKU ALUMINIUM TRIHIDRAT
UNTUK APLIKASI PENJERNIHAN AIR**

TUGAS AKHIR

BELLA NASTITI

123.13.020



**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
AGUSTUS 2017**

**SINTESIS DAN KARAKTERISTIK *POLYALUMINIUM*
CHLORIDE BERBAHAN BAKU ALUMINIUM TRIHIDRAT
UNTUK APLIKASI PENJERNIHAN AIR**

TUGAS AKHIR

BELLA NASTITI

123.13.020

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material



**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
AGUSTUS 2017**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya penulis sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Bella Nastiti
NIM : 123.13.020
Tanda Tangan :
Tanggal : 12 Agustus 2017

**SINTESIS DAN KARAKTERISTIK *POLYALUMINIUM*
CHLORIDE BERBAHAN BAKU ALUMINIUM TRIHIDRAT
UNTUK APLIKASI PENJERNIHAN AIR**

TUGAS AKHIR

**BELLA NASTITI
123.13.020**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material

Menyetujui,

Kota Deltamas, 12 Agustus 2017

Pembimbing I

Pembimbing II

**Prof. Ir. Syoni Soepriyanto, M.Sc., Ph.D.
NIP. 195203181976031001**

**Yesi Aristanti, S.Si., M.T.
NIP. 19880622201602499**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Metalurgi dan Material

**Dr.Eng. Akhmad Ardian Korda, S.T., M.T
NIP. 197412042008011011**

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Program Studi Teknik Metalurgi dan Material, Institut Teknologi dan Sains Bandung. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Ir. Syoni Soepriyanto, M.Sc., Ph.D, selaku dosen pembimbing pertama yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini
2. Bapak Dr. Eng. Akhmad Ardian Korda, S.T., M.T, selaku Kepala Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Institut Teknologi dan Sains Bandung yang telah memberi saran dan masukan pada tugas akhir ini.
3. Ibu Yesi Aristanti, S.Si., M.T, selaku dosen pembimbing kedua yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran, dan telah sangat sabar dalam mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir.
4. Bapak Dr. Andri Hardiansyah, S.T., M.T, selaku dosen penguji pada Sidang Pembahasan dan Sidang Ujian yang telah memberikan banyak masukan bagi penyempurnaan Tugas Akhir ini;
5. Pak Fajar, Ka Sandi, Mba Desi, Ka Nani, Florence Putri, Pak Fahri dan Kak Ikhsan Purnomo yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang penulis perlukan;
6. Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan, doa, material dan moral yang sangat besar untuk penulis.
7. Keluarga besar Teknik Metalurgi dan Material Institut Teknologi dan Sains Bandung atas dukungannya selama ini.
8. Keluarga besar Institut Teknologi dan Sains Bandung atas dukungannya selama ini.
9. Teman-teman Teknik Metalurgi dan Material 2013 Institut Teknologi dan Sains Bandung yang saling mendukung mengerjakan tugas akhir bersama.

10. Salman Syafar Ramzy yang telah mendukung, membantu dan memberi semangat untuk penulis.
11. Anatasya Claresta dan Prima Dika selaku temen dekat penulis atas dukungan dan semangatnya.
12. Bu Yeyen dan keluarga atas bantuan, doa, dan dukungannya kepada penulis.
13. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Kota Deltamas, 12 Agustus 2017

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Institut Teknologi dan Sains Bandung, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bella Nastiti
NIM : 123.13.020
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material
Fakultas : Teknik dan Desain
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi dan Sains Bandung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Sintesis dan Karakteristik *Polyaluminium Chloride* Berbahan Baku Aluminium Trihidrat Untuk Aplikasi Penjernihan Air”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi dan Sains Bandung berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir penulis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Kota Deltamas

Pada Tanggal : 12 Agustus 2017

Yang menyatakan

(Bella Nastiti)

ABSTRAK

Air bersih yang dikonsumsi oleh masyarakat terutama di daerah perkotaan berasal dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) yang bersumber dari air sungai yang mengandung padatan koloid hasil dari erosi tanah, pembusukan, vegetasi, dan mikroorganisme. Untuk menghilangkan partikel tersebut, dilakukan pengolahan air dengan tahap koagulasi yang memerlukan koagulan yang cara kerjanya lebih efektif dibandingkan dengan koagulan lain yaitu *Polyaluminium Chloride* (PAC) yang memiliki rumus molekul $[Al_m(OH)_n(H_2O)_x] \cdot Cl_{3m-n}$ ($n \leq 3m$). Bahan baku PAC di Indonesia umumnya didatangkan dari luar negeri, sedangkan cadangan bauksit di Indonesia melimpah. Pada penelitian ini dilakukan sintesis PAC dengan memanfaatkan bahan baku aluminium trihidrat hasil dari proses *Chemical Grade Alumina* (CGA) di Indonesia.

Percobaan ini diawali dengan melarutkan ATH dalam Larutan HCl 30% dengan variasi temperatur 70 °C, 80 °C, 90 °C dan persen *solid* 10%, 15%, 20% selama 3 jam. Proses pelarutan menghasilkan filtrat berupa larutan $AlCl_3$ berwarna kuning yang diuji dengan AAS untuk mengetahui kandungan Al. selanjutnya hidrolisis larutan $AlCl_3$ menggunakan larutan NaOH 5 mol/L serta diukur pH, densitas, dan kandungan Al menggunakan AAS untuk mengetahui waktu *aging* yang memiliki konsentrasi Al tertinggi. PAC akan diuji kekeruhan menggunakan *turbidity meter*, untuk mengetahui dosis optimum PAC dan penurunan konsentrasi pengotor. Dilanjutkan dengan uji filtrasi untuk mengetahui persen konsentrasi pengotor yang lolos dari kertas saring dengan variasi dosis PAC dan uji pengendapan untuk mengetahui laju endap flok dan ukuran flok dari variasi dosis konsentrasi PAC.

Pada proses pelarutan, konsentrasi Al tertinggi diperoleh pada temperatur 80 °C dan persen *solid* 15% dengan waktu *aging* selama 7 hari dan konsentrasi Al_2O_3 16%. Dari pengujian kekeruhan, diperoleh dosis optimum PAC sintesis 20 ppm selama waktu endap 20 menit dan PAC komersial 16 ppm selama waktu endap 16 menit. Dari uji pengendapan, diperoleh ukuran flok tanpa koagulan adalah 0,27 μm , sedangkan dengan PAC sintesis dan komersial masing-masing adalah 34 μm dan 44,45 μm untuk konsentrasi 20 ppm, serta 41,13 μm dan 45,8 μm untuk konsentrasi 24 ppm.

Kata kunci: Polialuminium Klorida, Aluminium Trihidrat, Koagulasi, Flokulasi

ABSTRACT

Clean water consumed by people in urban areas comes from Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) sourced from river which containing colloidal solids resulting from soil erosion, decay, vegetation, and microorganisms. To remove the particle, do the coagulation water treatment which requires coagulant which is more effective with other coagulant that is Polyaluminium Chloride (PAC) which have molecular formula $[Al_m(OH)_n(H_2O)_x]Cl_{3m-n}$ ($n \leq 3m$). PAC raw materials in Indonesia are generally imported, whereas bauxite reserves in Indonesia are abundant. In this research, PAC synthesis has been done by utilizing aluminum trihydrate based on Chemical Grade Alumina (CGA) process.

This experiment begins by dissolving ATH in a 30% HCl solution with a temperature range of 70 °C, 80 °C, 90 °C and solid percentage 10%, 15%, 20% for 3 hours. The dissolution process yielded a filtrate in the form of a yellow AlCl₃ solution which then be tested using AAS to determine the Al content. Hydrolysis of AlCl₃ solution using a 5 mol/L NaOH solution which then be measured its pH, density, and Al content using AAS to determine the aging time yielding the highest Al concentration. PAC was tested its turbidity under variation of PAC concentration and time of settlement to know turbidity value, optimum dose of PAC and decreasment of impurity concentration. Continued by filtration test to determine the percentage of impurity concentration passing through the filter paper with variation of PAC dose and settling test to find out floc settling rate and floc size from variation of PAC concentration.

In the dissolution process, the highest Al concentration was obtained at 80 °C and 15% solid percentage with 7 days aging time and 16% Al₂O₃ concentration. From turbidity testing, optimum dose obtained for synthetic PAC was 20 ppm during 20-minutes settling time and for commercial PAC was 16 ppm during 16-minutes settling time. From the settling test, the floc size without coagulant was 0.27 μm, whereas with PAC synthesis and commercial respectively, were 34 μm and 44.45 μm for 20 ppm, respectively 41,13 μm and 45,8 μm for 24 ppm .

KEYWORD: *Polyaluminium Chloride, Aluminium Tryhydrate, Coagulating, Flocculating*

DAFTAR ISI

| | |
|--|----------|
| PERNYATAAN ORISINALITAS | iii |
| LEMBAR PENGESAHAN | iv |
| LEMBAR PERSEMBAHAN | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH | vii |
| ABSTRAK | viii |
| ABSTRACT | ix |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.3. Ruang Lingkup Penelitian | 3 |
| 1.4. Metodologi Penelitian | 3 |
| 1.5. Sistematika Penulisan | 5 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1 Aluminium Trihidrat | 6 |
| 2.1.1 Proses Ekstraksi Bauksit menjadi Aluminium Trihidrat | 6 |
| 2.1.2 Karakteristik Aluminium Trihidrat | 8 |
| 2.2 Polialuminium Klorida | 9 |
| 2.2.1 Pengertian dan Spsifikasi PAC | 9 |
| 2.2.2 Keunggulan PAC | 10 |
| 2.3 Proses Sintesis Polialuminium Klorida | 11 |
| 2.3.1 Proses Pelindian Menggunakan HCl | 11 |
| 2.3.2 Tahap Hidrolisis | 11 |
| 2.3.3 Proses Penegeringan | 12 |

| | |
|---|-----------|
| 2.3.4 Metoda Sintesis PAC | 12 |
| 2.4 Koagulasi dan Flokulasi | 13 |
| 2.4.1 Mekanisme Koagulasi dan Flokulasi | 13 |
| 2.4.2 Proses pengendapan | 16 |
| 2.5 Pengaruh Proses Hidrolisis | 17 |
| 2.5.1 Perbandingan hidrolisis menggunakan Na_2CO_3 dan NaOH | 17 |
| 2.5.2 Variabel Proses Sintesis PAC | 18 |
| BAB III PROSEDUR DAN HASIL PERCOBAAN | 19 |
| 3.1 Bahan dan Alat yang digunakan | 19 |
| 3.2 Prosedur Percobaan | 20 |
| 3.2.1 Tahap Pelarutan dan Hidrolisis | 22 |
| 3.2.2 Proses Pengujian | 22 |
| 3.3 Hasil Percobaan | 23 |
| 3.3.1 Uji XRF Serbuk Aluminium Trihidrat | 24 |
| 3.3.2 Hasil Pelarutan ATH dan HCl | 24 |
| 3.3.3 Hasil Hidrolisis Larutan AlCl_3 | 24 |
| 3.3.4 Hasil Uji Koagulasi dan Filtrasi | 25 |
| 3.3.5 Hasil Uji Pengendapan (<i>Settling Test</i>) | 25 |
| 3.3.6 Hasil Pengujian SEM | 25 |
| 3.3.7 Hasil Pengujian XRD | 26 |
| BAB IV PEMBAHASAN | 27 |
| 4.1 Analisis Hasil Sintesis | 27 |
| 4.1.1 Pelarutan ATH dengan HCl | 27 |
| 4.1.2 Pengaruh Waktu <i>Aging</i> pada Proses Hidrolisis Terhadap PAC Cair | 28 |
| 4.2 Analisis Hasil Pengujian | 30 |
| 4.2.1 Pengaruh Waktu Endap dan Konsentrasi PAC Terhadap Penurunan Konsentrasi <i>Clay</i> | 31 |
| 4.2.2 Pengaruh Konsentrasi PAC Terhadap Laju Endap dan Ukuran Flokulan | 34 |

| | |
|---|-----------|
| 4.2.3 Analisa pengujian hasil SEM serbuk PAC sintesis | 35 |
| 4.2.3 Analisa pengujian hasil SEM serbuk PAC sintesis | 36 |
| BAB V KESIMPULAN | 38 |
| 5.1 Kesimpulan | 38 |
| 5.2 Saran..... | 39 |
| DAFTAR PUSTAKA | 40 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Spesifikasi Aluminium Trihidrat | 8 |
| Tabel 2.2 Spesifikasi PAC komersial..... | 9 |
| Tabel 2.3 Keuntungan dan kerugian koagulan..... | 10 |
| Tabel 3.1 Tabel jumlah variasi sampel terhadap konsentrasi PAC dan waktu endap..... | 23 |
| Tabel 3.2 Hasil analisis uji XRF sampel dalam percobaan..... | 24 |
| Tabel L-A1 Berat ATH | 43 |
| Tabel L-B1 Konsentrasi hasil pelindian..... | 44 |
| Tabel L-B2 Persen pelarutan ATH | 44 |
| Tabel L-B3 Hasil hidrolisis larutan $AlCl_3$ | 45 |
| Tabel L-C1 Nilai kekeruhan larutan standar <i>clay</i> | 46 |
| Tabel L-C2 Hasil Pengukuran nilai kekeruhan variasi konsentrasi PAC sintesis dan waktu endap..... | 47 |
| Tabel L-C3 Hasil oengukuran nilai kekeruhan variasi konsentrasi PAC komersial dan waktu endap..... | 48 |
| Tabel L-C4 Nilai efisiensi pengendapan PAC sintesis | 50 |
| Tabel L-C5 Nilai efisiensi pengendapan PAC komersial | 50 |
| Tabel L-C6 Hasil uji filtrasi PAC sintesis..... | 50 |
| Tabel L-C7 Hasil uji filtrasi PAC komersial..... | 51 |
| Tabel L-C8 Hasil uji pengendapan tanpa koagulan | 51 |
| Tabel L-C9 Hasil uji pengendapan konsentrasi PAC 20 ppm | 52 |
| Tabel L-C10 Hasil uji pengendapan konsentrasi PAC 24 ppm | 52 |
| Tabel L-C11 Ukuran flok..... | 53 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1.1 Metodologi penelitian | 4 |
| Gambar 2.1 Diagram alir proses bayer yang menghasilkan aluminium trihidrat | 7 |
| Gambar 2.2 Mekanisme koagulasi absorpsi | 13 |
| Gambar 2.3 Mekanisme koagulasi presipitasi | 14 |
| Gambar 2.4 Prinsip kerja <i>turbidity meter</i> | 15 |
| Gambar 2.5 Proses pembentukan flokulan..... | 15 |
| Gambar 2.6. Gaya setimbang pada partikel bulat dalam larutan | 17 |
| Gambar 3.1 Diagram alir percobaan | 21 |
| Gambar 3.2 Hasil pengujian SEM serbuk PAC sintesis | 26 |
| Gambar 4.1 Grafik waktu aging terhadap konsentrasi Al_2O_3 (%) | 29 |
| Gambar 4.2 Grafik pengaruh waktu aging terhadap pH | 30 |
| Gambar 4.3 Grafik pengaruh waktu aging terhadap densitas PAC cair | 30 |
| Gambar 4.4 Grafik konsentrasi PAC sintesis dan waktu endap terhadap konsentrasi pengotor | 31 |
| Gambar 4.5 Grafik konsentrasi PAC Sintesis dan waktu endap terhadap konsentrasi pengotor..... | 31 |
| Gambar 4.6 Grafik efisiensi pengendapan dan konsentrasi PAC Sintesis terhadap waktu endap..... | 32 |
| Gambar 4.7 Grafik efisiensi pengendapan dan Konsentrasi PAC Sintesis terhadap waktu endap..... | 33 |
| Gambar 4.8 Grafik konsentrasi pengotor terhadap konsentrasi PAC setelah uji filtrasi | 34 |
| Gambar 4.9 Ukuran flok sebelum dan sesudah penambahan Koagulan | 35 |
| Gambar 4.10 Hasil pengujian SEM serbuk PAC sintesis | 36 |
| Gambar 4.11 Hasil pengujian XRD serbuk PAC sintesis | 37 |
| Gambar L-C1 Grafik konsentrasi <i>clay</i> (ppm) terhadap nilai kekeruhan (NTU) | 44 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|------------------|----|
| LAMPIRAN A | 42 |
| LAMPIRAN B | 44 |
| LAMPIRAN C | 46 |
| LAMPIRAN D | 53 |