

OPTIMASI PENGGUNAAN *POLY ALUMINUM CHLORIDE* DALAM MENURUNKAN *TOTAL SUSPENDED SOLIDS* AIR LIMBAH PERTAMBANGAN *SILICA-COAL*

MUTHI'AH DARA MAYA ISMIN



**TEKNIK DAN MANAJEMEN LINGKUNGAN
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan akhir dengan judul “Optimasi Penggunaan *Poly Aluminum Chloride* dalam Menurunkan *Total Suspended Solids* Air Limbah Pertambangan *Silica-Coal*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir laporan akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2025

Muthi'ah Dara Maya Ismin
J0313211135

ABSTRAK

MUTHI'AH DARA MAYA ISMIN. Optimasi Penggunaan *Poly Aluminium Chloride* dalam Menurunkan *Total Suspended Solids* Air Limbah Pertambangan *Silica-Coal*. Dibimbing oleh SULISTIJORINI.

Tingginya nilai *Total Suspended Solids* (TSS) dari area tambang merupakan salah satu isu lingkungan utama yang dihadapi industri pertambangan, sehingga perlu dilakukan pengolahan menggunakan *Poly aluminum chloride* (PAC). Penelitian ini menentukan dosis optimum PAC melalui uji *jar test* pagi dan sore hari selama 30 hari sebagai representasi musim hujan yang dianalisis menggunakan regresi kuadratik. Hasil *jar test* dibandingkan dengan Permen LHK Nomor 5 Tahun 2022. Uji karakteristik awal diperoleh nilai TSS sebesar 931,47 mg/l (pagi) dan 941,30 mg/l (sore) belum memenuhi baku mutu, sedangkan nilai pH sebesar 6,64 (pagi) dan 6,61(sore) telah memenuhi baku mutu. Penambahan PAC menunjukkan hubungan positif terhadap penurunan TSS dengan dosis optimum sebesar 69,69 ppm (pagi) dan 134,18 ppm (sore) atau 195.131.00 ppm (pagi) dan 375.704.000 ppm pada skala konvensional. Dosis 20 ppm menunjukkan efektivitas terendah (34%), dosis 30 ppm dan 35 ppm sebesar 51% dan 58% (cukup efektif), dan efektivitas tertinggi pada dosis 50 ppm (76%). Kebutuhan PAC sebesar 3693,57 kg/hari dengan estimasi biaya Rp39.890.522/hari dan total biaya operasional mencapai Rp40.560.316/hari. Sistem pengaliran dirancang menggunakan IBC *tank* agitator yang terhubung dengan pompa dosing dan pipa penyalur sehingga distribusi tetap efektif pada kemiringan datar (1,44%).

Kata kunci: *jar test*, koagulasi-flokulasi, kolam pengendapan, TSS

ABSTRACT

MUTHI'AH DARA MAYA ISMIN. Optimization of Poly Aluminum Chloride for Reducing Total Suspended Solids in Silica-Coal Mining Wastewater. Supervised by SULISTIJORINI.

The high level of Total Suspended Solids (TSS) from mining areas are a major environmental issue in mining operations, requiring treatment using Poly aluminium chloride (PAC) coagulant. This study determined the optimum PAC dose through 30-day morning and afternoon jar tests, analyzed using quadratic regression, then compared with the Ministry of Environment and Forestry Regulation No. 5 of 2022. The initial TSS values of 931.47 mg/l (morning) and 941.30 mg/l (afternoon) exceeded the standard, while pH values of 6.64 and 6.61 were within the limit. PAC addition was positively correlated with TSS reduction, with the optimum dosage determined at 69.69 ppm (morning) and 134.18 ppm (afternoon) or 195,131,000 ppm (morning) and 375,704,000 ppm (afternoon) at the conventional scale. The lowest effectiveness was observed at 20 ppm (34%), while 30 ppm and 35 ppm showed moderate effectiveness (51 and 58%). The highest effectiveness was achieved at 50 ppm (76%). The required amount of PAC was 3,693.57 kg/day with an estimated cost of IDR 39,890,522/day, resulting in a total operational cost of IDR 40,560,316/day. The distribution system employed an IBC tank agitator with a dosing pump and pipeline to ensure effectiveness under flat slope (1.44%).

Keywords: coagulation-flocculation, jar test, settling pond, TSS

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

OPTIMASI PENGGUNAAN *POLY ALUMINUM CHLORIDE* DALAM MENURUNKAN *TOTAL SUSPENDED SOLIDS* AIR LIMBAH PERTAMBANGAN *SILICA-COAL*

MUTHI'AH DARA MAYA ISMIN

Laporan Akhir
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Teknik dan Manajemen Lingkungan

**TEKNIK DAN MANAJEMEN LINGKUNGAN
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji pada ujian Laporan Akhir: Dimas Ardi Prasetya, S.T., M.Si.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Judul Proyek Akhir : Optimasi Penggunaan *Poly Aluminum Chloride* dalam Menurunkan *Total Suspended Solidss* Air Limbah Pertambangan *Silica-Coal*
Nama : Muthi'ah Dara Maya Ismin
NIM : J0313211135

Disetujui oleh

Dosen Pembimbing :
Dr. Ir. Sulistijorini, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Beata Ratnawati, S.T., M.Si.
NPI. 20181119 880625 2001

Dekan Sekolah Vokasi:
Dr. Aceng Hidayat, M.T.
NIP. 19660717 1992031 1003

Tanggal Ujian:
(13 Agustus 2025)

Tanggal Lulus:

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia—Nya sehingga laporan akhir dengan judul “Optimasi Penggunaan *Poly Aluminium Chloride* dalam Menurunkan *Total Suspended Solids* Air Limbah Pertambangan *Silica-Coal*” dapat diselesaikan dengan baik. Laporan Akhir dilaksanakan sebagai pemenuhan syarat akademis dalam menyelesaikan perkuliahan pada Program Studi Teknik dan Manajemen Lingkungan Sekolah Vokasi Institut Pertanian Bogor. Disadari bahwa dalam pelaksanaan Laporan Akhir tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Maka dari itu, secara khusus mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua yang selalu memberikan dukungan dan doa, Bapak M.Ramlie dan Ibu Mardiana
2. Dr. Ir. Sulistijorini, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta saran selama penelitian dan penyusunan laporan akhir
3. Dr. Ir. Beata Ratnawati, S.T., M.Si selaku Ketua Program Studi Teknik dan Manajemen Lingkungan, Sekolah Vokasi, Institut Pertanian Bogor
4. Seluruh dosen Program Studi Teknik dan Manajemen Lingkungan yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat
5. Ibu Eva Ariani selaku *Department Head* SHE-CSR serta Bapak Turis Wibowo, Bapak I Wayan Kedep Sudiarta, dan Bapak Rusmadi selaku *Environment Officer* sekaligus pembimbing lapang selama kegiatan Magang di PT Indocement Tungal Prakarsa Tbk. Plant-12 Unit Tarjun yang telah memberikan ilmu dan dukungan selama kegiatan magang dan penelitian
6. Bapak Indra Zulkarnaen Cangara selaku *Mining Supervisor* yang telah membimbing dan membantu selama proses pengumpulan data

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2025

Muthi'ah Dara Maya Ismin

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumus Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengelolaan Air Limbah Pertambangan <i>Silica-Coal</i>	4
2.2 <i>Total Suspended Solids</i> (TSS)	5
2.3 Proses Koagulasi–Flokulasi	5
2.4 <i>Poly Aluminium Chloride</i> (PAC)	7
2.5 Uji <i>Jar Test</i>	8
III METODE	10
3.1 Lokasi dan Waktu	10
3.2 Prosedur Kerja	10
3.3 Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data	15
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Dosis Optimal PAC untuk Menurunkan Kadar TSS Air Limbah Pertambangan <i>Silica-Coal</i>	23
4.2 Efektivitas Dosis Koagulan PAC dalam Menurunkan TSS Pada Air Limbah Pertambangan <i>Silica-Coal</i>	31
4.3 Kebutuhan PAC Pada Sistem Pengolahan Kompartemen 3 dan Estimasi Biaya Operasional	33
4.4 Perancangan Sistem Pengaliran PAC Pada Kompartemen 3	34
V SIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	45

DAFTAR TABEL

1	Kebutuhan penambahan NaOH 5%	13
2	Kategori kemiringan kelerengan	17
3	Kriteria pengolahan air limbah	19
4	Karakteristik awal sampel kompartemen 3	23
5	Hasil uji unsur logam pada <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> pertambangan <i>silica-coal</i>	24
6	Efektivitas rata-rata penurunan TSS air limbah <i>silica-coal</i>	31
7	Kebutuhan koagulan PAC dan NaOH/hari	33
8	Biaya operasional	33
9	Spesifikasi pengaduk pada IBC <i>tank</i>	35
10	Spesifikasi pompa dosing	35

DAFTAR GAMBAR

1	Alur proses kolam pengendapan SP_D	4
2	(a) Gambaran umum proses koagulasi (b) Proses koagulasi dilanjutkan dengan pembentukan flok melalui proses flokulasi	6
3	Proses koagulasi dan flokulasi	7
4	<i>Poly aluminium chloride</i> (PAC) padat	7
5	Alat <i>jar test</i>	9
6	Peta lokasi penelitian	10
7	Titik pengambilan sampel	11
8	(a) Persamaan kuadratik PAC pada pagi hari (b) Persamaan kuadratik PAC pada sore hari	26
9	Nilai rata-rata TSS pada variasi dosis PAC untuk sampel pagi hari dan sore hari	29
10	(a) Sampel sebelum <i>jar test</i> (b) Sampel setelah <i>jar test</i>	30
11	Nilai rata-rata pH pada setiap variasi dosis untuk sampel pagi hari dan sore hari	30
12	Volume penambahan NaOH 5% pada proses <i>jar test</i> selama waktu pengamatan	31
13	(a) Efektivitas variasi dosis PAC pada pagi hari (b) Efektivitas variasi dosis PAC pada sore hari	32
14	(a) Tampak atas IBC <i>tank</i> agitator (b) Tampak depan IBC <i>tank</i> agitator	36
15	(a) Tampak atas dan samping IBC <i>tank</i> agitator (b) Tampak depan dan belakang IBC <i>tank</i> agitator	37

DAFTAR LAMPIRAN

1	Pengaruh Variasi Dosis Terhadap Parameter TSS	45
2	Pengaruh Variasi Dosis Terhadap Parameter pH	46
3	Efisiensi Removal TSS	48
4	Dosis PAC (x_2)	49
5	Debit Harian <i>Inlet</i> Kompartemen 3	50
6	Debit Air Limpasan (<i>Runoff</i>)	51
7	Kebutuhan dan Biaya NaOH	51
8	Dokumentasi Penelitian	52

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.