

**OPTIMALISASI PENGGUNAAN KOAGULAN UNTUK  
MENURUNKAN *TOTAL SUSPENDED SOLID* DAN  
KROMIUM HEKSAVALEN (Cr<sup>6+</sup>) PADA AIR LIMBAH  
PERTAMBANGAN NIKEL DI PT X**

**TUGAS AKHIR**



**RIZQI KHIYAROHMAN  
1222925016**


**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS BAKRIE  
JAKARTA  
2026**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

**Nama : RIZQI KHIYAROHMAN**

**NIM 1222925016**

**Tanda Tangan :** 

**Tanggal : 17 Mei 2026**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rizqi Khiyarohman  
NIM : 1 2 2 2 9 2 5 0 1 6  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer  
Judul Proposal : Optimalisasi Penggunaan Koagulan Untuk  
Menurunkan *Total Suspended Solid* Dan  
Kromium Heksavalen ( $\text{Cr}^{6+}$ ) Pada Air Limbah  
Pertambangan Nikel Di PT X

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Lingkungan pada Program Studi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Ir.Aqil Azizi.,MapplSc.,Ph.D.,GP.,IPM  
Penguji 1 : Dr. Kun Nasython, ST.MSi  
Penguji 2 : Sirin Fairus, S.TP., M.T

()  
()  
()

Ditetapkan di : Jakarta  
Tanggal : 22 April 2026

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Lingkungan pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Bakrie. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, saya mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Ir.Aqil Azizi.,MapplSc.,Ph.D.,GP.,IPM selaku Pembimbing 1 yang selalu mendorong dan membantu selama proses pengerjaan tugas akhir
2. Bapak Dr. Kun Nasython, ST.MSi. selaku Dosen Penguji 1.
3. Ibu Sirin Fairus, S.TP., M.T. selaku Dosen Penguji 2.
4. Bapak Bangun Pribadi dan Ibu Sugeng prihatin selaku orang tua yang selalu mendukung dan medoakan selama ini.
5. Andy Rizky, Rahmaulidina, Yoktanius Yatule, Batara Tansatrisna, Maya, dan teman-teman yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi 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.

Jakarta, 22 April 2026

Penulis

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai civitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rizqi Khiyarohman  
NIM : 1 2 2 2 9 2 5 0 1 6  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**OPTIMALISASI PENGGUNAAN KOAGULAN UNTUK MENURUNKAN  
*TOTAL SUSPENDED SOLID* DAN KROMIUM HEKSAVALEN ( $\text{Cr}^{6+}$ )  
PADA AIR LIMBAH PERTAMBANGAN NIKEL DI PT X**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pertanyaan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada Tanggal : 22 April 2026

Yang menyatakan



Rizqi Khiyarohman

**OPTIMALISASI PENGGUNAAN KOAGULAN UNTUK MENURUNKAN  
*TOTAL SUSPENDED SOLID* DAN KROMIUM HEKSAVALEN ( $\text{Cr}^{6+}$ )  
PADA AIR LIMBAH PERTAMBANGAN NIKEL DI PT X**

Rizqi Khiyarohman

**ABSTRAK**

Kegiatan pertambangan nikel menghasilkan air limbah limpasan yang mengandung Total Suspended Solid (TSS) dan kromium heksavalen ( $\text{Cr}^{6+}$ ) yang berpotensi mencemari lingkungan. PT X, sebagai produsen nikel di Indonesia, memproduksi bijih nikel yang berperan penting dalam bahan elektronik dan battery kendaraan listrik. Namun, proses produksinya dalam penambangan berpotensi merusak lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pH dan dosis koagulan optimum serta membandingkan kinerja koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC), Fero sulfat ( $\text{FeSO}_4$ ), dan Aluminium sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) dalam menurunkan kadar TSS dan  $\text{Cr}^{6+}$  pada air limbah limpasan tambang nikel di PT X. Metode yang digunakan adalah koagulasi–flokulasi melalui uji jar test dengan variasi pH 5–8 dan dosis koagulan 8–20 mg/L, serta penambahan flokulan poliakrilamida (PAM) sebesar 8 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH optimum masing-masing koagulan adalah pH 6 untuk PAC, pH 7 untuk Fero, dan pH 8 untuk Alum, dengan dosis optimum 8 mg/L untuk PAC dan Alum serta 16 mg/L untuk Fero. Koagulan Fero sulfat memberikan efisiensi tertinggi dalam menurunkan  $\text{Cr}^{6+}$  hingga 98,33% melalui mekanisme reduksi, sedangkan PAC dan Aluminium sulfat lebih efektif dalam menurunkan TSS dengan efisiensi di atas 95%. Kesimpulan dari penelitian ini pemilihan koagulan yang tepat berdasarkan parameter pencemar utama terbukti meningkatkan efektivitas pengolahan air limbah tambang nikel.

**Kata kunci:** Air Limbah Tambang Nikel,  $\text{Cr}^{6+}$ , Koagulasi–Flokulasi, Jar Test, TSS

***Optimization of Coagulant Utilization for the Reduction of TOTAL  
SUSPENDED SOLID and Chromium Hexavalent (Cr<sup>6+</sup>) in Nickel Mining  
Wastewater at PT X***

Rizqi Khiyarohman

***ABSTRACT***

*Nickel mining activities generate runoff wastewater containing high levels of total suspended solids (TSS) and hexavalent chromium (Cr<sup>6+</sup>), which pose serious environmental risks. This study aimed to determine the optimum pH and coagulant dosage and to compare the effectiveness of Poly Aluminium Chloride (PAC), ferrous sulfate (FeSO<sub>4</sub>), and aluminum sulfate (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>) in reducing TSS and Cr<sup>6+</sup> concentrations in nickel mine runoff wastewater at PT X. The research employed a coagulation–flocculation process using laboratory-scale jar tests with pH variations of 5–8 and coagulant dosages ranging from 8 to 20 mg/L, while polyacrylamide (PAM) was added at a constant dose of 8 mg/L. The results indicated that the optimum pH values were pH 6 for PAC, pH 7 for ferrous sulfate, and pH 8 for aluminum sulfate, with optimum dosages of 8 mg/L for PAC and aluminum sulfate and 16 mg/L for ferrous sulfate. Ferrous sulfate demonstrated the highest efficiency in Cr<sup>6+</sup> removal, achieving up to 98.33% reduction through a reduction mechanism, whereas PAC and aluminum sulfate were more effective in TSS removal with efficiencies exceeding 95%. The study concludes These findings confirm that appropriate coagulant selection based on target pollutants enhances the effectiveness of nickel mine wastewater treatment.*

**Keywords:** *Nickel Mine Wastewater, Hexavalent Chromium, Coagulation–Flocculation, Jar Test, TSS*

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	v
ABSTRAK .....	vi
<i>ABSTRACT</i> .....	vii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Air Limbah Pertambangan Nikel dan Kromium .....	5
2.2 Baku Mutu Air Limbah Pertambangan Nikel.....	7
2.3 Padatan Tersuspensi Total.....	8
2.4 Pengolahan Air Limbah Kromium .....	11
2.5 Koagulasi.....	11
2.6 Lumpur (Sludge) dari Proses Koagulasi–Flokulasi.....	15
2.7 Kondisi Optimum Koagulan PAC, Fero, dan Alum .....	15
2.8 Pengadukan dan Jenis Impeller .....	16
2.9 Flokulasi .....	18
2.11 Penelitian Terdahulu.....	20
BAB III METODE PENELITIAN .....	22
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	22
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	22
3.3 Alat dan bahan penelitian .....	16
3.4 Metode Pengumpulan dan Analisis Data .....	17

3.4.1.	Tahap Persiapan.....	17
3.4.2.	Tahap Pelaksanaan .....	18
3.4.3.	Tahap Pengujian dan pengambilan data .....	20
3.4.4.	Tahap Pengolahan Data.....	21
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1	Karakteristik Air Limbah Tambang nikel.....	22
4.2	Penentuan pH Optimum koagulan.....	23
4.3	Penentuan Dosis koagulan.....	25
4.4	Perhitungan biaya pengolahan.....	30
4.4.1	Biaya bahan kimia.....	30
4.4.2	Proyeksi Biaya pada Kapasitas Pengolahan 20.000 m <sup>3</sup> .....	31
4.5	Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu .....	32
4.6	Pentingnya Hubungan Proses Optimasi Koagulan Dengan Lingkungan .....	33
4.7	Keberhasilan Koagulan Mencapai Baku Mutu.....	33
4.7.1	Keberhasilan Koagulan PAC dalam Mencapai Baku Mutu.....	33
4.7.2	Keberhasilan Koagulan Fero (FeSO <sub>4</sub> ) dalam Mencapai Baku Mutu .....	34
4.7.3	Keberhasilan Koagulan Alum (Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ) dalam Mencapai Baku Mutu.....	35
4.7.4	Perbandingan Keberhasilan Ketiga Koagulan Pemenuhan Baku Mutu.....	36
4.8	Lumpur (Sludge) dari Proses Koagulasi–Flokulasi.....	37
BAB V	Kesimpulan dan saran .....	38
5.1	Kesimpulan.....	38
5.2	Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA.....		40
LAMPIRAN .....		42

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Sebelumnya .....	20
Tabel 3.1 Tabel Pengujian awal karakteristik air limbah .....	19
Tabel 3.2 Tabel Pengujian Efektivitas pH Optimum air limbah pada proses pengolahan air limbah dengan koagulan (Alum/Fero/PAC) .....	19
Tabel 3.3 Tabel Pengujian Dosis Koagulan optimum pada proses pengolahan air limbah dengan koagulan (Alum/Fero/PAC).....	20
Tabel 4.1 Pengujian Awal Karakteristik Air Limbah Limpasan Tambang Nikel.	22
Tabel 4.2 Hasil pengujian koagulan PAC, Fero dan Alum pada variasi pH.....	23
Tabel 4.3 Efektivitas pengujian koagulan PAC, Fero dan Alum pada variasi pH.	23
Tabel 4.4 Hasil pengujian koagulan PAC, Fero dan Alum pada variasi Dosis koagulan .....	26
Tabel 4.5 Efektivitas pengujian koagulan PAC, Fero dan Alum pada variasi Dosis koagulan .....	26
Tabel 4.6 Harga biaya bahan kimia per satuan m <sup>3</sup> .....	31
Tabel 4.7 Proyeksi Biaya Bahan Kimia pada Kapasitas Pengolahan 20.000 m <sup>3</sup> ...	31
Tabel 4. 8 Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Terdahulu.....	32
Tabel 4. 9 Hasil Pengolahan Koagulan PAC terhadap Baku Mutu.....	34
Tabel 4. 10 Hasil Pengolahan Koagulan Fero terhadap Baku Mutu .....	35
Tabel 4. 11 Hasil Pengolahan Koagulan Alum terhadap Baku Mutu .....	36
Tabel 4. 12 Perbandingan Keberhasilan Ketiga Koagulan dalam Memenuhi Baku Mutu .....	36

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alir Metodologi Perencanaan.....	22
Gambar 3. 2 Alat Jarrest.....	19
Gambar 4.1 Air Limbah Limpasan Tambang Nikel .....	22
Gambar 4.2 Gambar jarrest menggunakan koagulan Fero variasi pH.....	24
Gambar 4.3 jarrest menggunakan koagulan PAC variasi pH.....	25
Gambar 4.4 jarrest menggunakan koagulan PAC variasi pH.....	25
Gambar 4.5 Grafik Efektivitas pengolahan koagulan PAC, Fero dan Alum .....	28
Gambar 4.6 Jarrest menggunakan koagulan Fero variasi Dosis Koagulan Fero .....	29
Gambar 4.7 Jarrest menggunakan koagulan Fero variasi Dosis Koagulan Tawas .....	29
Gambar 4.8 Jarrest menggunakan koagulan Fero variasi Dosis Koagulan Tawas .....	30