

**PENGARUH PENAMBAHAN HCL DAN ALUM SEBAGAI *PH*  
*ADJUSTER* TERHADAP PROSES KOAGULASI DAN  
PARAMETER BIOLOGIS PADA PENGOLAHAN AIR  
LIMBAH INDUSTRI KERTAS**

**TUGAS AKHIR**

**FINELA ADHA  
01218039**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN PULP DAN  
KERTAS  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG  
KOTA DELTAMAS  
AGUSTUS 2022**

**PENGARUH PENAMBAHAN HCL DAN ALUM SEBAGAI *PH*  
*ADJUSTER* TERHADAP PROSES KOAGULASI DAN  
PARAMETER BIOLOGIS PADA PENGOLAHAN AIR  
LIMBAH INDUSTRI KERTAS**

**TUGAS AKHIR**

**FINELA ADHA  
01218039**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Terapan  
Pada Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN PULP DAN  
KERTAS  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG  
KOTA DELTAMAS  
AGUSTUS 2022**

## 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 : Finela Adha**

**NIM : 01218039**

**Tanda Tangan :** 

**Tanggal : 08 Agustus 2022**

**PENGARUH PENAMBAHAN HCL DAN ALUM SEBAGAI *PH*  
*ADJUSTER* TERHADAP PROSES KOAGULASI DAN  
PARAMETER BIOLOGIS PADA PENGOLAHAN AIR  
LIMBAH INDUSTRI KERTAS**

**TUGAS AKHIR**

**FINELA ADHA  
01218039**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Terapan  
Pada Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas

Deltamas, 08 Agustus 2022

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



**Nurul Ajeng Susilo, S.Si.,M.T**

NIP. 0416059002

Mengetahui,

Kepala Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas



**Ni Njoman Manik Susantini, S.T., M.T**

NIP. 0408096804

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, Institut Teknologi Sains Bandung. Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini penulis telah banyak mendapat bantuan, bimbingan, dan semangat dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua saya, terutama Ibu saya yang telah memberikan bantuan dukungan moral dan motivasi.
2. Ibu Ni Njoman Manik Susantini, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas.
3. Ibu Nurul Ajeng Susilo, S.Si, M.T., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran, untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, Institut Teknologi Sains Bandung, yang telah banyak memberikan ilmu selama masa kuliah.
5. Bapak Eman Chitalindo selaku mentor kerja praktek yang telah membimbing dan berbagi ilmunya selama kerja praktek berlangsung.
6. Bapak Amirul Irdiansyah selaku pembimbing lapangan yang telah membimbing dan berbagi ilmunya selama kerja praktek berlangsung.
7. Ginanda Amalia, Febrina Sabila, Kezya Coryna, Kevin Anugrah dan Iqbal Novanka, selaku rekan saya yang telah membantu dan bersedia menjadi

tempat berdiskusi maupun bertukar gagasan, serta *support system* bagi penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

8. Haniyyah dan Wida Ayu Ningsih yang telah menjadi *support system* bagi penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
9. Rekan-rekan seperjuangan mahasiswa dan mahasiswi jurusan Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas angkatan 2018 dan Keluarga Ikatan Mahasiswa Pulp dan Kertas yang selalu memberi semangat dan membantu dalam berdiskusi mengenai penelitian tugas akhir.
10. Serta semua pihak yang telah memberikan bantuannya baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
11. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting, I wanna thank me for tryna do more right than wrong, I wanna thank me for just being me at all times.*

Tidak ada yang sempurna di dunia ini begitu pula tugas akhir ini. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun, dan semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi penulis maupun pembaca dimasa yang akan mendatang.

Kota Deltamas, 08 Agustus 2022



Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Institut Teknologi Sains Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini.

Nama : Finela Adha  
NIM : 01218039  
Program Studi : Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas  
Fakultas : Vokasi  
Jenis Karya : Tugas Akhir

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

**"Pengaruh Penambahan HCl dan Alum Sebagai *pH Adjuster* Terhadap  
Proses Koagulasi dan Parameter Biologis Pada Pengolahan Air Limbah  
Industri Kertas"**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, Institut Teknologi Sains Bandung 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 Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Kota Deltamas  
Pada tanggal : 08 Agustus 2022

Yang menyatakan,



(Finela Adha)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1. Limbah .....	6
2.2. Pencemaran Lingkungan .....	6
2.3. Baku Mutu Air Limbah .....	7
2.4. Teori Asam Basa .....	8
2.4.1. HCl.....	9
2.4.2. NaOH.....	9
2.5. Koagulasi dan Flokulasi .....	10
2.6. Alum .....	11
2.7. <i>Activated Sludge</i> .....	12
2.8. Aerasi.....	12
2.9. Jar Test .....	13
2.10. Mikroskop .....	14



2.11. Parameter Pengujian .....	15
2.11.1. pH .....	15
2.11.2. <i>Color</i> .....	15
2.11.3. TSS dan MLSS .....	16
2.11.4. COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ) .....	16
2.11.5. SVI .....	17
2.11.6. DO .....	17
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
3.1. Metode Pengumpulan Data .....	19
3.2. Alat yang digunakan .....	19
3.2.1. Peralatan Jar Test .....	19
3.2.2. Peralatan Aerasi .....	19
3.2.3. Peralatan Pengujian .....	19
3.3. Bahan yang digunakan .....	20
3.4. Variabel Penelitian .....	20
3.5. Diagram Alir .....	21
3.6. Deskripsi Proses .....	21
3.6.1. Tahap Persiapan .....	21
3.6.2. Tahap Pelaksanaan .....	22
3.6.3. Tahap Pengujian .....	23
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>27</b>
4.1. Analisis Data Hasil Penelitian .....	27
4.1.1. Pengaruh Penurunan pH Terhadap <i>COLOR Removal</i> .....	33
4.1.2. Pengaruh Penurunan pH Terhadap <i>TSS Removal</i> .....	36
4.1.3. Pengaruh Penurunan pH Terhadap <i>COD Kimia Removal</i> .....	39
4.1.4. Pengaruh Penurunan pH dan Kadar Oksigen Terlarut Terhadap <i>COD Biologi Removal</i> .....	42
4.1.5. Pengaruh Penurunan pH dan Kadar Oksigen Terlarut Terhadap MLSS	46
4.1.6. Pengaruh Penurunan pH dan Kadar Oksigen Terlarut Terhadap SVI	50
4.2. Pembahasan .....	55
4.2.1. Pengaruh Penambahan HCl dan Alum Terhadap Penurunan pH	55
4.2.2. Pengaruh Penambahan HCl dan Alum Terhadap DO .....	56

4.2.3. Penurunan pH Terhadap Parameter Pengujian .....	56
4.2.4. Pengaruh Kadar Oksigen Terlarut Terhadap Parameter Biologi 58	
4.2.5. Total Konsumsi dan Perhitungan <i>Cost</i> .....	60
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>63</b>
5.1. Kesimpulan .....	63
5.2. Saran .....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>65</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>69</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Baku Mutu Air Limbah Pulp dan Kertas) .....	6
Tabel 3.1 Variabel Penelitian.....	22
Tabel 4.1 Penambahan Dosis HCl dan Alum .....	31
Tabel 4.2 Total Konsumsi dan Perhtiungan <i>Cost</i> .....	63
Tabel 4.2 Total Konsumsi dan Perhtiungan <i>Cost</i> Optimasi Dosis Koagulan.....	64

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur HCl .....	9
Gambar 2.2 Struktur NaOH .....	9
Gambar 2.3 Skema Proses Koagulasi-Flokulasi .....	10
Gambar 2.4 Alum atau Tawas .....	11
Gambar 2.5 Skema Proses Jar Test .....	13
Gambar 2.6 Mikroskop Pencahayaan .....	16
Gambar 3.1 Diagram Alir Proses .....	23
Grafik 4.1 Distribusi Normal Penurunan pH dengan Penambahan HCl.....	30
Grafik 4.2 Distribusi Normal Penurunan pH dengan Penambahan Alum .....	30
Grafik 4.3 Pengaruh Penambahan Dosis Terhadap Penurunan pH.....	31
Grafik 4.4 Distribusi Normal DO HCl.....	33
Grafik 4.5 Distribusi Normal DO HCl.....	33
Grafik 4.6 Pengaruh Penambahan Dosis Terhadap DO .....	34
Grafik 4.7 Distribusi Nomal <i>Color Removal</i> HCl % .....	35
Grafik 4.8 Distribusi Nomal <i>Color Removal</i> Alum % .....	35
Grafik 4.9 Pengaruh Penurunan pH Terhadap <i>Color Removal</i> (HCl).....	36
Grafik 4.10 Pengaruh Penurunan pH Terhadap <i>Color Removal</i> (HCl).....	36
Grafik 4.11 Perbandingan <i>Color Removal</i> HCl dan Alum.....	37
Grafik 4.12 Distribusi Nomal TSS <i>Removal</i> HCl % .....	38
Grafik 4.13 Distribusi Nomal TSS <i>Removal</i> Alum % .....	38
Grafik 4.14 Pengaruh Penurunan pH Terhadap TSS <i>Removal</i> (HCl) .....	39
Grafik 4.15 Pengaruh Penurunan pH Terhadap TSS <i>Removal</i> (Alum).....	39
Grafik 4.16 Perbandingan TSS <i>Removal</i> HCl dan Alum.....	40
Grafik 4.17 Distribusi Nomal COD Kimia <i>Removal</i> HCl % .....	41
Grafik 4.18 Distribusi Nomal COD Kimia <i>Removal</i> Alum % .....	41
Grafik 4.19 Pengaruh Penurunan pH Terhadap COD Kimia <i>Removal</i> (HCl)....	42
Grafik 4.20 Pengaruh Penurunan pH Terhadap COD Kimia <i>Removal</i> (Alum) ..	43
Grafik 4.21 Perbandingan COD Kimia <i>Removal</i> HCl dan Alum .....	43
Grafik 4.22 Distribusi Nomal COD Biologi <i>Removal</i> HCl % .....	44
Grafik 4.23 Distribusi Nomal COD Biologi <i>Removal</i> Alum % .....	45
Grafik 4.24 Pengaruh Penurunan pH Terhadap COD Biologi <i>Removal</i> (HCl)...	45
Grafik 4.25 Pengaruh Penurunan pH Terhadap COD Biologi <i>Removal</i> (Alum)	46
Grafik 4.26 Pengaruh DO Terhadap COD Biologi <i>Removal</i> (HCl).....	46

Grafik 4.27 Pengaruh DO Terhadap COD Biologi <i>Removal</i> (Alum) .....	47
Grafik 4.28 Perbandingan COD Biologi <i>Removal</i> HCl dan Alum .....	47
Grafik 4.29 Distribusi Nomal MLSS HCl .....	48
Grafik 4.30 Distribusi Nomal MLSS Alum .....	49
Grafik 4.31 Pengaruh Penurunan pH Terhadap MLSS HCl .....	49
Grafik 4.32 Pengaruh Penurunan pH Terhadap MLSS Alum .....	50
Grafik 4.33 Pengaruh DO Terhadap MLSS HCl.....	50
Grafik 4.34 Pengaruh DO Terhadap MLSS Alum .....	51
Grafik 4.35 Perbandingan MLSS HCl dan Alum .....	52
Grafik 4.36 Distribusi Nomal SVI HCl .....	53
Grafik 4.37 Distribusi Nomal SVI Alum .....	53
Grafik 4.38 Pengaruh Penurunan pH Terhadap SVI HCl .....	54
Grafik 4.39 Pengaruh Penurunan pH Terhadap SVI Alum .....	54
Grafik 4.40 Pengaruh DO Terhadap SVI HCl.....	55
Grafik 4.41 Pengaruh DO Terhadap SVI Alum .....	55
Gambar 4.1 <i>Behaviour of Sludge</i> .....	56
Grafik 4.42 Perbandingan SVI HCl dan Alum .....	57

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. DATA PENELITIAN (BLANKO) .....	70
Lampiran 2. DATA PENELITIAN (HCl) .....	71
Lampiran 3. DATA PENELITIAN (Alum).....	72
Lampiran 4. GAMBAR PROSES JAR.....	73
Lampiran 5. GAMBAR PROSES AERASI.....	74