

**PENGARUH SISTEM FLOKULASI BERKELANJUTAN  
TERHADAP *NON PROCESS ELEMENT* (NPE) *LIME MUD***

**TUGAS AKHIR**

**AHMAD WAHYU SHAPUTRA  
012.18.030**



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

**PENGARUH SISTEM FLOKULASI BERKELANJUTAN  
TERHADAP *NON PROCESS ELEMENT* (NPE) *LIME MUD***

**TUGAS AKHIR**

**AHMAD WAHYU SHAPUTRA**

**012.18.030**

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



**FAKULTAS VOKASI  
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN PULP DAN KERTAS  
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 : Ahmad Wahyu Shaputra**

**NIM : 012.18.030**

**Tanda Tangan :** 

**Tanggal : 17 Agustus 2022**

**PENGARUH SISTEM FLOKULASI BERKELANJUTAN  
TERHADAP *NON PROCESS ELEMENT* (NPE) *LIME MUD***

**TUGAS AKHIR**

**AHMAD WAHYU SHAPUTRA**

**012.18.030**

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

Menyetujui,

Kota Deltamas, 17 Agustus 2022

Dosen Pembimbing



Rachmawati Apriani, S.T., M.T.  
NIK. 19860427201405420

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas



Ni Njoman Manik Susantini, S.T., M.T.  
NIK. 19680908201407442

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas Berkah dan Rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Penelitian dan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Sistem Flokulasi Berkelanjutan Terhadap *Non Process Element* (NPE) *Lime Mud*”.

Penulis menyadari bahwa dalam kegiatan penelitian ini melibatkan berbagai pihak yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran berupa motivasi dan bimbingan untuk mendukung kelancaran penelitian. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih dan memberikan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada :

1. Allah SWT atas segala limpahan Nikmat dan Karunia-Nya sehingga diberi kemudahan dan kelancaran dalam Tugas Akhir ini.
2. Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan yang telah menyebarkan nilai-nilai kebaikan dalam menjalankan kehidupan.
3. Alm. Ayah yang telah mendidik dan selalu mendukung keputusan yang penulis ambil.
4. Ibu, Kakak, Adik, Nenek, serta Keluarga Besar penulis yang telah mendo'akan dan memberikan bantuan dukungan material dan moral.
5. Asia Pulp & Paper yang telah memberikan beasiswa pendidikan dengan ikatan kontrak kepada penulis.
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Ari Darmawan Pasek, M.Sc., selaku Rektor Institut Teknologi Sains Bandung
7. Ibu Ni Njoman Manik Susantini, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas ITS B.
8. Ibu Rachmawati Apriani, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan masukan dan bimbingan secara profesional.
9. Seluruh Dosen Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas ITS B.
10. Bapak Indra Gunawan selaku *Head of HR Academy* beserta staf dan jajarannya.

11. Bapak Redi Rahadian, Hendra Permana, dan Raflan Gunawan Simanjuntak selaku pembimbing lapangan serta seluruh karyawan di unit *Recausticizing & Lime Kiln* yang telah mengarahkan penulis dalam Tugas Akhir ini.
12. Bapak Guntur Wijaya, Dhodho Prayogho, dan seluruh staf Laboratorium *Quality Assurance Plant* (QAP) yang telah memfasilitasi kegiatan penelitian Tugas Akhir ini.
13. Keluarga Ikatan Mahasiswa Pulp dan Kertas ITSBB yang telah mawadahi dan menjembatani kebutuhan sebagai seorang mahasiswa pulp dan kertas.
14. Keluarga Mahasiswa Muslim (GAMMUS) ITSBB yang telah memudahkan pemenuhan kebutuhan spiritual penulis.
15. Serta semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis berharap Allah SWT membalas segala budi baik semua pihak yang telah terlibat dalam Tugas Akhir ini. Akan tetapi, penulis memahami bahwa laporan Tugas Akhir ini masih memiliki kekurangan dari berbagai sisi. Oleh karena itu, penulis terbuka terhadap masukan dari pembaca. Penulis juga berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan secara berkelanjutan dengan memberikan inspirasi maupun referensi.

Kota Deltamas, 17 Agustus 2022



Penulis

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

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

Nama : Ahmad Wahyu Shaputra  
NIM : 012.18.030  
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 Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty- Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“Pengaruh Sistem Flokulasi Berkelanjutan Terhadap *Non Process Element* (NPE) *Lime Mud*”**

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Kota Deltamas

Pada tanggal : 17 Agustus 2022

Yang menyatakan



(Ahmad Wahyu Shaputra)

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR DIAGRAM.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang.....	1
1.1.1    Waktu dan Tempat Penelitian .....	2
1.2    Rumusan Masalah.....	3
1.3    Tujuan Penelitian.....	3
1.4    Manfaat Penelitian.....	3
1.5    Hipotesis.....	4
1.6    Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.7    Sistematika Penulisan .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1    Chemical Recovery.....	7
2.2    Sistem Kaustik.....	8
2.3    Lime Mud.....	9
2.4    Non Process Element (NPE) .....	10
2.4.1    Silikon Dioksida (SiO <sub>2</sub> ) .....	11
2.4.2    Aluminium Oksida .....	12
2.4.3    Magnesium Oksida .....	12
2.4.4    Mangan (III) Oksida .....	12
2.4.5    Besi (III) Oksida .....	13
2.4.6    Difosfor Pentaoksida.....	13



2.5	Sumber NPE.....	13
2.5.1	Bahan Baku .....	14
2.5.2	Bahan Pendukung .....	14
2.5.3	Bahan Bakar .....	15
2.6	Dampak Negatif NPE .....	15
2.7	Pengendalian NPE .....	17
2.8	Perlakuan Raw Green Liquor .....	18
2.9	Jar Test .....	20
2.10	Poly Dimethyl-Diallyl-Ammonium Chloride (PDADMAC).....	20
2.11	Anionic Polyacrylamide (A-PAM).....	21
2.12	Sistem Flokulasi Berkelanjutan .....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		23
3.1	Metodologi Pengumpulan Data.....	23
3.2	Alat dan Bahan .....	23
3.2.1	Alat Penelitian .....	23
3.2.2	Bahan Penelitian .....	24
3.3	Rancangan Penelitian.....	25
3.3.1	Variabel Penelitian .....	25
3.3.2	Tahap Persiapan.....	26
3.3.3	Deskripsi Proses .....	29
3.3.4	Diagram Alir Penelitian .....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		35
4.1	Hasil Pengujian Bahan Baku .....	35
4.2	Hasil Pengujian Non Process Element (NPE) Clean Green Liquor .....	37
BAB V PENUTUP .....		54
5.1	Kesimpulan.....	54
5.2	Saran .....	54
DAFTAR PUSTAKA .....		56
LAMPIRAN .....		59

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1. 1</b> Variasi Dosis PDADMAC .....	4
<b>Tabel 2. 1</b> Standar Persentase NPE Lime Mud dalam Operasi Mill.....	10
<b>Tabel 2. 2</b> Sumber Non Process Element (NPE) .....	13
<b>Tabel 2. 3</b> Efek Akumulasi Non Process Element (NPE) .....	16
<b>Tabel 3. 1</b> Alat Penelitian .....	23
<b>Tabel 3. 2</b> Bahan Penelitian .....	24
<b>Tabel 3. 3</b> Variabel Penelitian.....	25
<b>Tabel 4. 1</b> Kemurnian Kalsium Oksida (CaO) .....	35
<b>Tabel 4. 2</b> Kandungan NPE Bahan Baku .....	35
<b>Tabel 4. 3</b> Variasi Percobaan Pembuatan Clean Green Liquor .....	36
<b>Tabel 4. 4</b> Komposisi Clean Green Liquor.....	36
<b>Tabel 4. 5</b> Hasil Pengujian Pengaruh Rasio Dosis PDADMAC dan APAM terhadap Non Process Element (NPE) Clean Green Liquor .....	37
<b>Tabel 4. 6</b> Hasil Pengujian Pengaruh Rasio Dosis PDADMAC dan APAM terhadap Non Process Element (NPE) Lime Mud .....	45
<b>Tabel L2. 1</b> Data Perhitungan Silikon Dioksida (SiO <sub>2</sub> ) .....	65
<b>Tabel L2. 2</b> Data Perhitungan Magnesium Oksida (MgO) .....	66
<b>Tabel L2. 3</b> Data Perhitungan Besi (III) Oksida (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) .....	67
<b>Tabel L2. 4</b> Data Perhitungan Mangan (III) Oksida (Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ).....	68
<b>Tabel L2. 5</b> Data Perhitungan Aluminium Oksida (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) .....	69
<b>Tabel L2. 6</b> Data Perhitungan Difosfor Pentaoksida (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) .....	70
<b>Tabel L2. 7</b> Data Perhitungan Silikon Dioksida (SiO <sub>2</sub> ) .....	71
<b>Tabel L2. 8</b> Data Perhitungan Magnesium Oksida (MgO) .....	72
<b>Tabel L2. 9</b> Data Perhitungan Besi (III) Oksida (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ).....	73
<b>Tabel L2. 10</b> Data Perhitungan Mangan (III) Oksida (Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ).....	74
<b>Tabel L2. 11</b> Data Perhitungan Aluminium Oksida (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ).....	75

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Chemical Recovery .....	7
<b>Gambar 2. 2</b> Sistem Kaustik .....	8
<b>Gambar 2. 3</b> NPE .....	11
<b>Gambar 2. 4</b> Koagulasi .....	19
<b>Gambar 2. 5</b> Flokulasi .....	19
<b>Gambar 2. 6</b> Struktur Molekul PDADMAC .....	21
<b>Gambar 2. 7</b> Struktur Molekul A-PAM.....	21
<b>Gambar 2. 8</b> Sistem Flokulasi Berkelanjutan PDADMAC : A-PAM.....	22
<b>Gambar 4. 1</b> Histogram Pengaruh Variasi Rasio Dosis PDADMAC : A-PAM terhadap Silika Oksida ( $\text{SiO}_2$ ) .....	38
<b>Gambar 4. 2</b> Histogram Pengaruh Variasi Rasio Dosis PDADMAC : A-PAM terhadap Magnesium Oksida ( $\text{MgO}$ ) .....	39
<b>Gambar 4. 3</b> Histogram Pengaruh Variasi Rasio Dosis PDADMAC : A-PAM terhadap Besi (III) Oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) .....	40
<b>Gambar 4. 4</b> Histogram Pengaruh Variasi Rasio Dosis PDADMAC : A-PAM terhadap Mangan (III) Oksida ( $\text{Mn}_2\text{O}_3$ ) .....	41
<b>Gambar 4. 5</b> Histogram Pengaruh Variasi Rasio Dosis PDADMAC : A-PAM terhadap Aluminium Oksida ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).....	42
<b>Gambar 4. 6</b> Total NPEs Clean Green Liquor .....	43
<b>Gambar 4. 7</b> Reaksi PDADMAC : APAM pada partikel koloid .....	44
<b>Gambar 4. 8</b> Histogram Pengaruh Variasi Rasio Dosis PDADMAC : A-PAM terhadap Difosfor Pentaoksida ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) .....	46
<b>Gambar 4. 9</b> Histogram Pengaruh Variasi Rasio Dosis PDADMAC : A-PAM terhadap Silika Oksida ( $\text{SiO}_2$ ) .....	47
<b>Gambar 4. 10</b> Histogram Pengaruh Variasi Rasio Dosis PDADMAC : A-PAM terhadap Magnesium Oksida ( $\text{MgO}$ ) .....	48
<b>Gambar 4. 11</b> Histogram Pengaruh Variasi Rasio Dosis PDADMAC : A-PAM terhadap Besi (III) Oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) .....	49
<b>Gambar 4. 12</b> Histogram Pengaruh Variasi Rasio Dosis PDADMAC : A-PAM terhadap Mangan (III) Oksida ( $\text{Mn}_2\text{O}_3$ ) .....	50
<b>Gambar 4. 13</b> Histogram Pengaruh Variasi Rasio Dosis PDADMAC : A-PAM terhadap Aluminium Oksida ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).....	51
<b>Gambar 4. 14</b> Total NPEs Lime Mud.....	52
<b>Gambar L.3. 1</b> Bahan Penelitian .....	77
<b>Gambar L.3. 2</b> Proses Koagulasi-Flokulasi Raw Green Liquor .....	78
<b>Gambar L.3. 3</b> Clean Green Liquor .....	79
<b>Gambar L.3. 4</b> Proses Pembuatan White Liquor dan Lime Mud .....	80
<b>Gambar L.3. 5</b> Proses Pengujian NPE Lime Mud .....	81
<b>Gambar L.3. 6</b> Foto Bersama Pembimbing Lapangan .....	82

## DAFTAR DIAGRAM

<b>Diagram 3. 1</b> Diagram Alir Penelitian .....	34
---	----

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 .....	60
LAMPIRAN 2 .....	65
LAMPIRAN 3 .....	77