

TESIS

*Pendekatan Sirkular Ekonomi dalam Pemanfaatan Limbah Proses
Pemurnian Cl₂ menjadi Tawas*



Disusun oleh :

BRAYAN MULTIRIZKY PRADANA

24065020008

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR**

2026

**LEMBAR PENGESAHAN
TESIS**

**“PENDEKATAN SIRKULAR EKONOMI DALAM PEMANFAATAN
LIMBAH PROSES PEMURNIAN Cl_2 MENJADI TAWAS”**

Disusu Oleh:

Brayan Multirizky Pradana

NPM. 24065020008

Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Tim Penguji

Pada tanggal : 06 Juli 2026

Tim Penguji

Pembimbing

1.

Prof. Dr. Ir. Srie Muljani, M.T.

NIP. 19611112-198903 2 001

Erwan Adi Saputro, ST, MT, PhD.

NIP. 19800410-200501 1 001

2.

Dr. T. Ir. Susilowati, M.T.

NIP. 19621120-199103 2 001

Dr Silvana Dwi Nurherdiana, S.Si.

NIP. 202 19930701 210

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.

NIP. 19650403 199103 2 001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Brayan Multirizky Pradana
NIM : 24065020008
Program : ~~Sarjana (S1)~~ / Magister (S2) / ~~Doktor (S3)~~
Program Studi : Magister Ilmu Lingkungan
Fakultas : Teknik & Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah ~~Tugas Akhir/Skripsi~~/Tesis/~~Disertasi~~* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemulan indikasi plagiat pada ~~Skripsi~~/Tesis/~~Desertasi~~ ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 13 Juli 2026

Yang Menyatakan


Multirizky Pradana)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah kebersamai penyusun dalam setiap fase penyusunan sehingga dapat menyelesaikan penelitian dengan judul **“Pendekatan Sirkular Ekonomi dalam Pemanfaatan Limbah Proses Pemurnian Cl₂ menjadi Tawas”** sebagai salah satu syarat kelulusan.

Penyusun ingin berbagi rasa syukur dengan berterimakasih kepada orang – orang yang kebersamai kami dalam menyelesaikan penelitian ini.

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP selaku Dekan Fakultas Teknik & Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
2. Bapak Erwan Adi Saputro, ST, MT, PHD selaku dosen pembimbing I dalam penelitian yang penulis lakukan
3. Ibu Dr Silvana Dwi Nurherdiana, S.Si selaku dosen pembimbing II dalam penelitian yang penulis lakukan

Penyusun menyadari masih banyak kekurangan pada penelitian ini. Oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan. Akhir kata, penyusun mohon maaf kepada semua pihak apabila dalam pelaksanaan penelitian ini masih banyak kekurangan.

Surabaya,

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
INTISARI.....	vii
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan masalah	4
I.3 Tujuan	4
I.4 Manfaat	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
II.1 Asam Sulfat (H_2SO_4)	5
II.2 Tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$).....	7
II.3 Sifat Bahan	11
II.4 Ekonomi Sirkular.....	12
II.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Efektivitas Tawas	15
II.6 Parameter Penelitian.....	16
II.7 Koagulasi.....	17
II.8 Flokulasi	18
II.9 Hipotesis	19

BAB III.....	20
METODOLOGI PENELITIAN.....	20
III.1 Bahan yang Digunakan	20
III.2 Alat yang Digunakan.....	20
III.3 Variable yang Dikerjakan	20
III.4 Cara Kerja	20
III. 5 Diagram Alir	21
III. 6 Prosedur Test Total Solubel Alumina	21
III. 7 Prinsip Kerja X-Ray Fluorescence (XRF)	22
III. 8 Metode Analisis Ekonomi Sirkular	23
BAB IV	25
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
IV.1 Karakter Kimia dari $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	25
IV.2 Karakter Fisik dari $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	29
IV.3 Potensi pemanfaatan limbah H_2SO_4 Menjadi $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	31
BAB V.....	40
KESIMPULAN DAN SARAN.....	40
V.1 Kesimpulan.....	40
V.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	42
Lampiran	i

Pendekatan Sirkular Ekonomi dalam Pemanfaatan Limbah Proses Pemurnian Cl₂ menjadi Tawas

Nama Mahasiswa : Brayan Multirizky Pradana
NPM : 24065020008
Pembimbing 1 : Erwan Adi Saputro, ST, MT, PhD.
Pembimbing 2 : Dr. Silvana Dwi Nurherdiana, S.Si.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah asam sulfat (H₂SO₄) hasil proses pemurnian gas klorin sebagai bahan baku pembuatan tawas (Al₂(SO₄)₃) melalui reaksi dengan aluminium hidroksida (Al(OH)₃) serta mengevaluasi penerapan konsep ekonomi sirkular. Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan variasi berat Al(OH)₃ dan kecepatan pengadukan, kemudian produk dianalisis berdasarkan kandungan Al₂O₃ menggunakan metode titrasi kompleksometri dan dikonfirmasi dengan X-Ray Fluorescence (XRF), karakteristik fisik, neraca massa, potensi ekonomi, serta indikator Recycling Rate (RC) dan Circularity Rate (CR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi terbaik diperoleh pada penggunaan Al(OH)₃ sebanyak 300 gram dan kecepatan pengadukan 150 rpm dengan kandungan Al₂O₃ sebesar 18,21% berdasarkan titrasi dan 17,40% berdasarkan XRF, serta kandungan Fe sebesar 0,01%. Produk yang dihasilkan memiliki karakteristik fisik yang padat, homogen, dan stabil. Analisis neraca massa menunjukkan bahwa simulasi pemanfaatan 300 liter limbah H₂SO₄ 70% mampu menghasilkan sekitar 391 kg tawas, sedangkan pada skala industri penggunaan 5.000 liter limbah H₂SO₄ per hari berpotensi menghasilkan sekitar 6.514 kg tawas per hari. Penerapan konsep ekonomi sirkular menghasilkan nilai Recycling Rate sebesar 80,9% dan Circularity Rate sebesar 72,8%, yang menunjukkan tingginya tingkat pemanfaatan limbah sebagai material sekunder. Secara keseluruhan, pemanfaatan limbah H₂SO₄ menjadi tawas layak diterapkan karena mampu mengurangi limbah B3, menekan biaya operasional, menghasilkan produk bernilai guna, serta mendukung penerapan ekonomi sirkular dan pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan.

Kata kunci: limbah asam sulfat, aluminium sulfat, ekonomi sirkular, Recycling Rate, Circularity Rate, pemanfaatan limbah B3.