

**PEMANFAATAN *FLY ASH INCINERATOR*
DALAM MENURUNKAN KADAR LOGAM BERAT
LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN (LB3)
PADA PROSES STABILISASI DAN SOLIDIFIKASI**

TUGAS AKHIR



M. ALHAM

1222915026

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

2023

**PEMANFAATAN *FLY ASH INCINERATOR*
DALAM MENURUNKAN KADAR LOGAM BERAT
LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN (LB3)
PADA PROSES STABILISASI DAN SOLIDIFIKASI**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar sarjana Teknik Lingkungan**



M. ALHAM

1222915026

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

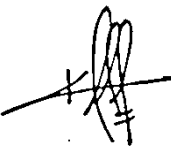
2023

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : M.ALHAM

Nim : 1222915026

Tanda Tangan : 

Tanggal : 12 Februari 2024

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : M. ALHAM

NIM : 1222915026

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer

Judul Skripsi : Pemanfaatan *Fly Ash Incinerator* Dalam Menurunkan Kadar Logam Berat Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (LB3) pada Proses Stabilisasi dan Solidifikasi.

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

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Diki Surya Irawan, S.T., M.Si., IPM.

()

Pembimbing 2 : Prof. Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr.Sc., Ph.D.,IPM.,

ASEAN Eng.

()

Penguji 1 : Sirin Fairus, S.TP., M.T.

()

Penguji 2 : Aqil Azizi, S.Pi., MApplSc, Ph.D.

()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 12 Februari 2024

KATA PENGANTAR

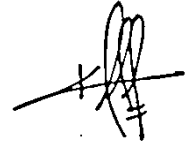
Segala puji dan syukur kepada Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir yang berjudul “**Pemanfaatan *Fly Ash Incinerator* Dalam Menurunkan Kadar Logam Berat Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (LB3) pada Proses Stabilisasi dan Solidifikasi**”.

Dalam proses penyusunan Proposal Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan, bimbingan, dan dukungan dari banyak orang. Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Diki Surya Irawan, S.T., M.Si., IPM. selaku Dosen Pembimbing I, yang telah menyediakan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, saran, dan nasihatnya kepada penulis selama penyusunan laporan ini.
2. Ibu Prof. Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr.Sc., Ph.D.,IPM., ASEAN Eng. selaku Dosen Pembimbing II, yang telah menyediakan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, saran, dan nasihatnya kepada penulis selama penyusunan laporan ini.
3. Ibu Sirin Fairus, S.TP., M.T dan Bapak Aqil Azizi, S.Pi., MAppIsc, Ph.D. sebagai penguji yang telah memberikan masukan yang berharga untuk membantu saya menyusun tugas akhir ini.
4. Kedua Orang Tua dan keluarga besar atas doa, dukungan, kasih sayang, semangat, dan fasilitas yang telah diberikan kepada penulis selama pendidikannya.
5. Semua Dosen Jurusan Teknik Lingkungan beserta Staff Universitas Bakrie, yang telah memberikan pengetahuannya kepada penulis dan semua pihak yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini, yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
6. Seluruh rekan karyawan di PT. Prasdha Pamunah Limbah Industri (PPLI) atas saran, nasehat, serta kebaikan dan rasa persahabatan yang diberikan kepada penulis selama ini.
7. Teman-teman Program Studi Teknik Lingkungan 2023 dan semua orang yang telah membantu menyelesaikan Tugas Akhir, yang penulis tidak dapat menyebutkan semua.

Disadari bahwa penyusunan Tugas Akhir masih jauh dari sempurna, diharapkan kritik dan saran untuk membantu memperbaikinya. Semoga gagasan tertulis ini bermanfaat bagi semua orang yang membutuhkannya.

Jakarta, 12 Februari 2024

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke extending to the left.

M.Alham

1222915026

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : M. Alham

NIM : 1222915026

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer

Judul Skripsi : Pemanfaatan *Fly Ash* Insinerator Dalam Menurunkan Kadar Logam Berat Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (LB3) pada Proses Stabilisasi dan Solidifikasi.

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

PEMANFAATAN *FLY ASH* INCINERATOR DALAM MENURUNKAN KADAR LOGAM BERAT LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN (LB3) PADA PROSES STABILISASI DAN SOLIDIFIKASI

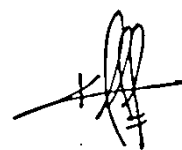
Untuk kepentingan akademis, Universitas Bakrie memiliki hak bebas royalti noneksklusif ini untuk menyimpan, mengalih media, mengformat, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya, selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Tanggal : 12 Februari 2024

Yang Menyatakan



M. Alham

**PEMANFAATAN *FLY ASH INCINERATOR* DALAM MENURUNKAN KADAR
LOGAM BERAT LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN (LB3)
PADA PROSES STABILISASI DAN SOLIDIFIKASI**

M. Alham

ABSTRAK

Perkembangan industri saat ini memicu munculnya masalah lingkungan akibat limbah yang dihasilkan. Limbah yang dihasilkan diantaranya mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3). Penanganan limbah B3 yang tidak tepat akan memiliki dampak langsung terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. PT Prasadha Pamunah Limbah Industri (PPLI) merupakan perusahaan yang bergerak di bidang lingkungan yaitu menyediakan jasa pengolahan limbah industri. Berdasarkan Keputusan Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (Bapedal) nomor 67 tahun 1994, PT PPLI telah memiliki izin untuk melakukan pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). PT PPLI menggunakan beberapa metode pengolahan Limbah B3 salah satunya dengan proses stabilisasi dan solidifikasi menggunakan campuran semen dan *fly ash*. Percobaan ini bertujuan mengetahui pengaruh dan efisiensi penurunan kandungan logam berat Pb dan As pada Limbah B3 cair dengan formula limbah B3 : *fly ash* : semen dengan perbandingan (g/g) 1:1:1, 1,5:1:0,5 dan 2:0,5:0,5 melalui proses stabilisasi dan solidifikasi dengan uji *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP). Hasil penelitian menunjukkan Campuran *Fly ash* dari insinerator dan semen pada formula 1:1:1 dan 1,5:1:0,5 memberikan pengaruh untuk menurunkan kandungan logam berat Pb dan As pada limbah B3, sedangkan pada formula 2:0,5:0,5 tidak direkomendasikan pada proses ini, karena hasil stabilisasi dan solidifikasi memiliki karakter adonan yang rapuh dan menyisakan air lindi. Hasil uji TCLP pada formula 1:1:1 dan 1,5:1:0,5 telah memenuhi baku mutu lingkungan lampiran XII Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Efisiensi penurunan logam berat Pb dan As pada formulasi 1:1:1, Pb sebesar 99,50% dan As sebesar 99,34%, sedangkan pada formulasi 1,5:1:0,5 Pb sebesar 99,36% dan As sebesar 99,19%. Hasil uji statistik beda nyata dengan uji *T independent* terhadap formulasi 1:1:1 dan 1,5:1:0,5 pada masing-masing logam Pb dan As dinyatakan tidak ada perbedaan signifikan dan dapat digunakan keduanya.

Kata Kunci: Limbah B3, Logam Berat, Stabilisasi dan Solidifikasi, *Fly Ash*, TCLP.

UTILIZATION OF FLY ASH INCINERATORS IN REDUCING HEAVY METAL LEVELS IN HAZARDOUS AND TOXIC WASTE IN THE STABILIZATION AND SOLIDIFICATION PROCESS

M. Alham

ABSTRACT

Current industrial developments have triggered the emergence of environmental problems due to the waste produced. The waste produced contains hazardous and toxic materials (B3). Improper handling of B3 waste will have a direct impact on human health and the environment. PT Prasadha Pamunah Limbah Industri (PPLI) is a company operating in the environmental sector, namely providing industrial waste processing services. Based on the Decree of the Environmental Impact Control Agency (Bapedal) number 67 of 1994, PT PPLI has a permit to process Hazardous and Toxic Waste (B3). PT PPLI uses several methods for processing B3 waste, one of which is the stabilization and solidification process using a mixture of cement and fly ash. This experiment aims to determine the effect and efficiency of reducing the heavy metal content Pb and As in liquid B3 waste with the B3 waste formula: fly ash: cement with a ratio of (g/g) 1:1:1, 1.5:1:0.5 and 2:0.5:0.5 through a stabilization and solidification process using the Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP) test. The research results showed that the mixture of fly ash from the incinerator and cement in the formulas 1:1:1 and 1.5:1:0.5 had the effect of reducing the heavy metal content Pb and As in B3 waste, while in the formula 2:0.5:0.5 is not recommended in this process, because the stabilization and solidification results have a brittle dough character and leave leachate. The TCLP test results on the 1:1:1 and 1.5:1:0.5 formulas have met environmental quality standards in Appendix XII of the Government Regulation of the Republic of Indonesia Number 22 of 2021 concerning the Implementation of Environmental Protection and Management. The efficiency of reducing heavy metals Pb and As in the 1:1:1 formulation, Pb was 99.50% and As was 99.34%, while in the 1.5:1:0.5 formulation Pb was 99.36% and As was 99.19%. The statistical test results were significantly different from the independent T test for the 1:1:1 and 1.5:1:0.5 formulations for Pb and As metals respectively. It was stated that there was no significant difference and both could be used.

Kata Kunci: Toxic Hazardous Waste, Heavy Metals, Stabilization and Solidification, Fly Ash, TCLP.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.5. Ruang Lingkup	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Profil Perusahaan Tempat Penelitian.....	6
2.2. Bahan Berbahaya dan Beracun (B3).....	7
2.3. Insinerasi.....	9
2.3.1. Insinerator	9
2.4. Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>)	10
2.5. Stabilisasi & Solidifikasi (S/S)	11
2.6. Logam Berat	14
2.6.1. Toksisitas Logam Berat	15
2.6.2. Timbal (Pb).....	16
2.6.3. Arsen (As).....	16
2.7. <i>Toxicity Characteristic Leaching Procedure</i> (TCLP)	17
2.8. Penelitian Terkait.....	18
BAB III METODE PENELITIAN.....	24
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	24
3.2. Jenis Penelitian	24
3.3. Kerangka Pemikiran	24
3.4. Variabel yang diamati.....	26

3.5.	Sumber Data Penelitian	26
3.5.1.	Data Primer	26
3.5.2.	Data Sekunder.....	26
3.6.	Teknik Pengumpulan Data	26
3.6.1.	Observasi	26
3.6.2.	Dokumentasi	27
3.7.	Tahapan Penelitian.....	27
3.7.1.	Alat dan Bahan Percobaan.....	27
3.7.2.	Pembuatan Limbah Buatan dan Analisis Konsentrasi Awal	27
3.7.3.	Pembuatan Benda Uji	27
3.7.4.	<i>Uji Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP)</i>	28
3.7.5.	Analisis Data.....	28
BAB IV PEMBAHASAN.....		29
4.1.	Karakteristik Limbah Awal	29
4.2.	Karakteristik dan Peranan <i>Fly Ash</i>	29
4.3.	Stabilisasi dan Solidifikasi.....	30
4.4.	Uji TCLP Logam Pb.....	31
4.5.	Uji TCLP Logam As.....	33
4.6.	Efisiensi dan Uji <i>T independent</i> Penurunan Logam Berat Pb Dan As	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		37
5.1.	Kesimpulan	37
5.2.	Saran	37
DAFTAR PUSTAKA		39
LAMPIRAN		42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Persyaratan Konsentrasi Senyawa kimia <i>Fly Ash</i>	11
Tabel 2.2. Penelitian Terkait.....	18
Tabel 4.1. Konsentrasi Awal Limbah Sebelum Diolah.....	29
Tabel 4.2. Tabel Pengamatan Proses Stabilisasi dan Solidifikasi	31
Tabel 4.3. Konsentrasi Logam Pb Setelah Pengolahan	32
Tabel 4.4. Konsentrasi Logam As Setelah Pengolahan.....	33
Tabel 4.5. Efisiensi Penurunan Logam Pb dan As	35
Tabel 4.6. Hasil Statistik Uji T <i>Independent</i> Logam Pb dan As	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Gedung Fasilitas PPLI	6
Gambar 2.2. Struktur Bangun Pelapis Dasar Area Penimbunan Limbah B3 (<i>Landfill</i>) Kategori I, II, dan III	14
Gambar 3.1. Kerangka Alur Penelitian	25

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian	43
Lampiran 2. Prosedur Pengoperasian <i>Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry</i> (ICP-OES).....	44
Lampiran 3. Prosedur TCLP.....	45
Lampiran 4. Baku Mutu Karakteristik Beracun Melalui TCLP Untuk Penetapan Kategori Limbah B3.....	46
Lampiran 5. Baku Mutu Karakteristik Beracun Melalui TCLP Untuk Penetapan Standar Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun Sebelum Ditempatkan Di Fasilitas Penimbunan Akhir.....	50
Lampiran 6. Hasil Perhitungan Statistik Uji T <i>Independent</i> Logam Pb dan As.....	54