

**EVALUASI PEMANFAATAN *FLY ASH* DARI PLTU X SEBAGAI
BAHAN SUBSTITUSI SEMEN DALAM PEMBUATAN BETON**

TUGAS AKHIR



**UNIVERSITAS
BAKRIE**

THALITA AZAHRA PUTRI

1242915003

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER**

UNIVERSITAS BARIE

JAKARTA

2026

**EVALUASI PEMANFAATAN *FLY ASH* DARI PLTU X SEBAGAI
BAHAN SUBSTITUSI SEMEN DALAM PEMBUATAN BETON**

TUGAS AKHIR

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



**UNIVERSITAS
BAKRIE**

THALITA AZAHRA PUTRI

1242915003

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BARIE**

JAKARTA


2026

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Thalita Azahra Putri

NIM : 1242915003

Tanda Tangan : 

Tanggal : 28 Mei 2026





HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Thalita Azahra Putri
NIM : 1242915003
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul Skripsi : Evaluasi Pemanfaatan *Fly ash* Dari Pltu X Sebagai Bahan Substitusi Semen Dalam Pembuatan Beton

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

Dewan Penguji

Pembimbing 1 : Diki Surya Irawan, S.T., M.Si., IPM., ASEAN Eng ()
Pembimbing 2 : Muhammad Daffa Fachrur Reza, S.T., M. Sc ()
Penguji 1 : Dr. Eng. Ir. M. Candra Nugraha D. ()
Penguji 2 : Aqil Azizi, S.Pi., M.Appl.Sc., Ph.D ()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 28 Mei 2026

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : Thalita Azahra Putri
NIM : 1242915003
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Jenis Tugas Akhir : -

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 :

**EVALUASI PEMANFAATAN *FLY ASH* DARI PLTU X SEBAGAI
BAHAN SUBSTITUSI SEMEN DALAM PEMBUATAN BETON**

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 kepenringan akademis.

Demikian pertanyaan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat : Jakarta
Pada Tanggal : 28 Mei 2026

Yang menyatakan



Thalita Azahra Putri

EVALUASI PEMANFAATAN *FLY ASH* DARI PLTU X SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI SEMEN DALAM PEMBUATAN BETON

Thalita Azahra Putri

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan salah satu jenis pembangkit listrik yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar utama. Abu batubara (*fly ash*) ini merupakan sisa pembakaran batubara yang sangat halus yang berasal dari unit pembangkit uap. Material ini berupa butiran halus ringan, bundar, tidak terdapat ruang kosong di antara material, mempunyai kadar bahan semen yang tinggi dan mempunyai sifat pozzolanik. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis karakteristik fisik dan kimia *fly ash* PLTU sebagai bahan campuran bata beton yang ramah lingkungan, mengetahui pengaruh variasi campuran *fly ash* terhadap kekuatan mekanis bata beton. Metode ini dilakukan dengan 2 pengujian yaitu dengan pengujian fisika dan kimia. Untuk pengujian kimia mencakup SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 dan untuk pengujian fisika mencakup uji kehalusan, Indeks aktifitas kekuatan, Kekekalan bentuk, Densitas, Variasi kehalusan, SO_3 , kadar air, hilang pijar. Selain itu, pada pengujian kualitas beton dilakukan uji durabilitas dan uji kuat tekan. Dari hasil pengujian didapatkan hasil bahwa *fly ash* hanya masuk ke kelas C yaitu 61,12%, 3,05%, 1,44% dan 2,52% pada pengujian kimia, dan pada pengujian fisika seluruh hasil telah memenuhi baku mutu yang ditetapkan yaitu 12.05%, 109%, 0,24%, 2.99% dan 1.14%. *Fly ash* tersebut tidak bisa menjadi bahan baku pembuatan beton hanya bisa menjadi bahan campur untuk pembuatan beton karna belum memenuhi ketiga kelas yang sudah ditentukan yaitu kelas N dan F. Secara keseluruhan, pengelolaan dan pemanfaatan *fly ash* yang tepat dapat mendukung upaya pengurangan limbah industri, efisiensi sumber daya, serta penurunan emisi karbon. Dengan pendekatan teknologi serta regulasi yang memadai, dan kolaborasi antar sektor, *fly ash* tidak lagi dipandang semata-mata sebagai limbah, melainkan sebagai material bernilai yang berkontribusi terhadap pembangunan industri yang lebih berkelanjutan.

Kata Kunci: Batu bara, Beton, *Bottom ash*, *Fly ash*, Pembangkit Listrik Tenaga Uap

***EVALUATION OF FLY ASH UTILIZATION FROM PLTU X AS CEMENT
SUBSTITUTION MATERIAL IN CONCRETE PRODUCTION***

Thalita Azahra Putri

ABSTRACT

Steam Power Plants (PLTU) are one type of power generation facility that uses coal as the main fuel. Coal ash (*fly ash*) is a very fine residue from coal combustion originating from steam power generation units. This material consists of fine, lightweight, spherical particles with no voids between them, contains a high cementitious content, and exhibits pozzolanic properties. This study was conducted to analyze the physical and chemical characteristics of *fly ash* from a steam power plant as an environmentally friendly additive material for concrete bricks, to determine the effect of variations in *fly ash* mixtures on the mechanical strength of concrete bricks. The method employed involved two types of testing: physical and chemical tests. Chemical testing included the analysis of SiO₂, Al₂O₃, and Fe₂O₃, while physical testing included fineness testing, strength activity index, soundness, density, fineness variation, SO₃ content, moisture content, and loss on ignition. In addition, concrete quality testing included durability tests and compressive strength tests. The test results showed that the *fly ash* only met the requirements for Class C in the chemical tests in 61,12%, 3,05%, 1,44% and 2,52%, while all physical test results met the established quality standards in 12.05%, 109%, 0,24%, 2.99% and 1.14%. The *fly ash* cannot be used as a primary raw material for concrete production but can only be used as an additive in concrete mixtures, as it does not meet the requirements for all three specified classes, namely Class N and Class F. Overall, proper management and utilization of *fly ash* can support efforts to reduce industrial waste, improve resource efficiency, and lower carbon emissions. With adequate technological approaches and regulatory frameworks, as well as cross-sector collaboration, *fly ash* is no longer viewed merely as waste, but rather as a valuable material that contributes to more sustainable industrial development.

Keywords: *Bottom ash, coal, Concrete Fly ash, Steam Power Plant atau Coal-Fired Power Plant*

UNGKAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir dengan judul “Pengujian Spesifikasi *Fly ash* Sisa Pembakaran Batu Bara Pada PLTU X Untuk Pemanfaatan Menjadi Bahan Baku Pembuatan Bata Beton”

Dengan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang ikut serta menyumbang buah pikiran, memberi semangat, dan memanjatkan doa, terutama kepada :

1. **Bapak Diki Surya Irawan, S.T., M.Si., IPM., ASEAN Eng.** sebagai dosen pembimbing I yang telah memberi bimbingan, arahan, serta saran selama penyusunan tugas akhir ini.
2. **Bapak Muhammad Daffa Fachrur Reza, S.T., M. Sc.** sebagai dosen pembimbing II yang telah memberi bimbingan, arahan, serta saran selama penyusunan tugas akhir ini.
3. **Bapak Aqil Azizi, S.Pi., M.Appl.Sc., Ph.D.,** sebagai Kepala Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Bakrie dan Penguji II yang telah memberikan arahan.
4. **Bapak Dr. Eng. Ir. M. Candra Nugraha D.** selaku Penguji I yang memberikan arahan dan evaluasi terkait proses pengerjaan tugas akhir.
5. **Seluruh keluarga** yang telah memberi doa tulus yang menyertai selama penyusunan tugas akhir ini.
6. **Iqbal Azhari,** yang telah mendampingi penulis saat senang maupun sulit terimakasih atas tenaga, waktu serta materi yang telah diberikan selama ini.
7. *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, for never quitting.*

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh sebab itu kritik dan saran yang bersifat membangun senantiasa sangat diharapkan. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan dan yang membaca.

Jakarta,



Thalita Azahra Putri

1242915003

DAFTAR ISI

Halaman	
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
UNGKAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Profil Perusahaan.....	6
2.2. Limbah Non B3.....	6
2.3. <i>Fly ash</i>	7
2.3.1. Karakteristik Fisik.....	9
2.3.2. Karakteristik Kimia.....	9
2.3.3. Karakteristik Mekanis.....	9
2.3.4. Karakteristik terhadap Beton.....	10
2.3.5. Karakteristik Klasifikasi Utama.....	10
2.4. Regulasi Terkait.....	11
2.5. Pengaruh terhadap Sifat Beton.....	12
2.6. Pengaruh Ekonomi dari Pemanfaatan <i>Fly ash</i>	15
2.7. Penelitian Terdahulu.....	16
BAB III. METODE PENELITIAN.....	17
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	17
3.2. Subjek Penelitian.....	17

3.3.	Kerangka Pemikiran	17
3.4.	Alat dan Bahan Penelitian	19
3.5.	Prosedur.....	19
3.6.	Tahap Interpretasi Data	28
3.7.	Tahap Pengolahan dan Analisis Data.....	28
BAB IV. PEMBAHASAN.....		29
4.1.	Hasil Uji Kimia.....	30
4.1.1.	Penetapan Kadar $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2$	30
4.1.2.	Penetapan Kadar SO_3	31
4.1.3.	Kadar Air.....	31
4.1.4.	Persentase Hilang Pijar (<i>Loss of Ignition</i>).....	32
4.2.	Hasil Uji Fisika.....	33
4.2.1.	Kehalusan.....	33
4.2.2.	Indeks Afinitas Kekuatan.....	34
4.2.3.	Kekekalan Bentuk	34
4.2.4.	Persyaratan Keseragaman	34
4.2.5.	Kelas Mutu <i>Fly ash</i> PT X	35
4.3.	Proses Pembuatan Beton Berbasis Limbah <i>Fly ash</i>	35
4.4.	Berat Jenis Beton.....	37
4.5.	Uji Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari	38
4.6.	Uji <i>Workability</i> (<i>Shumptest</i>)	40
4.7.	Implikasi Lingkungan terhadap Pemanfaatan <i>Fly ash</i> yang Telah Diuji	41
4.8.	Pengaruh Pemanfaatan <i>Fly ash</i> terhadap Kualitas Lingkungan	42
4.9.	Aspek Ekonomi Pemanfaatan <i>Fly ash</i> dalam Produksi Beton	44
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		47
5.1.	Kesimpulan.....	47
5.2.	Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA		48
DAFTAR LAMPIRAN		51

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	18
Gambar 4.1. Proses Pembuatan Beton	37
Gambar 4.2. Pengujian Kuat Tekan	39

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Pengaruh <i>Fly ash</i> Pada Sifat Beton	14
Tabel 2.2. Daftar Penelitian Sebelumnya	16
Tabel 3.1. Parameter Uji Kimia <i>Fly ash</i>	20
Tabel 3.2. Parameter Uji Fisika <i>Fly ash</i>	21
Tabel 3.3. Toleransi Waktu Yang Di Izinkan Sesuai SNI 1974:2011	26
Tabel 3.4. Faktor Koreksi Rasio Panjang (L) Dengan Diameter (D) Benda Uji	27
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Kimia <i>Fly ash</i> PLTU X.....	29
Tabel 4.2. Hasil Uji Fisika <i>Fly ash</i> PLTU X.....	32
Tabel 4.3. Komposisi Beton Tiap Persentase.....	36
Tabel 4.4. Berat jenis beton.....	37
Tabel 4.5. Pengujian Kuat Tekan	38
Tabel 4.6 Pengujian <i>Slump Test</i>	44
Tabel 4.7. Rata Rata Produksi <i>FABA</i>	46

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Perhitungan Parameter Fisika dan Kimia	51
Lampiran 2. Data Mentah.....	54
Lampiran 3. SNI Mengenai Spesifikasi <i>Fly ash</i> Batubara Dan Pozzolan Alam Mentah Atau Yang Telah Dikalsinasi Untuk Digunakan Dalam Beton	57
Lampiran 4. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Lampiran XIV Dan PERMEN LHK Nomor 19 Tahun 2021 Ayat 2 dan 3.....	59
Lampiran 5. Proses Pembuatan Beton.....	60
Lampiran 6. Pengujian Slump Test.....	51
Lampiran 7. Pengujian Kuat Tekan.....	52