

TUGAS AKHIR

Kajian Karakteristik Campuran *Fly Ash* PLTU Bengkayang dan PLTU Asam-Asam Sebagai Material Pengganti Semen

Diajukan untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat
Sarjana S-1 pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Lambung Mangkurat



Dibuat Oleh:

Muhammad Alfin Mahameru
NIM. 2110811210060

Dosen Pembimbing Utama:
Dr. Eng. Irfan Prasetya, S.T.,M.T.
NIP. 19851026 200812 1 001

Dosen Pembimbing Pendamping:
Wiku Adhiwicaksana Krasna, S.T.,M.Eng., Ph.D
NIP. 19860628 201212 1 002

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
BANJARBARU
2025

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL

**Kajian Karakteristik Campuran *Fly Ash* PLTU Bengkayang dan PLTU
Asam-Asam Sebagai Material Pengganti Semen**

Oleh
Muhammad Alfin Mahameru (2110811210060)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 13 Januari 2025 dan dinyatakan
LULUS

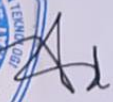
Komite Penguji :

Ketua	: Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng.Sc. NIP. 19690106 199502 2 001	
Anggota 1	: Darmansyah Tjitradi, S.T., M.T. NIP. 19750319 200003 1 001	
Pembimbing Utama	: Dr. Eng. Irfan Prasetya, S.T., M.T. NIP. 19851026 200812 1 001	
Pembimbing Pendamping	: Wiku Adhiwicaksana Krasna, S.T., M.Eng., Ph.D NIP. 19860628 201212 1 002	


Banjarbaru, 13 Januari 2025.
Diketahui dan disahkan oleh:



Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,


Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 19740107 199802 1 001

Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Sipil,


Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T.
NIP. 19720826 199802 1 001

Kajian Karakteristik Campuran *Fly Ash* PLTU Bengkayang dan PLTU Asam-Asam Sebagai Material Pengganti Semen

Muhammad Alfin Mahameru¹, Irfan Prasetya², dan Wiku Adhiwicaksana Krasna³

¹Mahasiswa, Program Studi S-1 Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat

^{2,3}Dosen, Program Studi S-1 Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat

Jl. Jenderal Achmad Yani KM. 35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan – 70714

E-mail : alfinn9712@gmail.com

ABSTRAK

PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) di Indonesia bergantung pada penggunaan batu bara, yang menimbulkan masalah pencemaran melalui emisi CO² dan limbah *fly ash*. Industri konstruksi yang berkembang juga mendorong produksi semen yang merupakan salah satu penyumbang besar emisi karbon di dunia. Menggunakan *fly ash* sebagai substitusi semen dalam mortar dapat mengurangi penggunaan semen dan limbah *fly ash*. Penelitian ini mengevaluasi campuran *fly ash* dari PLTU Bengkayang dan Asam-Asam untuk memahami pengaruhnya terhadap sifat mekanik mortar, guna mendukung efisiensi biaya dan menjaga lingkungan.

Penelitian ini menggunakan 9 komposisi yang berbeda untuk mengetahui perbedaan karakteristik fisik maupun kimia terhadap sifat mekanis mortar dengan menggunakan dua *fly ash* yang dicampur. *Fly ash* digunakan sebesar 20%, 30%, dan 40% dari berat total semen yang digunakan. Campuran *fly ash* Bengkayang dengan Asam-Asam digunakan sebesar 25/75, 50/50, dan 75/25 dari berat total *fly ash* yang digunakan sebagai pengganti semen. *Fly ash* yang digunakan. Masing-masing komposisi ada 6 sampel untuk masing-masing umur 7 dan 28 hari serta di curing rendam. Sampel mortar berbentuk kubus dengan ukuran 5×5×5 cm. Mortar yang telah berumur 7 dan 28 hari akan dilakukan uji tekan dan uji FTIR.

Hasil pengujian diperoleh 3 komposisi yang memiliki nilai SAI (Strength Activity Index) diatas 75%. KBA 1 umur 7 hari (Kadar *fly ash* 20%, rasio *fly ash* Bengkayang/Asam-Asam sebesar 25/75) dengan nilai kuat tekan sebesar 16,91 MPa dan SAI 90%. KBA 2 Umur 28 Hari (Kadar *fly ash* 20%, rasio *fly ash* Bengkayang/Asam-Asam sebesar 50/50) dengan nilai kuat tekan sebesar 21,28 MPa dan SAI 92%. KBA 8 umur 7 hari (Kadar *fly ash* 40%, rasio *fly ash* Bengkayang/Asam-Asam sebesar 50/50) dengan nilai kuat tekan sebesar 15,39 MPa dan SAI 82%. Dari ketiga komposisi tersebut KBA 2 dapat direkomendasikan sebagai bahan substitusi semen untuk umur 7 maupun 28 hari. Untuk penelitian lanjutan dapat digunakan komposisi *fly ash* 20% dengan berbagai macam rasio *fly ash* jika mencampurkan dua *fly ash* yang berbeda.

Kata Kunci : Limbah, Mortar, *Fly Ash*, Semen, Kuat Tekan, FTIR.

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Alfin Mahameru
NIM : 2110811210060
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Kajian Karakteristik Campuran *Fly Ash* PLTU
Bengkayang dan PLTU Asam-Asam Sebagai
Material Pengganti Semen
Pembimbing Utama : Dr.Eng Irfan Prasetia, S.T., M.T
Pembimbing Pendamping : Wiku Adhiwicaksana Krasna, S.T., M.Eng.,
Ph.D

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan tugas akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Lambung Mangkurat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis

Muhammad Alfin Mahameru

2110811210060

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Kajian Karakteristik Campuran *Fly Ash* PLTU Bengkayang dan PLTU Asam-Asam Sebagai Material Pengganti Semen”.

Laporan Tugas Akhir ini ditulis untuk memenuhi persyaratan selesainya pendidikan Program Strata-1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat. Selesainya laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga, terutama Ayah, Ibu, dan Saudara-Saudara tercinta yang telah banyak memberikan doa, dorongan, semangat, dan dana dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Eng. Irfan Prasetya, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama dan bapak Wiku Adhiwicaksana Krasna, S.T., M.Eng., Ph.D selaku CO dosen pembimbing saya yang selalu sabar dalam memberikan arahan dan penjelasan kepada penulis sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T. selaku ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
4. Segenap keluarga besar Laboratorium Struktur dan Material ULM yang telah membantu penulis dalam proses pemeriksaan, pembuatan, hingga pengujian benda uji dalam penelitian ini.
5. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat khususnya teman terdekat penulis yang telah memberikan semangat dan dorongan dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini.

Penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat berguna bagi semua orang dan dapat menjadi sumber informasi dan literatur bagi yang ingin melakukan penelitian sejenis berikutnya.

Banjarbaru, 2025

Penulis

Muhammad Alfin Mahameru

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Fly ash</i>	5
2.2 Semen	7
2.3 Pozzolan	8
2.4 Air	8
2.5 Agregat Halus (Pasir)	9
2.6 Mortar	9
2.7 SAI (<i>Strength Activity Index</i>)	10
2.8 Pengujian Properti Kimia <i>Fly ash</i>	10
2.8.1 Uji LoI (Loss on Ignition)	10
2.8.2 Uji XRF (X-ray Fluorescence)	11
2.8.3 Uji XRD (X-ray Diffraction)	11
2.9 Pengujian Properti Fisik <i>Fly ash</i>	12
2.9.1 Kadar air	12
2.9.2 Fineness	13
2.9.3 Berat Jenis	13
2.10 Pengujian Mortar	14

2.10.1 Uji Kuat Tekan Mortar.....	14
2.10.2 Uji FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy)	14
2.11 Metode Seleksi Data	15
2.12 Studi Literatur	15
BAB III METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	17
3.2 Alat dan Bahan.....	17
3.2.1 Alat.....	17
3.2.2 Bahan	18
3.3 Persiapan dan Pemeriksaan Bahan.....	18
3.4 Rancangan Percobaan	19
3.5 Pembuatan Benda Uji.....	21
3.6 Perawatan (Curing) Benda Uji	22
3.7 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji.....	22
3.8 Penarikan Kesimpulan	23
3.9 Diagram Alir Penelitian	23
BAB IV HASIL DAN ANALISA	25
4.1 Pemeriksaan Bahan	25
4.1.1 Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir Barito)	25
4.1.2 Pemeriksaan Semen PCC.....	26
4.1.3 Pemeriksaan <i>Fly Ash</i> Bengkayang dan Asam – Asam.....	27
4.1.3.1 Karakteristik Fisik <i>Fly Ash</i>	27
4.1.3.2 Karakteristik Kimia <i>Fly Ash</i>	28
4.2 Pemeriksaan Sifat Mekanis <i>Fly Ash</i> Mix Bengkayang dan Asam-Asam.....	31
4.2.1 Hasil Uji Kuat Tekan 7 Hari	32
4.2.2 Hasil Uji Kuat Tekan 28 Hari	41
4.2.3 SAI Mortar <i>Mix</i> Bengkayang dan Asam-Asam	50
4.3 Analisis FTIR Mortar <i>Fly Ash</i> Mix Bengkayang dan Asam-Asam.....	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Sampel saat di bekisting.....	21
Gambar 3.2 Menimbang benda uji.....	22
Gambar 3.3 Pengujian kuat tekan	23
Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian	24
Gambar 4.1 Gradasi Agregat Halus Pasir Barito	26
Gambar 4.2 Grafik XRD FA Bengkayang.....	30
Gambar 4.3 Grafik XRD FA Asam-Asam.....	31
Gambar 4.4 Grafik Kuat Tekan Umur 7 Hari	40
Gambar 4.5 Grafik Kuat Tekan Umur 28 Hari	49
Gambar 4.6 Grafik SAI Umur 7 Hari.....	50
Gambar 4.7 Grafik SAI Umur 28 Hari.....	51
Gambar 4.10 Grafik Perbandingan SAI 7 dengan 28 Hari	52
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Kuat Tekan 7 dengan 28 Hari	53
Gambar 4.10 Grafik Spektra FTIR Sampel Umur 28 Hari	55
Gambar 4.11 Grafik Spektra FTIR Sampel Umur 7 Hari	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Kandungan Kimia Fly ash	5
Tabel 2.2 Syarat Kimia Utama Kandungan Semen Portland Komposit	8
Tabel 3.1 Timeline Penelitian	17
Tabel 3.2 Komposisi Sampel Fly Ash Mix PLTU Asam-Asam dengan Bengkayang	20
Tabel 3.3 Job Mix Design Mortar Fly Ash Mix Asam-Asam dengan Bengkayang	20
Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Pasir Barito.....	25
Tabel 4.2 Hasil Pemeriksaan Semen Gersik	26
Tabel 4.3 Hasil Pemeriksaan Fisik Fly Ash Bengkayang	27
Tabel 4.4 Hasil Pemeriksaan Fisik Fly Ash Asam-Asam	28
Tabel 4.5 Hasil Pemeriksaan Kimia Fly Ash Bengkayang	28
Tabel 4.6 Hasil Pemeriksaan Kimia Fly Ash Asam-Asam.....	29
Tabel 4.11 Hasil Kuat Tekan KBA 1 (7 Hari)	32
Tabel 4.12 Hasil Kuat Tekan Setelah Penghapusan Outlier KBA 1 (7 Hari)	32
Tabel 4.13 Hasil Kuat Tekan KBA 2 (7 Hari)	33
Tabel 4.14 Hasil Kuat Tekan Setelah Penghapusan Outlier KBA 2 (7 Hari)	33
Tabel 4.15 Hasil Kuat Tekan KBA 3 (7 Hari)	34
Tabel 4.16 Hasil Kuat Tekan Setelah Penghapusan Outlier KBA 3 (7 Hari)	34
Tabel 4.17 Hasil Kuat Tekan KBA 4 (7 Hari)	35
Tabel 4.18 Hasil Kuat Tekan Setelah Penghapusan Outlier KBA 4 (7 Hari)	35
Tabel 4.19 Hasil Kuat Tekan KBA 5 (7 Hari)	35
Tabel 4.20 Hasil Kuat Tekan KBA 6 (7 Hari)	36
Tabel 4.21 Hasil Kuat Tekan Setelah Penghapusan Outlier KBA 6 (7 Hari)	36
Tabel 4.22 Hasil Kuat Tekan KBA 7 (7 Hari)	37
Tabel 4.23 Hasil Kuat Tekan Setelah Penghapusan Outlier KBA 7 (7 Hari)	37
Tabel 4.24 Hasil Kuat Tekan KBA 8 (7 Hari)	38
Tabel 4.25 Hasil Kuat Tekan KBA 9 (7 Hari)	38
Tabel 4.26 Hasil Kuat Tekan Setelah Penghapusan Outlier KBA 9 (7 Hari)	39

Tabel 4.27 Hasil Kuat Tekan Kontrol (7 Hari)	39
Tabel 4.28 Hasil Kuat Tekan Setelah Penghapusan Outlier KBA 7 (7 Hari)	39
Tabel 4.29 Hasil Kuat Tekan KBA 1 (28 Hari)	41
Tabel 4.30 Hasil Kuat Tekan Setelah Penghapusan Outlier KBA 1 (28 Hari)	41
Tabel 4.31 Hasil Kuat Tekan KBA 2 (28 Hari)	42
Tabel 4.32 Hasil Kuat Tekan Setelah Penghapusan Outlier KBA 1 (28 Hari)	42
Tabel 4.33 Hasil Kuat Tekan KBA 3 (28 Hari)	43
Tabel 4.34 Hasil Kuat Tekan KBA 4 (28 Hari)	43
Tabel 4.35 Hasil Kuat Tekan Setelah Penghapusan Outlier KBA 4 (28 Hari)	44
Tabel 4.36 Hasil Kuat Tekan KBA 5 (28 Hari)	44
Tabel 4.37 Hasil Kuat Tekan KBA 6 (28 Hari)	45
Tabel 4.38 Hasil Kuat Tekan Setelah Penghapusan Outlier KBA 6 (28 Hari)	45
Tabel 4.39 Hasil Kuat Tekan KBA 7 (28 Hari)	46
Tabel 4.40 Hasil Kuat Tekan Setelah Penghapusan Outlier KBA 7 (28 Hari)	46
Tabel 4.41 Hasil Kuat Tekan KBA8 (28 Hari)	46
Tabel 4.42 Hasil Kuat Tekan KBA 9 (28 Hari)	47
Tabel 4.43 Hasil Kuat Tekan Setelah Penghapusan Outlier KBA 9 (28 Hari)	48
Tabel 4.44 Hasil Kuat Tekan Kontrol (28 Hari)	48
Tabel 4.45 Hasil Kuat Tekan Setelah Penghapusan Outlier Kontrol (28 Hari)	48
Tabel 4.46 Hasil Kuat Tekan dan SAI Umur 7 dan 28 Hari	51