



**ANALISIS BETON GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR LIMBAH
FLY ASH PLTU LONTAR DENGAN VARIASI
MOLARITAS AKTIVATOR (NAOH)**



LAPORAN TUGAS AKHIR

DAPIT BAWONO

41119310007

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2023



**ANALISIS BETON GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR LIMBAH
FLY ASH PLTU LONTAR DENGAN VARIASI
MOLARITAS AKTIVATOR (NAOH)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

Nama : Dapit Bawono

NIM : 41119310007

Pembimbing : Dr. Resmi Bestari Muin, M.S.

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : DAPIT BAWONO
NIM : 41119310007
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : ANALISIS BETON GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR LIMBAH FLY ASH PLTU LONTAR DENGAN VARIASI MOLARITAS AKTIVATOR (NAOH)

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Tanda Tangan

Pembimbing : Dr. Resmi Bestari Muin, M.S.
NIDN/NIDK/NIK : 8990650022



Ketua Penguji : Erlangga Rizqi Fitriansyah, S.T., M.T.
NIDN/NIDK/NIK : 0322039103



Anggota Penguji : Dian Rahmawati, S.T., M.T.
NIDN/NIDK/NIK : 8822222256



Jakarta, 28 Juli 2023


Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NIDN: 0307037202

Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil



Sylvia Indriany, S.T., M.T.
NIDN: 0302087103

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dapit Bawono
NIM : 41119310007
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : ANALISIS BETON GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR LIMBAH FLY ASH PLTU LONTAR DENGAN VARIASI MOLARITAS AKTIVATOR (NAOH)

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 28 Juli 2023



Dapit Bawono

UNIVERSITA
MERCU BUANA

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya ucapkan kepada Allah SWT atas segala limpahan berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Proposal Tugas Akhir ini guna untuk melengkapi sebagai syarat dalam mencapai gelar Sarjana Srata Satu. Dalam penyusunan tugas akhir ini saya memberikan judul:

“ANALISIS BETON *GEOPOLYMER* BERBAHAN DASAR LIMBAH *FLY ASH* PLTU LONTAR DENGAN VARIASI MOLARITAS AKTIVATOR (NAOH)”.

Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini diselesaikan berdasarkan hasil penelitian dan teori - teori yang penulis dapatkan selama berada di bangku kuliah serta dari berbagai karya ilmiah (jurnal) dan standar-standar yang berlaku.

Dalam penyusunan laporan ini penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Sylvia Indriany, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana
2. Ibu Novika Candra Fertilia, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
3. Ibu Dr. Resmi Bestari Muin, M.S. selaku dosen pembimbing tugas akhir ini yang telah memberikan pengarahan, petunjuk, bimbingannya selama pelaksanaan, penulisan, dan penyusunan hingga selesai.

4. Bapak Muhamad Enuh, selaku Expert di PT Waskita Beton Precast yang telah memfasilitasi penulis dalam melakukan penelitian dan masukan-masukan yang sangat membantu penulis dalam melakukan penelitian.
5. Karyawan Laboratorium Research Center PT Waskita Beton Precast yang telah membantu penulis dalam melakukan penelitian,
6. Orang tua saya tercinta dan seluruh keluarga yang telah memberi dukungan dan doa yang tulus kepada saya
7. Seluruh dosen dan karyawan pada Jurusan Teknik Prgram Studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana,
8. Rekan – rekan mahasiswa, baik di kampus maupun di luar kampus yang turut membantu dan mendukung saya dalam penyelesaian skripsi ini

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan laporan tugas akhir ini

Semoga penelitian dan penulisan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat baik untuk pribadi penulis, dosen pembimbing, serta rekan rekan Mahasiswa Universitas Mercu Buana, dan masyarakat pada umumnya.

Bekasi, 07 Juli 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR ISTILAH	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang Masalah	I-1
1.2 Identifikasi Masalah	I-3
1.3 Perumusan Masalah	I-4
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian	I-4
1.5 Manfaat Penelitian	I-5
1.6 Pembatasan dan Ruang Lingkup Masalah	I-5
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1. Beton	II-1
2.2. Beton <i>Geopolymer</i>	II-1
2.3. Material Beton <i>Geopolymer</i>	II-2

2.3.1	Abu Terbang (<i>fly ash</i>)	II-2
2.3.2	Cairan Alkalin (Aktivator)	II-4
2.3.3	Agregat	II-4
2.3.4	<i>Admixture</i> (Tipe G)	II-6
2.4.	Keleccakan Beton (<i>Workability</i>)	II-6
2.5.	Pengujian <i>Setting Time</i> Beton	II-7
2.6.	Perawatan Beton (<i>Curing</i>)	II-7
2.7.	Kuat Tekan Beton	II-8
2.8.	Penelitian Terdahulu	II-9
2.9.	Kerangka Berpikir	II-14
BAB III METODE PENELITIAN		III-1
3.1	Metode Penelitian	III-1
3.2	Diagram Penelitian	III-1
3.3	Persiapan Bahan Penelitian	III-2
3.3.1	Agregat Halus	III-3
3.3.2	Agregat Kasar	III-8
3.3.3	Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>)	III-14
3.3.4	Alkali Aktivator	III-14
3.3.5	Bahan Tambahan (<i>Admixture</i> Tipe G)	III-15
3.4	Perencanaan Campuran Beton (<i>mix design</i>)	III-16
3.5	Trial mix beton	III-18
3.6	Pengujian Beton <i>Geopolymer</i>	III-19
3.6.1	Pengujian <i>Workability</i> (Slump Beton) (SNI 1972-2008)	III-19
3.6.2	Pengujian <i>Setting Time</i> (Waktu Ikut) Beton	III-20

3.6.3	Pembuatan benda uji kuat tekan beton	III-21
3.6.4	Pengujian Kuat Tekan Beton	III-21
3.7	Tempat Dan Waktu Penelitian	III-22
3.7.1	Tempat Penelitian	III-22
BAB IV ANALISA HASIL PENELITIAN		IV-1
4.1	Umum.....	IV-1
4.2	Hasil Pengujian <i>Fly Ash</i> PLTU Lontar	IV-1
4.3	Hasil Pengujian Agregat	IV-1
4.3.1	Hasil Pengujian Agregat Halus.....	IV-2
4.3.2	Hasil Pengujian Agregat Kasar.....	IV-4
4.4	Rencana Campuran Beton (<i>Mix Design</i>).....	IV-6
4.5	Hasil Pengujian Beton <i>Geopolymer</i>	IV-7
4.5.1	Pengujian <i>Workability</i> (Nilai <i>Slump</i>).....	IV-7
4.5.2	Pengujian <i>Setting Time</i> (Waktu Ikut).....	IV-9
4.5.3	Pengujian Kuat Tekan Beton	IV-10
4.6	Perbandingan Hasil Penelitian Dengan Penelitian Terdahulu Dengan Tinjauan Yang Sama.....	IV-16
BAB V PENUTUP		V-1
5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA.....		Pustaka - 1
LAMPIRAN I (Sertifikat Pengujian <i>Fly Ash</i>).....		Lampiran I - 1
LAMPIRAN II (Hasil Pengujian Agregat Halus).....		Lampiran II - 1

1. Kadar Organik.....	Lampiran II - 1
2. Analisa Saringan (<i>Fine Modulus</i>).....	Lampiran II - 2
3. Berat Jenis & Penyerapan (<i>Specific Gravity & Absortion</i>).....	Lampiran II - 3
4. Berat Isi (<i>Density</i>).....	Lampiran II - 4
5. Kadar Lumpur (<i>Coloid Content</i>).....	Lampiran II - 5
6. Butiran/Gumpalan Mudah Pecah (<i>Clay Lumps</i>).....	Lampiran II - 6

LAMPIRAN III (Hasil Pengujian Agregat Kasar).....Lampiran III - 1

1. Analisa Saringan (<i>Fine Modulus</i>).....	Lampiran III - 1
2. Berat Jenis & Penyerapan (<i>Specific Gravity & Absortion</i>).....	Lampiran III - 2
3. Berat Isi (<i>Density</i>).....	Lampiran III - 3
4. Kadar Lumpur (<i>Coloid Content</i>).....	Lampiran III - 4
5. Butiran/Gumpalan Mudah Pecah (<i>Clay Lumps</i>).....	Lampiran III - 5
6. Keausan (Abrasi) – Gradasi B.....	Lampiran III - 6

LAMPIRAN IV (Dokumentasi Trial Mix Beton)..... Lampiran IV - 1

LAMPIRAN V (Hasil Pengujian *Setting Time* (Waktu Ikat) Beton).Lampiran V - 1

LAMPIRAN VI (Dokumentasi Pengujian Kuat Tekan Beton).....Lampiran VI - 1

MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Kimia Polysiliate	II-2
Gambar 2. 2 Cetakan uji slump (kerucut abram)	II-7
Gambar 2. 3 Kerangka Berpikir	II-15
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	III-2
Gambar 3. 2 Rencana Campuran Beton <i>Geopolymer</i>	III-16
Gambar 3. 3 Grafik AAS/FA.....	III-16
Gambar 4. 1 Pasir Galunggung	IV-2
Gambar 4. 2 Pengujian agregat halus.....	IV-2
Gambar 4. 3 Grafik Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	IV-4
Gambar 4. 4 Split Purwakarta 10-25	IV-4
Gambar 4. 5 Pengujian agregat kasar.....	IV-5
Gambar 4. 6 Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar	IV-6
Gambar 4. 7 Pengujian <i>Slump</i>	IV-8
Gambar 4. 8 Grafik hasil pengujian nilai <i>slump</i>	IV-8
Gambar 4. 9 Pengujian <i>Setting Time</i> (Waktu Ikat)	IV-9
Gambar 4. 10 Grafik Hasil Pengujian <i>Setting Time</i> (Waktu Ikat) Beton	IV-10
Gambar 4. 11 Pengovenan benda uji.....	IV-11
Gambar 4. 12 Pengujian Kuat Tekan	IV-11
Gambar 4. 13 Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	IV-13
Gambar 4. 14 Grafik persentase kuat tekan terhadap hasil kuat tekan 28 hari	IV-15

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi <i>fly ash</i> berdasarkan ASTM C618.....	II-4
Tabel 2. 2 Jenis pengujian & syarat agregat halus	II-5
Tabel 2. 3 Jenis pengujian & syarat agregat kasar	II-6
Tabel 3. 1 Daftar gradasi dan berat benda uji abrasi.....	III-14
Tabel 3. 2 Fraksi Volume Agregat Kasar yang Disarankan.....	III-17
Tabel 3. 3 Rencana jumlah pembuatan benda uji	III-18
Tabel 4. 1 Hasil Uji <i>Fly Ash</i> PLTU Lontar	IV-1
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Agregat Halus (Pasir Galunggung).....	IV-3
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus.....	IV-3
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Agregat Kasar (Split Purwakarta 10-25)	IV-5
Tabel 4. 5 Detail Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar	IV-6
Tabel 4. 6 Rencana Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	IV-6
Tabel 4. 7 <i>Mix Desain</i> Koreksi Kadar & Konversi Ke Volume <i>Trial Mix</i> 0,03m ³	IV-7
Tabel 4. 8 Hasil pengujian nilai <i>slump</i>	IV-8
Tabel 4. 9 Hasil pengujian <i>setting time</i> (waktu ikat) beton <i>geopolymer</i>	IV-9
Tabel 4. 10 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Geopolymer (Oven 80°C selama 6 Jam) ..	IV-11
Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Standar Deviasi	IV-14
Tabel 4. 12 Persentase (%) tiap umur pengetesan terhadap kuat tekan 28 hari	IV-15
Tabel 4. 13 Perbandingan dengan hasil penelitian terdahulu dengan kajian sama ...	IV-16

DAFTAR ISTILAH

1. **AAS** : *Alkaline Activator Solution*
2. **AAS/FA** : *Alkaline Activator Solution to Fly Ash*
3. **Admixture** : Bahan beton selain air, agregat, semen yang digunakan sebagai bahan campuran beton untuk mengubah sifat campuran beton, menghambat proses hidrasi ataupun mempercepat kekuatan beton
4. **Agregat** : Material butiran seperti pasir, kerikil dan batu yang digunakan sebagai bahan pengisi pada campuran beton. Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan 4,75 mm sedangkan agregat kasar adalah agregat yang tertahan saringan 4,75mm
5. **Aktivator** : zat atau unsur yang menyebabkan zat atau unsur lain saling bereaksi (sodium hidroksida (NaOH) dengan sodium silikat (Na₂SiO₃))
6. **ASTM** : *American Society for Testing and Material*
7. **CO₂** : Karbon dioksida
8. **FA** : *Fly Ash*/Abu Terbang yaitu limbah pembakaran batu bara yang dihasilkan dari pembangkit listrik dan industri lainnya
9. **FM** : *Fineness Modulus* yaitu faktor yang diperoleh dengan menambahkan persentase bahan dalam sampel yang lebih kasar dari masing-masing saringan
10. **Geopolymer** : Beton ramah lingkungan yang tidak menggunakan campuran semen sama sekali
11. **GPC** : *GeoPolymer Concrete*
12. **Molar** : satuan konsentrasi larutan yang menyatakan banyaknya mol zat setiap satuan liter larutan

13. **NaOH** : *Sodium hydroxide*
14. **Na₂SiO₃** : *Sodium silicate*
15. **PLTU** : Pembangkit Listrik Tenaga Uap
16. **Setting Time** : Waktu ikat awal adalah waktu dimana proses pengikatan pada beton mulai terjadi, pada waktu ini beton sudah kehilangan *workability*nya, sedangkan waktu ikat akhir adalah waktu dimana beton sudah mengeras sempurna.
17. **Slump Beton** : Penurunan ketinggian pada pusat permukaan atas beton yang diukur segera setelah cetakan uji slump diangkat
18. **SSD** : *Saturated Surface Dry condition* yaitu dimana kondisi dimana suatu material dalam keadaan jenuh di dalam butiran namun kering permukaan (sudah tidak menyerap air)
19. **SNI** : Standar Nasional Indonesia
20. **Workability** : Kemudahan pengerjaan beton segar

UNIVERSITAS

DAFTAR NOTASI

1. **M** : Molar (satuan tingkat konsentrasi)
2. **∅** : Diameter
3. **°C** : Derajat Celcius