



**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.

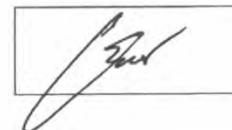
Disahkan oleh:

Tanda Tangan

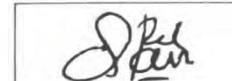
Pembimbing : Dr. Resmi Bestari Muin, M.S.  
NIDN/NIDK/NIK : 8990650022



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



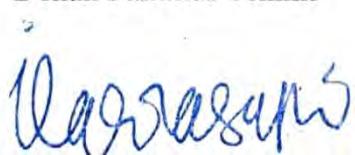
UNIVERSITAS

MERCU BUANA

Jakarta, 28 Juli 2023

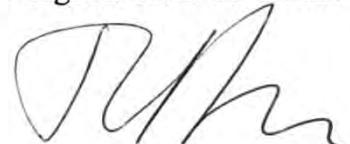
Mengetahui,

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

## 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 Strata 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

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR ISTILAH .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR NOTASI .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>I-1</b>
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
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>II-1</b>
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.	Kelecahan 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 Tipe G</i> ) .....	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 Ikat) 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 Ikat) .....	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 *Fly Ash*)..... 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 &amp; 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 &amp; 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) – Gradasii 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

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

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Klasifikasi <i>fly ash</i> berdasarkan ASTM C618.....	II-4
<b>Tabel 2. 2</b> Jenis pengujian & syarat agregat halus .....	II-5
<b>Tabel 2. 3</b> Jenis pengujian & syarat agregat kasar .....	II-6
<b>Tabel 3. 1</b> Daftar gradasi dan berat benda uji abrasi.....	III-14
<b>Tabel 3. 2</b> Fraksi Volume Agregat Kasar yang Disarankan.....	III-17
<b>Tabel 3. 3</b> Rencana jumlah pembuatan benda uji .....	III-18
<b>Tabel 4. 1</b> Hasil Uji <i>Fly Ash</i> PLTU Lontar .....	IV-1
<b>Tabel 4. 2</b> Hasil Pengujian Agregat Halus (Pasir Galunggung).....	IV-3
<b>Tabel 4. 3</b> Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus.....	IV-3
<b>Tabel 4. 4</b> Hasil Pengujian Agregat Kasar (Split Purwakarta 10-25) .....	IV-5
<b>Tabel 4. 5</b> Detail Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar .....	IV-6
<b>Tabel 4. 6</b> Rencana Campuran Beton ( <i>Mix Design</i> ) .....	IV-6
<b>Tabel 4. 7</b> <i>Mix Desain</i> Koreksi Kadar & Konversi Ke Volume <i>Trial Mix</i> 0,03m <sup>3</sup> ....	IV-7
<b>Tabel 4. 8</b> Hasil pengujian nilai <i>slump</i> .....	IV-8
<b>Tabel 4. 9</b> Hasil pengujian <i>setting time</i> (waktu ikat) beton <i>geopolymer</i> .....	IV-9
<b>Tabel 4. 10</b> Hasil Uji Kuat Tekan Beton Geopolymer (Oven 80°C selama 6 Jam) ..	IV-11
<b>Tabel 4. 11</b> Hasil Perhitungan Standar Deviasi .....	IV-14
<b>Tabel 4. 12</b> Persentase (%) tiap umur pengetesan terhadap kuat tekan 28 hari .....	IV-15
<b>Tabel 4. 13</b> 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 ( $\text{NaOH}$ ) dengan sodium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ))
6. **ASTM** : *American Society for Testing and Material*
7. **CO<sub>2</sub>** : 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. **Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>** : *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 *workabilitynya*, 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 penggerjaan beton segar

UNIVERSITAS  
DAFTAR NOTASI

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