

**TUGAS AKHIR**  
**DURABILITAS DINAMIS TANAH LEMPUNG YANG DISTABILISASI**  
**DENGAN GEOPOLIMER FLY ASH**



**Disusun Oleh :**  
**Fajar Sidiq Kurnia Widjaja**  
**20200110152**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**  
**2024**

## **TUGAS AKHIR**

### **DURABILITAS DINAMIS TANAH LEMPUNG YANG DISTABILISASI DENGAN GEOPOLIMER FLY ASH**

Digunakan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Disusun Oleh :**

**Fajar Sidiq Kurnia Widjaja**

**20200110152**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
2024**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fajar Sidiq Kurnia Widjaja  
NIM : 20200110152  
Judul : Durabilitas Dinamis Tanah Lempung Yang Distabiliasi  
Dengan Geopolimer Fly Ash

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 10 Juli 2024

Yang membuat pernyataan



Fajar Sidiq Kurnia Widjaja

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fajar Sidiq Kurnia Widjaja  
Nim : 2020010152  
Judul : Durabilitas Dinamis Tanah Lempung Yang Distabiliasi  
Dengan Geopolimer Fly Ash

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul Kajian Durabilitas Tanah Lempung yang Distabilisasi Geopolimer dan didanai melalui skema hibah Fundamental Reguler pada tahun 2023 oleh Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) Tahun Anggaran 2023 dengan nomor hibah 0423.7/LL5-INT/AL.04/2023

Yogyakarta, 9 Juli

2024

Penulis,

Ketua Tim Peneliti,



Fajar Sidiq Kurnia Widjaja

Dr. Willis Diana, S.T., M.T.

Dosen Anggota Peneliti,



Dr. Ir. Edi Hartono, S.T., M.T.

## HALAMAN PERSEMBAHAN



Dengan rasa syukur yang mendalam karena telah selesainya Tugas Akhir ini, penyusun membersembahkan Tugas Akhir ini untuk semua pihak yang telah memberikan doa, dukungan, motivasi serta semangat yang tiada henti sampai Tugas Akhir ini terselesaikan. Penyusun mempersembahkan kepada :

1. Allah SWT atas segala nikmat dan karunia yang telah memberikan kelancaran, kemudahan, dan kekuatan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua saya Bapak Agus Wiyono dan Ibu Titik Puji Rahayu sebagai kedua orang tua penyusun, serta Damarjati Musthofa selaku adik dari penyusun yang selalu memberikan segala dukungan, doa, dan cinta yang luar biasa.
3. Ibu Dr. Willis Diana, S.T., M.T. yang selalu senantiasa membimbing, memberi arahan dan memberikan ilmunya sehingga dapat penulis dapat terselesaikan Tugas Akhir sesuai waktu yang ditargetkan. Serta Bapak/Ibu Dosen Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat.
4. Rekan-rekan penyusun, yaitu Afif Ar Rachman Chaniago, Dilan Maulana, Pranawa Wiryawan Dwi Handano dan lain-lain telah membantu, memberikan dukungan serta memotivasi sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Rekan-rekan Laboratorium Geoteknik atau Geopolimer yang telah membantu, memberikan dukungan serta memotivasi sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Rekan-rekan prodi Teknik Sipil 2020 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah membantu, memberikan dukungan serta memotivasi sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir.

## PRAKATA



*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Alhamdulillah, Puji syukur penyusun haturkan atas kehadiran Allah SWT karena atas rahmat, hidayah, karunia dan dimudahkan yang diberikan dalam menyelesaikan Tugas Akhir yang dengan judul **“Durabilitas Dinamis Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Geopolimer Fly Ash”**

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh stabilisasi geopolimer pada tanah lempung terhadap pengujian *slake durability*.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, dukungan dan dorongan dari berbagai pihak. Melalui kesempatan kali ini, penyusun ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya atas kerja sama dan dukungan selama proses hingga penyusunan Tugas Akhir ini kepada :

1. Bapak Ir. Puji Hartanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Willis Diana, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
3. Bapak Dr. Ir. Edi Hartono, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
4. Kedua orang tua yang selalu berdoa dan memotivasi.
5. Teman-teman Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

*Wallahu a'lam bi Showab.*

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Yogyakarta, 9 Juli 2024

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN .....	xv
DAFTAR ISTILAH .....	xvi
ABSTRAK .....	xvii
<i>ABSTRACT</i> .....	xviii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
BAB II.....	4
TINJAUAN DAN LANDASAN TEORI .....	4
2.1 Tinjauan Pustaka .....	4
2.2 Dasar Teori.....	7
2.2.1 Uji <i>Slake Durabilty</i> .....	7
2.2.2 <i>Slake Durability Index</i> .....	7
2.2.3 <i>Disinterigation Ratio (D<sub>R</sub>)</i> .....	8
BAB III .....	9
METODE PENELITIAN.....	9
3.1 Bahan atau Materi .....	9
3.2 Alat .....	11
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian .....	13

3.4 Tahapan Penelitian .....	13
3.4.1 <i>Mix Design</i> Bahan .....	14
3.4.2 Perisapan Bahan .....	15
3.4.3 Pemeraman Benda Uji.....	16
3.4.4 Uji <i>Slake Durabilty</i> .....	16
3.4.5 Analisis Data .....	18
BAB IV .....	19
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	19
4.1 Hasil Uji Tanah Lempung.....	19
4.2 Hasil <i>Slake Durabilty</i> .....	20
4.2.1 Hasil Uji <i>Slake Durabilty Index (Id)</i> .....	20
4.2.2 Hasil Uji Distribusi Ukuran Butir .....	24
4.3 Pembahasan.....	30
4.3.1 Pengaruh Rasio Alkali Aktivator terhadap Nilai <i>Slake Durability (Id)</i> .	30
4.3.2 Pengaruh Molaritas terhadap Nilai <i>Slake Durability (Id)</i> .....	30
4.3.3 Hubungan Nilai Indeks Durabilitas ( <i>Id</i> ) terhadap Nilai <i>Disintegration Ratio (DR)</i> .....	31
BAB V.....	36
KESIMPULAN .....	36
5.1 Kesimpulan .....	36
5.2 Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA .....	38
LAMPIRAN.....	42



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil uji sifat-sifat fisis tanah (ASTM D 4287-17, 2017) .....	19
Tabel 4.2 Nilai $I_d$ tanah asli .....	20
Tabel 4.3 Nilai $I_d$ tanah terstabilisasi dengan molaritas 12M.....	21
Tabel 4.4 Nilai $I_d$ tanah terstabilisasi dengan molaritas 14M.....	22
Tabel 4.5 Nilai $D_R$ tanah terstabilisasi dengan molalitas 12M.....	29
Tabel 4.6 Nilai $D_R$ tanah terstabilisasi dengan molalitas 14M.....	29

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kurva Disintegration ratio.....	8
Gambar 3.1	Tanah Lempung.....	9
Gambar 3.2	Fly Ash tipe F.....	9
Gambar 3.3	Natrium Hidroksida (NaOH) (a) Natrium Silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) (b)...	10
Gambar 3.4	Air Destilasi.....	10
Gambar 3.5	Cetakan benda uji.....	11
Gambar 3.6	Mesin slake durability.....	11
Gambar 3.7	Ketentuan wadah dan silinder saringan (ASTM D4644-16, 2016)12	
Gambar 3.8	Mesin Sieve Shaker dan satu set saringan.....	12
Gambar 3.9	Oven.....	13
Gambar 3.10	Flowchart penelitian.....	14
Gambar 3.11	Contoh benda uji.....	16
Gambar 3.12	Benda uji Slake durability.....	17
Gambar 3.13	Pengujian Slake durability (a) Benda uji dalam drum (b).....	17
Gambar 3.14	Pencucian benda uji.....	18
Gambar 3.15	Penyaringan benda uji.....	18
Gambar 4.1	Nilai Id pada variasi molaritas 12M.....	23
Gambar 4.2	Nilai Id pada variasi molaritas 14M.....	23
Gambar 4.3	Pengaruh slake durability indeks (Id) terhadap konsentrasi NaOH dan $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ pada siklus 2.....	24
Gambar 4.4	Distribusi ukuran butir tanah lempung tanpa geopolimer.....	25
Gambar 4.5	Distribusi ukuran butir tanah lempung terstabilisasi geopolimer..	25
Gambar 4.6	Distribusi ukuran butir tanah lempung terstabilisasi geopolimer 12M rasio Larutan Alkali Aktivator 1,5.....	26
Gambar 4.7	Distribusi ukuran butir tanah lempung terstabilisasi geopolimer 12M rasio Larutan Alkali Aktivator 2.....	26
Gambar 4.8	Distribusi ukuran butir tanah lempung terstabilisasi geopolimer 12M rasio Larutan Alkali Aktivator 2,5.....	27
Gambar 4.9	Distribusi ukuran butir tanah lempung terstabilisasi geopolimer 14M rasio Larutan Alkali Aktivator 1.....	27

Gambar 4.10	Distribusi ukuran butir tanah lempung terstabilisasi geopolimer 14M rasio Larutan Alkali Aktivator 1,5.....	28
Gambar 4.10	Distribusi ukuran butir tanah lempung terstabilisasi geopolimer 14M rasio Larutan Alkali Aktivator 2.....	28
Gambar 4.11	Distribusi ukuran butir tanah lempung terstabilisasi geopolimer 14M rasio Larutan Alkali Aktivator 2,5.....	29
Gambar 4.12	Hubungan nilai disintegration ( $D_R$ ) dan slake durability index ( $I_d$ ) pada molaritas 12M rasio Larutan Alkali Aktivator 1 .....	31
Gambar 4.13	Hubungan nilai disintegration ( $D_R$ ) dan slake durability index ( $I_d$ ) pada molaritas 12M rasio Larutan Alkali Aktivator 1,5 .....	31
Gambar 4.14	Hubungan nilai disintegration ( $D_R$ ) dan slake durability index ( $I_d$ ) pada molaritas 12M rasio Larutan Alkali Aktivator 2 .....	32
Gambar 4.15	Hubungan nilai disintegration ( $D_R$ ) dan slake durability index ( $I_d$ ) pada molaritas 12M rasio Larutan Alkali Aktivator 2,5 .....	32
Gambar 4.16	Hubungan nilai disintegration ( $D_R$ ) dan slake durability index ( $I_d$ ) pada molaritas 14M rasio Larutan Alkali Aktivator 1 .....	33
Gambar 4.17	Hubungan nilai disintegration ( $D_R$ ) dan slake durability index ( $I_d$ ) pada molaritas 14M rasio Larutan Alkali Aktivator 1,5 .....	33
Gambar 4.18	Hubungan nilai disintegration ( $D_R$ ) dan slake durability index ( $I_d$ ) pada molaritas 14M rasio Larutan Alkali Aktivator 2 .....	34
Gambar 4.19	Hubungan nilai disintegration ( $D_R$ ) dan slake durability index ( $I_d$ ) pada molaritas 14M rasio Larutan Alkali Aktivator 2,5 .....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan campuran bahan benda uji ( <i>Mix design</i> ) .....	42
Lampiran 2. Hasil pengujian <i>slake durability index</i> .....	44
Lampiran 3. Hasil dokumentasi pengujian <i>slake durability</i> .....	58

## DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
Id	[%]	Indeks durabilitas
DR	[-]	Rasio disintegrasi
WF	[gr]	Berat drum dan tanah kering setelah siklus
LAA	[gr]	Larutan Alkali Aktivator

## DAFTAR SINGKATAN

Al	: Alumunium
ASTM	: <i>American Society for Testing and Materials</i>
H <sub>2</sub> O	: Karbon Dioksida
KOH	: Kalium Hidroksida
M	: Molar
MDD	: Berat Volume Tanah Kering Maksimum ( <i>Maximum Dry Density</i> )
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	: Natrium Silikat
NaOH	: Natrium Hidroksida
OMC	: Kadar Air Optimum ( <i>Optimum Moisture Content</i> )
Si	: Silikon
SiO <sub>2</sub>	: Silika
SNI	: Standar Nasional Indonesia

## DAFTAR ISTILAH

1. Alkali aktivator  
Alkali Aktivator merupakan suatu zat atau unsur yang dapat menyebabkan zat atau unsur lain bereaksi.
2. Geopolimer  
Geopolimer merupakan senyawa anorganik alumino silikat yang disintesis dari bahan yang mengandung Silikon serta Aluminium melalui proses polimerisasi.
3. Polimerisasi  
Polimerisasi merupakan proses bereaksinya molekul monomer dalam reaksi kimia untuk membentuk tiga dimensi jaringan atau rantai polimer.
4. Polimer  
Polimer yaitu rantai berulang dari atom yang panjang, terbentuk dari pengikat yang berupa molekul identik yang disebut monomer.
5. Binder  
Binder merupakan pengikat dalam sebuah campuran senyawa.
6. Pozzolan  
Pozzolan yaitu bahan yang memiliki kandungan *silica amorf* (membentuk benda padat yang keras apabila di campur dengan air dan kapur).