

TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI UMUR PEMERAMAN TERHADAP
DURABILITAS *CLAY SHALE* DENGAN CAMPURAN
GEOPOLIMER**



Disusun oleh:

Adella Primadita

20180110093

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

2022

TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI UMUR PEMERAMAN TERHADAP
DURABILITAS CLAY SHALE DENGAN CAMPURAN
GEOPOLIMER**

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



Adella Primadita

20180110093

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

2022

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Adella Primadita
NIM : 20180110093
Judul : Pengaruh variasi umur pemeraman terhadap durabilitas
clay shale dengan campuran geopolimer

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, 24 Juni 2022

Yang membuat pernyataan


ADELLA PRIMADITA

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Adella Primadita

NIM : 20180110093

Judul : Pengaruh variasi umur pemeraman terhadap durabilitas *clay shale* dengan campuran geopolimer

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul “Pengaruh variasi umur pemeraman terhadap durabilitas *clay shale* dengan campuran geopolimer” dan didanai melalui skema hibah Program Peningkatan Tri Dharma Perguruan Tinggi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta pada tahun 2022 oleh Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Tahun Anggaran 2021/2022 dengan nomor hibah 01/RIS-LRI/I/2022.

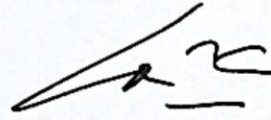
Yogyakarta, 24 Juni 2022

Penulis,



Adella Primadita

Dosen Peneliti,



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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

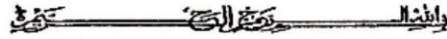
Tugas akhir ini saya persembahkan dan saya kerjakan atas izin Allah SWT yang telah memberi ilmu, rahmat, hidayah, karunia, kemudahan dan kelancaran yang telah diberikan sehingga Tugas Akhir ini terselesaikan.

Tugas akhir ini juga saya persembahkan untuk ibu kandung saya Suprpti Heri Rahayu yang selama ini saya jadikan acuan untuk saya agar terus semangat menjalani hidup, adik kandung saya Pandu Aldian Wiratama yang sangat saya sayangi. Terimakasih buat Ibu yang sudah membesarkan, dan mendidik saya, yang sudah banting tulang untuk memenuhi dan mencukupi kebutuhan saya, yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan kasih sayang buat saya.

Saya ucapkan banyak banyak terima kasih kepada Bapak Edi Hartono, S.T., M.T. dan Ibu Ir. Anita Widianti, M.T. yang telah membimbing dan memberikan ilmunya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Serta saya ucapkan terima kasih buat seluruh Bapak dan Ibu Dosen Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberi dan mengajarkan ilmu yang bermanfaat.

Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi agama, bangsa, dan negaraku. Aamiin Aamiin Ya Rabbal Alamin.

PRAKATA



Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT yang menguasai segala sesuatu. Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi umur pemeraman terhadap durabilitas *clay shale* yang dicampur dengan geopolimer.

Selama penyusunan tugas akhir ini, banyak rintangan yang penyusun dapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Bapak Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
2. Bapak Dr. Edi Hartono, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir,
3. Ir. Anita Widianti, M.T selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.

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, 24 Juni 2022

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
DAFTAR ISTILAH	xvii
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Lingkup Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.1.1 <i>Clay shale</i>	4
2.1.2 <i>Fly Ash</i>	5
2.1.3 Stabilisasi menggunakan Geopolimer	8
2.1.4 Uji Durabilitas	9
2.2 Dasar Teori	16
2.2.1 <i>Disintegration Ratio (D_R)</i>	17
2.2.2 <i>Indeks Durabilitas (I_d)</i>	18
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Bahan atau Materi	19
3.2 Alat	21
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.4 Tahapan Penelitian	24
3.4.1 Mix desain	25
3.4.2 Pembuatan benda uji	25
3.4.3 Pengujian durabilitas	26
3.5 Analisis Data	29
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Hasil <i>Slake Durability Test</i>	30
4.1.1 Hasil Pengujian <i>Disintegration Ratio (D_R)</i>	30
4.1.2 Hasil Pengujian <i>Slake durability index (I_d)</i>	33
4.2 Pembahasan	34

4.2.1	Pengaruh Variasi Umur Pemeraman Terhadap Nilai <i>Slake Durability Index</i> (I_d)	34
4.2.2	Hubungan Nilai Disintegration Ratio (D_R) dengan Nilai <i>Slake Durability Index</i> (I_d) Terhadap Klasifikasi Daya Tahan <i>Clay Shale</i>	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		39
5.1	Kesimpulan	39
5.2	Saran	39
DAFTAR PUSTAKA		xix
LAMPIRAN		xxii

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hal Yang Harus Diperhatikan dalam Pengamatan <i>Mudrock</i> dan Pendeskripsiannya (Tucker, 2003).....	4
Tabel 2.3 Komposisi <i>fly ash</i> kelas F (Qomaruddin, 2018)	6
Tabel 2.4 Nilai R^2 untuk hubungan antara I_d dan (D_R) setelah lima siklus pengujian durabilitas (Gautam dan Shakoor, 2017).....	14
Tabel 2.5 Klasifikasi ketahanan batuan (Franklin dan Chandra, 1972).....	15
Tabel 3.1 Hasil uji sifat fisis tanah (Husna dan Hartono, 2019)	20
Tabel 3.2 Variasi benda uji	25
Tabel 4.1 Nilai D_R dari hasil pengujian tanah <i>clay shale</i> yang distabilisasi menggunakan geopolimer dengan rasio alkali aktivator 2,5 (a) umur pemeraman 7 hari (b) umur pemeraman 14 hari (c) umur pemeraman 28 hari.....	32
Tabel 4.2 Nilai I_d dari hasil pengujian pada tanah <i>clay shale</i> yang tidak distabilisasi menggunakan geopolimer (a) umur pemeraman 7 hari (b) umur pemeraman 14 hari (c) umur pemeraman 28 hari.....	33
Tabel 4.3 Nilai I_d dari hasil pengujian pada tanah <i>clay shale</i> yang distabilisasi menggunakan geopolimer dengan rasio alkali aktivator 2,5 (a) umur pemeraman 7 hari (b) umur pemeraman 14 hari (c) umur pemeraman 28 hari.....	33
Tabel 4.4 Peningkatan nilai I_d antara tanah tanpa geopolimer dengan tanah menggunakan geopolimer	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ilustrasi perubahan <i>clay shale</i> terhadap waktu akibat proses pelapukan (Sadisun dkk., 2010).....	5
Gambar 2.2	Polikondensasi alkali menjadi poli (Davidovits, 1994)	7
Gambar 2.3	Struktur poliosialat (Davidovits, 1994).....	7
Gambar 2.4	Nilai rasio disintegrasi berhubungan dengan porositas dan penyerapan batulempung (Misbahudin dan Sadisun, 2019).	10
Gambar 2.5	Setelah pengujian ketahanan <i>slake</i> siklus kedua, fragmen dengan berbagai ukuran yang tertahan di drum uji (a) <i>claystone</i> , (b) <i>mudstone</i> , dan (c) <i>shale</i> (Erguler dan Shakoor, 2009).	11
Gambar 2.6	Kurva distribusi ukuran butir untuk sampel batuan yang mengandung lempung setelah (a) siklus pertama, (b) siklus kedua, (c) siklus ketiga, dan (d) siklus keempat <i>slake durability test</i> (Erguler dan Shakoor, 2009).	12
Gambar 2.7	Hubungan antara indeks durabilitas <i>slake</i> dan rasio disintegrasi setelah pengujian siklus kedua (Gautam dan Shakoor, 2017).....	13
Gambar 2.8	Pengujian durabilitas dalam lima siklus (Agustawijaya, 2004)....	15
Gambar 2.9	Grafik indeks <i>slake durability</i> terhadap urutan siklus pengujian (Misbahudin dan Sadisun, 2018).....	16
Gambar 2.10	Prosedur untuk menentukan rasio disintegrasi untuk berbagai jenis batuan dari kurva distribusi ukuran butir (Erguler dan Shakoor, 2009)	17
Gambar 3.1	Tanah <i>clay shale</i>	19
Gambar 3.2	Distribusi ukuran butir tanah <i>clay shale</i> (Hartono dan Santoso, 2021)	20
Gambar 3.3	Grafik Diagram plastisitas dalam (ASTM, 2011) standar D2487.	20
Gambar 3.4	<i>Fly Ash</i> kelas F	21
Gambar 3.5	Alkali aktivator (a) NaOH berbentuk padat dan (b) Na ₂ SiO ₃	21
Gambar 3.6	Cetakan silinder.....	22
Gambar 3.7	Oven	22
Gambar 3.8	Mesin <i>slake durability</i>	23
Gambar 3.9	<i>Sieve shaker</i> dan saringan	23
Gambar 3.10	Diagram alir pengujian.....	24
Gambar 3.11	Benda uji setelah pengujian tekan bebas keadaan kering oven.....	26
Gambar 3.12	Bongkahan benda uji.....	27
Gambar 3.13	Sampel diuji menggunakan mesin durabilitas (a) sampel dimasukkan dalam drum (b) drum dipasang (c) pengukuran suhu air.....	27
Gambar 3.14	Sampel ditiriskan.....	28
Gambar 3.15	(a) sampel dimasukkan kedalam oven, (b) sampel kering oven ditimbang	28
Gambar 3.16	Pengujian analisis gradasi butiran.....	28
Gambar 4.1	Distribusi ukuran butir tanah <i>clay shale</i> tanpa geopolimer umur pemeraman 7 hari	30

Gambar 4.2	Distribusi ukuran butir tanah <i>clay shale</i> tanpa geopolimer umur pemeraman 14 hari.....	31
Gambar 4.3	Distribusi ukuran butir tanah <i>clay shale</i> tanpa geopolimer umur pemeraman 28 hari.....	31
Gambar 4.4	Distribusi ukuran butir tanah <i>clay shale</i> 14 molar perbandingan 2,5 umur pemeraman 7 hari	31
Gambar 4.5	Distribusi ukuran butir tanah <i>clay shale</i> 14 molar perbandingan 2,5 umur pemeraman 14 hari	32
Gambar 4.6	Distribusi ukuran butir tanah <i>clay shale</i> 14 molar perbandingan 2,5 umur pemeraman 28 hari	32
Gambar 4.7	Hubungan nilai <i>slake durability test</i> dengan jumlah siklus terhadap variasi umur pemeraman	34
Gambar 4.8	Hubungan nilai I_d terhadap siklus pada tanah yang distabilisasi menggunakan geopolimer dengan tanah yang tidak distabilisasi dengan geopolimer umur pemeraman 7 hari.....	35
Gambar 4.9	Hubungan nilai I_d terhadap siklus pada tanah yang distabilisasi menggunakan geopolimer dengan tanah yang tidak distabilisasi dengan geopolimer umur pemeraman 14 hari.....	35
Gambar 4.10	Hubungan nilai I_d terhadap siklus pada tanah yang distabilisasi menggunakan geopolimer dengan tanah yang tidak distabilisasi dengan geopolimer umur pemeraman 28 hari.....	36
Gambar 4.11	Hubungan nilai <i>disintegration ratio</i> (D_R) dan nilai <i>slake durability index</i> (I_d) umur pemeraman 7 hari.....	37
Gambar 4.12	Hubungan nilai <i>disintegration ratio</i> (D_R) dan nilai <i>slake durability index</i> (I_d) umur pemeraman 14 hari.....	37
Gambar 4.13	Hubungan nilai <i>disintegration ratio</i> (D_R) dan nilai <i>slake durability index</i> (I_d) umur pemeraman 28 hari.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan <i>mix desain</i>	xxii
Lampiran 2 Hasil pengujian lab <i>fly Ash</i> Jepara.....	xxv
Lampiran 3 Hasil pengujian nilai <i>disintegration ratio (D_R)</i>	xxvi
Lampiran 4 Hasil pengujian nilai <i>slake durability index (I_d)</i>	xxxiv
Lampiran 5 Dokumentasi pengujian durabilitas	xlii

DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
D_R	-	Rasio disintegrasi
I_d	[%]	Indeks durabilitas
A_C	[L ²]	Luas dibawah kurva
A_t	[L ²]	Luas total keseluruhan kurva
B	[gr]	Berat benda uji dan cawan sebelum siklus pertama
C	[gr]	Berat cawan
W_F	[gr]	Berat benda uji dan cawan setelah siklus kedua
G_s	-	Berat jenis
LL	[%]	Batas cair
PL	[%]	Batas plastis
SL	[%]	Batas susut
PI	[%]	Indeks plastisitas
MDD	[kN/m ³]	Kepadatan maksimum kering (<i>Maximum Dry Density</i>)
OMC	[%]	Kadar air optimum (<i>Optimum Moisture Content</i>)

DAFTAR SINGKATAN

ASTM	: <i>American Society for Testing and Materials</i>
NaOH	: Natrium hidroksida
Na ₂ SiO ₃	: Natrium silikat
Si	: Logam silisium
Al	: Alumunium
USCS	: <i>Unified Soil Classification System</i>
SiO ₂	: Silika
Al ₂ O ₃	: Alumina
Fe ₂ O ₃	: Fero oksida
Na ₂ O	: Alkalin
MgO	: Magnesium oksida
SO ₃	: Sulfur
K ₂ O	: Alkalin
CaO	: Kalsium oksida
TiO ₂	: Titanium oksida
R ²	: Koefisien deterministik

DAFTAR ISTILAH

1. Durabilitas
Daya tahan dalam menahan tekanan, kerusakan dan abrasi.
2. *Slake durability test*
Salah satu pengujian durabilitas yang dilakukan secara dinamis berdasarkan standar ASTM D4644-04.
3. *Slaking*
Proses yang menyebabkan pelapukan apabila berhubungan langsung dengan air dan udara.
4. Degradasi
Proses dimana kondisi fisik sampel berubah menjadi berkurang setelah pengujian dilakukan.
5. Geopolimer
Bahan anorganik yang dibuat dengan mencampur bahan sumber yang kaya silika dan alumina.
6. Polimerisasi
Reaksi pengikatan dalam geopolimer.
7. Binder
Material pengikat yang mampu mengikat campuran senyawa.
8. *Pozzolan*
Material yang mengandung senyawa silika alumina yang tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen akan tetapi dalam bentuk yang halus.
9. *Disintegration Ratio (D_R)*
Nilai yang digunakan untuk mengetahui perubahan fisik clay shale akibat terjadinya proses pelapukan pada pengujian durabilitas
10. *Slake Durability Index (I_d)*
Nilai yang digunakan untuk menyatakan ukuran ketahanan suatu batuan terhadap perilaku mekanik.