

PERUBAHAN KARAKTERISTIK FISIK DAN DEGRADASI

***CEMENT TREATED CLAY* AKIBAT NATRIUM SULFAT**

Laporan Tugas Akhir
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

CYNTHIA DEBBY HERIYANI

NPM. : 13 02 15060



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

MARET 2017

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERUBAHAN KARAKTERISTIK FISIK DAN DEGRADASI
CEMENT TREATED CLAY AKIBAT NATRIUM SULFAT

Oleh :

CYNTHIA DEBBY HERIYANI

NPM. : 13 02 15060

telah diperiksa dan disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, Maret 2017

Pembimbing,



Dr.Eng. Luky Handoko

Disahkan oleh :

Ketua

Program Studi Teknik Sipil,



Johanes Januar Sudjati, S.T., M.T.

PENGESAHAN

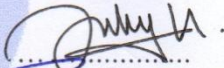

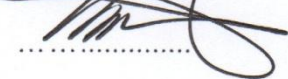
Laporan Tugas Akhir

**PERUBAHAN KARAKTERISTIK FISIK DAN DEGRADASI
CEMENT TREATED CLAY AKIBAT NATRIUM SULFAT**



Oleh :
CYNTHIA DEBBY HERIYANI
NPM. : 13 02 15060

Telah diuji dan disetujui oleh

Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua : Dr. Eng. Luky Handoko		20/04/17
Anggota : Sumiyati Gunawan, S.T., M.T.		20/04/17
Anggota : Ir. J. Tri Hatmoko, M.Sc.		21/04/17

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

“Perubahan Karakteristik Fisik dan Degradasi *Cement Treated Clay* Akibat Natrium Sulfat”

Benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta..

Yogyakarta, 02 Maret 2017

Yang membuat pernyataan



Cynthia Debby Heriyani

KATA HANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir dengan judul Perubahan Karakteristik Fisik dan Degradasi *Cement Treated Clay* Akibat Natrium Sulfat. Penulisan Tugas Akhir ini dilatar belakangi oleh kondisi fenomena alam Lumpur Sidoarjo yang semakin meluas. Salah satu metode yang digunakan untuk mengurangi meluasnya daerah lumpur adalah membuang lumpur ke Sungai Porong. Hal tersebut dinilai dapat merusak lingkungan sungai apabila terus menerus dilakukan. Oleh karena itu dengan menerapkan ilmu ketekniksipilan, penulis ingin metode pencampuran semen dengan lumpur (*cement treated clay/ CTC*) dapat memanfaatkan lumpur sebagai material konstruksi.

Pada Bab I laporan Tugas Akhir akan dijelaskan mengenai latar belakang, tujuan, manfaat, rumusan masalah dan keaslian tugas akhir. Bab II berisi referensi penelitian terdahulu yang menjadi tinjauan pustaka penulis. Bab III merupakan teori-teori dasar yang penulis gunakan sebagai pertimbangan dasar dalam melaksanakan penelitian tugas akhir. Pada Bab IV akan dijelaskan secara rinci metode yang penulis gunakan untuk melaksanakan penelitian ini. Bab V berisi hasil uji laboratorium yang kemudian dianalisa oleh penulis pada Bab VI. Bab VII merupakan bab terakhir yang berupa kesimpulan dan saran.

Yogyakarta, 29 Maret 2017

Cynthia Debby Heriyani

HALAMAN PERSEMBAHAN

Selama prosen pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan banyak sekali bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih pada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan hikmat dan kemampuan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Eng. Luky Handoko selaku pembimbing yang telah memberikan pengetahuan, arahan, bimbingan dan dukungan kepada penulis selama pengerjaan Tugas Akhir.
3. Ibu Sumiyati Gunawan, S.T., M.T. dan Bapak Ir. J. Tri Hatmoko, M.Sc. selaku dosen penguji yang telah memberikan dukungan dan arahan kepada penulis.
4. Mas Ditya selaku staff Laboratorium Mekanika Tanah yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
5. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan selama penulis melakukan Tugas Akhir.
6. Saudara Jonathan yang telah mendukung dan membantu mengerjakan pengujian di laboratorium selama pengerjaan Tugas Akhir.
7. Saudari Vi, Thea, Vicky, Ariel, Esni, Mega, Vina dan saudara Zarens, Aprin, Rikho yang telah membantu selama pengujian di laboratorium.
8. Serta teman-teman kos dan Dory yang telah mendukung dan memberi semangat kepada penulis selama mengerjakan Tugas Akhir.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN.....	iii
KATA HANTAR	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
INTISARI	xii
GLOSARIUM	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Keaslian Tugas Akhir.....	4
1.5. Tujuan Tugas Akhir	5
1.6. Manfaat Tugas Akhir	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
BAB III DASAR TEORI	12
3.1. Semen.....	12
3.2. Tanah Lempung.....	13
3.3. Reaksi pada Semen dan Tanah Lempung	13
3.4. Air Laut	14
3.5. Reaksi Air Laut dan Semen.....	15
3.6. Degradasi oleh Air Laut	16
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	19
4.1. Benda Uji.....	19
4.1.1. Tanah.....	19
4.1.2. Semen.....	20
4.1.3. Larutan Na ₂ SO ₄	20
4.2. Skema Pengujian dan Bagan Alir.....	20

4.3.	Tahap Pelaksanaan Tugas Akhir	26
BAB V HASIL UJI LABORATORIUM		28
5.1.	Karakteristik Fisik <i>Cement Treated Clay</i>	28
5.1.1.	Uji Batas Atterberg	28
5.1.2.	Uji Distribusi Ukuran Butir	30
5.2.	Karakteristik Sifat Mekanik CTC Menggunakan Uji MCPT	31
5.2.1.	Uji MCPT tanpa Na ₂ SO ₄	31
5.2.2.	Uji MCPT Dengan Na ₂ SO ₄	32
5.2.3.	Kedalaman Degradasi pada Variasi Waktu	37
BAB VI PENGARUH NATRIUM SULFAT PADA <i>CEMENT TREATED CLAY</i>		39
6.1.	Indeks Plastisitas	39
6.2.	Distribusi Ukuran Butir	40
6.3.	Pengaruh Na ₂ SO ₄ pada Kedalaman Degradasi	40
6.4.	Pengaruh Kadar Semen pada Kedalaman Degradasi	41
6.5.	Pengaruh Waktu pada Kedalaman Degradasi	42
6.6.	Hubungan R_{reff} dengan Kadar Semen	43
6.7.	Pengaruh Kadar Semen pada Tingkat Kegetasan	44
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN		46
7.1.	Kesimpulan	46
7.2.	Saran	46
DAFTAR PUSTAKA		47
LAMPIRAN		49

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Komponen Kimia Laut (Al-moudi, 2002 dan Hara, dkk 2014).....	15
Tabel 4.1 Campuran Pengujian Sifat Fisik	22
Tabel 4.2 Campuran Pengujian Kedalaman Degradasi.....	22
Tabel 4.2 Campuran Pengujian Kedalaman Degradasi (lanjutan).....	23



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hasil pengujian Hara, dkk (2014)	8
Gambar 2.2 Hasil uji penetrasi pada variasi waktu perendaman (Liu, dkk (2016))	9
Gambar 2.3 Kedalaman degradasi benda uji yang direndam air biasa dan air laut (Liu, dkk (2016))	9
Gambar 2.4 Hasil uji antara MCPT dan MC (Woojin, dkk (2016))	10
Gambar 3.1. Diagram fase tanah dan jenis material	14
Gambar 3.2. Penentuan kedalaman degradasi (Hara, dkk. (2014))	16
Gambar 3.3 Penentuan kedalaman degradasi (Junjie, dkk (2016)).....	17
Gambar 3.4 Pendekatan hasil uji penetrasi laboratorium (Handoko (2017)).....	18
Gambar 3.5 Penyederhanaan hasil uji penetrasi laboratorium (Handoko (2017))	18
Gambar 4.1. Cetakan silinder benda uji	19
Gambar 4.2 Jarum <i>micro-cone penetration test</i> dan skema jarum.....	23
Gambar 4.3 skema Alat Pengujian.....	24
Gambar 4.4. Diagram alir penelitian tugas akhir	25
Gambar 5.1 Hasil uji batas atterberg <i>cement treated clay</i> tanpa Na_2SO_4	29
Gambar 5.2 Hasil uji batas atterberg <i>cement treated clay</i> dengan Na_2SO_4	29
Gambar 5.3 Distribusi ukuran butir <i>cement treated clay</i> dengan variasi Na_2SO_4 untuk sampel yang direndam dan tidak direndam Na_2SO_4	30
Gambar 5.4 Hasil uji penetrasi CTC dengan kadar air (w_c) = 100%, kadar semen (c_c) = 30%, tanpa Na_2SO_4	31
Gambar 5.5 Hasil uji penetrasi CTC tanpa Na_2SO_4	32
Gambar 5.6 Hasil uji penetrasi CTC dengan kadar air (w_c) = 100%, kadar semen (c_c) = 15%, dengan Na_2SO_4	33
Gambar 5.7 Hasil uji penetrasi CTC $w_c = 100\%$ dengan Na_2SO_4 (a) dan perbesarannya (b)	34
Gambar 5.8 Hasil uji penetrasi CTC $w_c = 150\%$ dengan Na_2SO_4 (a) dan perbesarannya (b)	35
Gambar 5.9 Hasil uji penetrasi CTC $w_c = 200\%$ dengan Na_2SO_4 (a) dan perbesarannya (b)	36
Gambar 5.10 Hasil uji penetrasi CTC $w_c = 100\%$, $c_c = 30\%$, dengan variasi waktu perendaman (a) dan perbesarannya (b) (lanjutan).....	37
Gambar 5.10 Hasil uji penetrasi CTC $w_c = 100\%$, $c_c = 30\%$, dengan variasi waktu perendaman (a) dan perbesarannya (b) (lanjutan).....	38
Gambar 6.1 Perubahan indeks plastisitas CTC akibat Na_2SO_4	39

Gambar 6.2 Perbedaan kedalaman degradasi CTC dengan dan tanpa perendaman Na_2SO_4 untuk kadar air $w_c = 100\%$	41
Gambar 6.3 Kedalaman degradasi pada variasi kadar Semen	42
Gambar 6.4 Nilai R_{ref} akibat perendaman Na_2SO_4	43
Gambar 6.5 Nilai tahanan ujung referensi (R_{ref}) pada variasi kadar semen	44
Gambar 6.6 Perbandingan kegetasan benda uji (a) retak: benda uji dengan $w_c = 100\%$ dan $c_c = 25\%$, (b) tanpa retak: benda uji dengan $w_c = 100\%$ dan $c_c = 10\%$	45



INTISARI

Tanah sisa (*waste soil*) merupakan residu dari beberapa proyek konstruksi seperti pengerukan jalur kapal, penggalian sungai dan waduk, penggalian terowongan, serta dapat juga berupa hasil fenomena alam. Salah satu fenomena alam yang menghasilkan tanah sisa adalah Lumpur Sidoarjo. Penanganan Lumpur Sidoarjo saat ini adalah dengan membuang lumpur ke Sungai Porong. Hal ini akan memberikan dampak pada lingkungan sungai. Untuk mengurangi dampak akibat pembuangan lumpur ke sungai, lumpur yang merupakan tanah lempung dapat dimanfaatkan sebagai material timbunan pada proyek konstruksi setelah distabilisasi. Stabilisasi yang sudah banyak dimanfaatkan adalah pencampuran semen pada lempung. Metode ini disebut *Cement Treated Clay* (CTC). Semen dipilih karena mudah didapat dan bereaksi cepat dibanding bahan pengikat lainnya. Timbunan dengan CTC khususnya sebagai timbunan dermaga akan membuat CTC berada dalam lingkungan yang ekstrim dan dapat menyebabkan perubahan baik pada sifat fisik maupun sifat mekanik. Maka perlu adanya penelitian mengenai akibat yang ditimbulkan oleh komponen kimia air laut salah satunya Natrium Sulfat (Na_2SO_4).

Tugas Akhir ini akan meneliti mengenai perubahan sifat fisik dan mekanik CTC yang direndam pada Na_2SO_4 . Sifat fisik CTC akan diuji dengan pengujian batas atterberg dan distribusi ukuran butir, sedangkan perubahan sifat mekanik akan diuji dengan *Micro-cone penetration test* (MCPT) untuk menguji kedalaman degradasi CTC. Benda uji berupa silinder dengan diameter 6 cm dan tinggi 10 cm. Benda uji akan diperam dalam suhu ruang (30°C) selama 28 hari untuk memberikan waktu bagi reaksi hidrasi dan reaksi lanjutan. Setelah masa pemeraman, benda uji direndam dalam larutan Na_2SO_4 sebagai penggambaran lingkungan air laut.

Dari penelitian yang diperoleh kedalaman degradasi CTC meningkat setelah direndam dengan Na_2SO_4 . Peningkatan degradasi diakibatkan karena adanya perubahan pada indeks plastisitas dan perubahan butiran menjadi lebih halus setelah masa perendaman. Semakin tinggi kadar semen pada CTC akan meningkatkan tahanan ujung CTC sehingga kedalaman lapisan yang terdegradasi akan semakin kecil. Sebaliknya, semakin kecil kadar semen CTC akan membuat kedalaman degradasi CTC semakin dalam dan tahanan ujung CTC semakin rendah.

Kata Kunci: *cement treated clay*, Natrium Sulfat, *micro-cone penetration test*, indeks plastisitas, degradasi.

GLOSARIUM



c_c	= kadar semen
w_c	= kadar air
w/c	= rasio antara kadar air dibagi kadar semen
V_v	= Volume <i>void</i> (air dan/atau udara)
V_s	= Volume <i>solid</i> (tanah)
V_{wa}	= Volume air
V_{ce}	= Volume semen
V_{cl}	= Volume lempung
w_v	= Berat <i>void</i> (air dan/atau udara)
w_s	= Berat <i>solid</i> (tanah)
w_{wa}	= Berat air
w_{ce}	= Berat semen
w_{cl}	= Berat lempung
d_n	= Kedalaman degradasi setelah <i>curing</i> selama n hari
n	= Waktu <i>curing</i>
R	= Tahanan Ujung (N)
R_{reff}	= Tahanan Ujung Referensi (N)