

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

STABILISASI SEMEN DAN FLY ASH PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF

*The stabilization cement and fly ash
of Expansive Clay Soil*

Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan
Pendidikan Sarjana Tingkat Strata Satu (S1)
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro
Semarang

disusun oleh :

Aditya Rakhman Heryono L2A3 00 003
Wahyu Eko Sulistyono L2A3 00 160

Menyetujui,
Semarang, Februari 2007

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

Ir. Siti Hardiyati, Sp1, MT.
NIP. 130 896 243

Ir. Indrastono Dwi A, M.Eng.
NIP. 131 773 820

Mengetahui,
Ketua Pelaksana Ekstensi Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Ir. Moga Narayudha, SP1.
NIP. 130 810 731

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan berkah dan rahmat-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir dengan judul “Stabilisasi Semen dan *Fly Ash* Pada Tanah Lempung Ekspansif” disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Sarjana tingkat Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan rasa hormat dan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan kepada kami selama penyusunan Tugas Akhir ini, antara lain :

1. Ir. Bambang Pudjianto, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
2. Ir. Sri Sangkawati, MS. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
3. Ir. Moga Narayuda, SP1 selaku Ketua Pelaksana Program Ekstensi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
4. Dr. Ir. Sri Prabandiyani, MSc., MIEAust., CPEng. selaku Ketua Laboratorium Mekanika Tanah.
5. Ir. Siti Hardiyati, Sp1, MT. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah memberikan masukan dan bimbingan kepada penulis.
6. Ir. Indrastono Dwi A, M.eng. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan masukan dan bimbingan kepada penulis.
7. DR.Ir. Robert J Kodoatie, Meng dan Ir. Hari Warsianto, MS. selaku Dosen Wali.
8. Seluruh Dosen Pengajar beserta Staf Pengajaran Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
9. Seluruh karyawan Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

10. Teman-teman angkatan 2000 yang telah memberikan dukungannya..
11. Semua pihak yang belum kami sebut tetapi telah memberikan bantuan materiil dan moril.

Dengan kerendahan hati kami menyadari kekurangan dan keterbatasan yang kami miliki sehingga dalam penyusunan Tugas Akhir ini jauh dari sempurna, Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat kami nantikan. Semoga bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, Februari 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

Judul.....	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Intisari.....	iii
Kata Pengantar.....	iv
Daftar Isi.....	v
Daftar Tabel.....	ix
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Notasi.....	xiii
Bab 1. Pendahuluan.....	2
1.1 Umum.....	2
1.2 Latar Belakang.....	2
1.3 Maksud dan Tujuan.....	3
1.2 Maksud Penelitian.....	3
1.2 Tujuan Penelitian	4
1.4 Lokasi Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
Bab 2. Tinjauan Pustaka.....	8
2.1 Umum.....	8
2.2 Stabilisasi Tanah Dengan Semen Dan Fly Ash.....	11
2.3 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Pemakaian.....	13
2.4 Tanah Lempung Berpotensi Ekspansif.....	14
2.5 Lempung dan Mineral Penyusunnya.....	15
2.5.1 Struktur Mineral Penyusun Lempung	16
2.5.2 Sifat Umum Mineral Lempung	20
2.6 Identifikasi Tanah Lempung Ekspansif.....	23
2.6.1 Identifikasi Mineralogi.....	23
2.6.2 Cara Tidak Langsung	24

2.6.2.1	Atterberg Limit	24
2.6.2.2	Linear Shrinkage	25
2.6.2.3	Free Swell	25
2.6.2.4	Colloid Content.....	26
2.6.2.5	Metode Klasifikasi (Metode USBR).....	27
2.6.2.6	Activity Method.....	28
2.6.3	Metode Pengukuran Langsung.....	30
2.7	Faktor Pengaruh dalam Proses Mengembang	31
2.8	Batas-Batas Konsistensi Tanah	33
2.8.1	Kegunaan Batas-Batas Konsistensi Tanah.....	33
2.8.2	Batas Cair	33
2.8.3	Batas Plastis	34
2.8.4	Batas Susut	34
2.8.5	Indeks Plastis	35
2.9	Parameter Kuat Geser Tanah C dan ϕ	35
2.10	Kembang Susut Tanah.....	38
2.10.1	Pengujian Persentase Mengembang.....	38
2.10.2	Pengujian Tekanan Mengembang.....	39
2.11	Bahan-bahan Yang Digunakan Untuk Campuran Tanah	
	Lempung Ekspansif.....	40
2.11.1	Semen.....	40
2.11.2	Fly Ash (abu terbang batu bara).....	41
Bab 3.	Metodologi Penelitian.....	44
3.1	Umum.....	44
3.2	Pengambilan Sample.....	45
3.2.1	Pengambilan contoh tanah.....	45
3.2.1.1	Boring.....	45
3.2.1.2	Sampling	46
3.2.2	Semen	47
3.2.3	Fly Ash	49

3.3	Tahap Persiapan	49
3.3.1	Identifikasi Tanah.....	50
3.3.1.1	Soil Test	51
3.3.1.1.1	Berat Isi Tanah.....	51
3.3.1.1.2	Kadar Air.....	52
3.3.1.1.3	Berat Jenis.....	53
3.3.1.2	Grain Size dan Sieve Analysis.....	55
3.3.2.1.1	Analisa Ayakan.....	55
3.3.2.1.2	Hidrometer.....	56
3.3.1.3	Batas-Batas Konsistensi.....	57
3.3.1.3.1	Batas Cair.....	58
3.3.1.3.2	Batas Plastis.....	60
3.3.1.3.3	Batas Susut.....	62
3.3.2	Penetapan Nilai OMC.....	64
3.4	Tahap Pelaksanaan.....	66
3.4.1	Pembuatan Benda Uji.....	66
3.4.2	Kombinasi Pencampuran Tanah Dengan Semen dan <i>Fly Ash</i>	67
3.4.3	Pengujian Kuat Tekan Bebas.....	67
3.4.4	Pengujian Prosentase Mengembang	69
3.4.5	Pengujian Tekanan Mengembang.....	71
3.4.6	Pengujian Shrinkage.....	72
3.4.7	Pengujian Atterberg Limits.....	73
Bab 4.	Hasil dan Analisa.....	75
4.1	Pengambilan Sampel.....	75
4.2	Pemeriksaan Sifat Tanah (Uji Indeks Tanah).....	75
4.3	Penetapan Kadar Air Optimum (OMC).....	77
4.4	Pemeriksaan Berat Jenis Semen.....	78
4.5	Pengujian Fly Ash.....	78
4.6	Pengaruh Semen dan Fly Ash Terhadap Sifat fisik dan Mekanis Tanah Lempung Godong Purwodadi	79

4.6.1	Pengaruh Semen dan Fly Ash Terhadap Nilai Batas Atterberg.....	79
4.6.2	Pengaruh Semen dan Fly Ash Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas	80
4.6.3	Pengaruh Semen dan Fly Ash Terhadap Kemampuan Mengembang.....	81
4.6.4	Pengaruh Semen dan Fly Ash Terhadap Tekanan Mengembang.....	81
4.6.5	Pengaruh Semen dan Fly Ash Terhadap Nilai Shrinkage.....	82
4.6.6	Pengaruh Semen dan Fly Ash Terhadap Distribusi Ukuran Butiran.....	82
4.7	Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Sifat Mekanis Tanah Lempung Godong Purwodadi Dengan Semen dan Fly Ash...	83
4.7.1	Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah campuran.....	83
4.7.2	Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Potensi Mengembang Tanah campuran.....	87
4.7.3	Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Tekanan Mengembang Tanah campuran.....	90
Bab 5.	Penutup.....	95
5.1	Kesimpulan.....	95
6.2	Saran.....	96
	Daftar Pustaka.....	xvii
	Lampiran.....	xix
	Dokumentasi.....	xx

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi tanah untuk lapisan tanah dasar jalan raya	13
Tabel 2.2	Kisaran kapasitas tukar kation	20
Tabel 2.3	Hubungan potensial mengembang dengan indeks plastis.....	24
Tabel 2.4	Klasifikasi potensi mengembang berdasarkan <i>Atterberg limit</i>	25
Tabel 2.5	Kriteria identifikasi tanah lempung ekspansif metode USBR	27
Tabel 2.6	Hubungan aktifitas dengan mineral	28
Tabel 2.7	Harga konsistensi tanah berdasarkan harga kekuatan tanah..	37
Tabel 2.8	Persyaratan, Standart komposisi kimia Portland Cement.....	41
Tabel 3.1	Jumlah benda uji untuk pengujian kuat tekan bebas.....	69
Tabel 3.2	Jumlah benda uji untuk pengujian prosentase mengembang	70
Tabel 3.3	Jumlah benda uji untuk pengujian tekanan mengembang....	71
Tabel 3.4	Jumlah benda uji untuk pengujian shrinkage.....	72
Tabel 3.5	Jumlah benda uji untuk pengujian atterberg limit.....	73
Tabel 4.1	Karakteristik tanah asli	75
Tabel 4.2	Hasil pengujian berat jenis Portland Cement	78
Tabel 4.3	Hasil pengujian komposisi kimia <i>fly ash</i>	78
Tabel 4.4	Hasil uji batas-batas Atterberg pada tanah asli dan campuran	79
Tabel 4.5	Nilai uji kuat tekan bebas pada tanah asli dan campuran.....	80
Tabel 4.6	Nilai uji potensi mengembang pada tanah asli dan campuran	81
Tabel 4.7	Nilai uji tekanan mengembang pada tanah asli dan campuran	81
Tabel 4.8	Hasil uji shrinkage pada tanah asli dan campuran	82
Tabel 4.9	Nilai uji kuat tekan bebas tanah campuran pada waktu pemeraman.....	83
Tabel 4.10	Nilai uji potensi mengembang tanah campuran pada waktu	

	Pemeraman.....	87
Tabel 4.11	Nilai potensi mengembang, kadar air dan selisih kadar air pada tanah campuran semen dan fly ash.....	90
Tabel 4.12	Nilai uji tekanan mengembang tanah campuran pada waktu Pemeraman.....	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta lokasi pengambilan sampel	4
Gambar 2.1	Hubungan Pengaruh waktu pemeraman dengan (UCS) pada tanah yang Dicampur dengan prosentase 5 % semen	11
Gambar 2.2	Single silica tetrahedral.....	16
Gambar 2.3	Isometric Silica sheet	16
Gambar 2.4	Single alumunium octahedron	17
Gambar 2.5	Isometric octahedral sheet.....	17
Gambar 2.6	Struktur kaolinite.....	18
Gambar 2.7	Struktur Montmorillonite.....	18
Gambar 2.8	Struktur illite.....	19
Gambar 2.9	Molekul air dipolar dalam lapisan ganda.....	21
Gambar 2.10	Mekanisme kembang susut pada partikel lempung.....	23
Gambar 2.11	Mekanisme kembang susut pada partikel lempung yang stabil..	23
Gambar 2.12	Hubungan potensi mengembang dengan kadar lempung.....	26
Gambar 2.13	Hubungan prosentase mengembang dengan kandungan koloid, PI dan batas susut.....	27
Gambar 2.14	Grafik klasifikasi potensi mengembang	29
Gambar 2.15	Hubungan potensi mengembang dengan kadar air dan kepadatan	31
Gambar 2.16	Batas-batas atterberg limit	33
Gambar 2.17	Keruntuhan geser kondisi air termampatkan	37
Gambar 2.18	Perbandingan uji tekan tak tersekat UC dan UU dari tanah lempung jenuh air	38
Gambar 2.19	Penentuan tekanan mengembang metode B (ASTM)	40
Gambar 3.1	Diagram alir metode penelitian.....	44
Gambar 3.2	Botol Le Chatelir.....	49
Gambar 4.1	Distribusi butiran hasil uji hidrometer dan analisa saringan tanah asli	76

Gambar 4.2	Klasifikasi tanah asli menurut sistem AASHTO	77
Gambar 4.3	Nilai OMC dengan standart proctor	77
Gambar 4.4	Grafik hubungan antara atterberg limit dengan variasi komposisi PC dan FA kondisi 0 hari.....	80
Gambar 4.5	Distribusi butiran hasil uji hidrometer dan analisa saringan tanah campuran.....	82
Gambar 4.6	Grafik UCS untuk masing-masing tanah campuran dalam kondisi pemeraman 0 hari	84
Gambar 4.7	Grafik UCS untuk masing-masing tanah campuran dalam kondisi pemeraman 3 hari	85
Gambar 4.8	Grafik UCS untuk masing-masing tanah campuran dalam kondisi pemeraman 7 hari	85
Gambar 4.9	Grafik hubungan antara Qu dengan variasi komposisi PC dan FA pada waktu pemeraman	86
Gambar 4.10	Grafik potensi mengembang tanah campuran dalam kondisi pemeraman 0 hari	88
Gambar 4.11	Grafik potensi mengembang tanah campuran dalam kondisi pemeraman 3 hari	88
Gambar 4.12	Grafik potensi mengembang tanah campuran dalam kondisi pemeraman 7 hari	89
Gambar 4.13	Grafik hubungan antara potensi mengembang dengan variasi komposisi PC dan FA pada waktu pemeraman	89
Gambar 4.14	Grafik tekanan mengembang tanah campuran dalam kondisi pemeraman 0 hari	91
Gambar 4.15	Grafik tekanan mengembang tanah campuran dalam kondisi pemeraman 3 hari	91
Gambar 4.16	Grafik tekanan mengembang tanah campuran dalam kondisi pemeraman 7 hari	92
Gambar 4.17	Grafik hubungan antara tekanan mengembang dengan variasi komposisi PC dan FA pada waktu pemeraman	93

DAFTAR NOTASI

A	<i>Activity</i>
A°	Angstrom
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
AASHTO	<i>American Association Of State Highway and Transportation and Official</i>
C	Fraksi lempung
cu	<i>Consolidated undrained</i>
c	Kohesi
d	Diameter
e	Angka pori
e _o	Angka pori awal
G _s	Berat jenis tanah (<i>Spesific Gravity</i>)
γ	Berat isi tanah
γ_d	Berat isi kering tanah
H, h	Tinggi sampel tanah
$\Delta H, \Delta h$	Perubahan tinggi sampel tanah
K	Konstanta
kg	Kilogram
kPa	Kilo Pascal
LL	Batas cair (<i>Liquid Limit</i>)
LS	<i>Linear Shrinkage</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
m	Meter
mm	Milimeter
μm	Mikrometer
μ	Tekanan kapiler
OMC	<i>Optimum Moisture Content</i>
PI	Indeks plastis
PL	Batas plastis

psi	<i>Pound per square inch</i>
Ø	Sudut geser dalam
qu	Tegangan deviator
R	Faktor penyusutan
S	Potensi mengembang
SL	Batas susut
Su	<i>Undrained shear strength</i>
Sq.m/gr	<i>Square meter per gram</i>
σ	Tegangan normal
τ _r	Tegangan geser
UCS	<i>Unconfined Compressive Strength</i>
USBR	<i>Unified System Bureau of Reclamation</i>
USCS	<i>Unified Soil Classification System</i>
U	Tegangan air pori
Ua	Takanan udara pori
uu	<i>unconsolidated undrained</i>
v	Volume
VS	Susut volumetrik
w	Kadar air
w _{opt}	Kadar air optimum
x	jarak
ZAV line	<i>garis zero air void</i>