

# LEMBAR PENGESAHAN

## TUGAS AKHIR

### Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Kapur Pertanian ( $\text{CaCO}_3$ )

#### Di Daerah Rawa Pening Kabupaten Semarang

*(Clay Stabilization with Agriculture Chalk (  $\text{CaCO}_3$ )  
In Rawa Pening Kabupaten Semarang)*

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
dalam menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana (Strata- 1)  
Jurusan Teknik Sipil Ekstensi Fakultas Teknik  
Universitas Diponegoro

Disusun Oleh :

Kun Widiatmono                      L2A301023

Hadi Siswanto                        L2A301018

Menyetujui :

Semarang,    Agustus 2007

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

DR.Ir.Sri Prabandiyani, MSc, MIEAust, CPEng.

NIP. 130916166

Ir. Siti Hardiyati, SP1, MT

NIP. 130896243

Mengetahui :

Ketua Pelaksana Program Jurusan Teknik Sipil Ekstensi  
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Ir. Moga Narayudha, SP1

NIP. 130810731

# 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 Tanah Lempung Dengan Kapur Pertanian ( $\text{CaCO}_3$ ) Di Daerah Rawa Pening Kabupaten Semarang” 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 sekaligus sebagai Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah membimbing kami dalam penulisa Tugas Akhir ini.
5. Ir. Siti Hardiyati, Sp1, MT. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan masukan dan bimbingan kepada penulis.
6. Ir. Frida Kistiani selaku Dosen Wali yang tidak henti-hentinya memacu kami untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Seluruh Dosen Pengajar beserta Staf Pengajaran Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
8. Seluruh karyawan Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

9. 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, Agustus 2007

Penyusun

# DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Persembahan.....	iii
Kata Pengantar.....	v
Daftar isi.....	vii
Daftar Tabel.....	xi
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Notasi.....	xiv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Umum.....	1
1.2. Latar Belakang Masalah.....	1
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	3
1.3.1. Maksud Penelitian.....	3
1.3.2. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Lokasi Penelitian.....	3
1.5. Batasan Permasalahan.....	4
1.6. Manfaat Penelitian.....	4
1.7. Sistematika Penelitian.....	5
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Tinjauan Umum.....	6
2.2. Klasifikasi Tanah.....	6
2.2.1. Klasifikasi Tanah Lempung.....	8
2.3. Lempung dan Mineral Penyusunnya.....	9
2.3.1. Struktur Mineral Penyusun Lempung.....	10
2.3.2. Sifat Umum Mineral Lempung.....	16
2.4. Fenomena Tanah Lempung Berpotensi Ekspansif.....	17
2.5. Identifikasi Tanah Lempung Ekspansif.....	27
2.5.1. Identifikasi Minerologi.....	28
2.5.2. Cara Tidak Langsung.....	28
2.5.2.1. Atterberg Limit.....	28

2.5.2.2. Linear Shrinkage.....	29
2.5.2.3. Free Swell.....	30
2.5.2.4. Colloid Content.....	30
2.5.2.5. Metode Klasifikasi (Metode USBR).....	31
2.5.2.6. Activity Method.....	32
2.5.3. Metode Pengukuran Langsung.....	34
2.6. Batas-Batas Konsistensi Tanah	
2.6.1. Kegunaan Batas-Batas Konsistensi Tanah.....	35
2.6.2. Batas Cair.....	36
2.6.3. Batas Plastis.....	37
2.6.4. Batas Susut.....	37
2.6.5. Indeks Plastis.....	37
2.7. Parameter Kuat Geser Tanah.....	38
2.7.1. Uji Tekan Bebas.....	39
2.8. Pemadatan Tanah.....	40
2.8.1. Uji Standar Proctor.....	42
2.9. Kembang Susut Tanah.....	44
2.9.1. Pengujian Potensi Mengembang.....	46
2.9.2. Pengujian Tekanan Mengembang.....	46
2.10. pH Tanah.....	48
2.10.1. Kisaran pH tanah.....	48
2.10.2. Hubungan Kapur Dengan pH Tanah.....	49

### BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Umum.....	51
3.2. Bahan Uji.....	51
3.3. Pengumpulan Data.....	52
3.4. Standar Pengukuran.....	52
3.5. Pelaksanaan Penelitian.....	53
3.5.1. Tahap Pengambilan Sampel Tanah.....	55
3.5.2. Tahap Persiapan.....	57
A. Tahap Pemeriksaan Sifat Dasar Tanah.....	57
A.1. Soil Test.....	58

A.1.1. Berat Isi Tanah.....	58
A.1.2. Kadar Air.....	58
A.1.3. Berat Jenis.....	58
A.2. Grain Size .....	58
A.2.1. Hidrometer.....	58
A.3. Batas-Batas Konsistensi.....	59
A.3.1. Batas Cair.....	59
A.3.2. Batas Plastis.....	59
A.3.3. Batas Susut.....	60
B. Penetapan Nilai OMC Standar Proctor.....	60
C. Pembuatan Benda Uji.....	63
3.5.2. Tahap Pelaksanaan.....	63
A. Pengukuran Nilai pH tanah.....	63
B. Pengujian Kuat Geser dengan UCS.....	64
C. Pengujian Swelling Test.....	65
C.1. Pengujian Persentase Mengembang.....	66
C.2. Pengujian Tekan Mengembang.....	68
<b>BAB 4. HASIL DAN ANALISIS PENYELIDIKAN TANAH</b>	
4.1 Pemeriksaan Sifat Tanah Asli (Uji Indeks Tanah).....	69
4.2 Penentuan Kadar Air Optimum (OMC).....	73
4.3 UCS Tanah Asli.....	74
4.4 Swell Tanah Asli.....	75
4.5 Sifat Fisik Benda Uji.....	76
4.4. Pengaruh kapur pertanian terhadap sifat fisik dan mekanis terhadap benda uji.....	77
4.4.1. Pengaruh kapur pertanian terhadap distribusi ukuran butiran.....	77
4.4.2. Pengaruh kapur pertanian (CaCO <sub>3</sub> ) terhadap nilai batas Atterberg .....	79
4.4.3. Pengaruh kapur pertanian terhadap nilai kuat tekan	

Bebas.....	79
4.4.4. Pengaruh kapur pertanian terhadap kemampuan mengembang.....	81
4.4.5. Pengaruh kapur pertanian terhadap tekanan mengembang.....	82
4.5. Pengujian Nilai pH.....	85
 BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	86
5.2 Saran.....	89
Daftar Pustaka.....	xvi
Lampiran Hasil Penelitian .....	xvii
Lampiran Surat Menyurat.....	xviii
Lampiran Lembar Asistensi Tugas Akhir.....	xix
Lampiran Dokumentasi.....	xx

# DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1.1. Peta lokasi pengambilan sampel
- Gambar 2.1. Single silica tetrahedral (Grim, 1959)
- Gambar 2.2. Isometric silica sheet (Grim, 1959)
- Gambar 2.3. Single aluminium octahedron (Grim, 1959)
- Gambar 2.4. Isometric octahedral sheet (Grim, 1959)
- Gambar 2.5. Struktur kaolinite (Grim, 1959)
- Gambar 2.6. Struktur Montmorillonite (Grim, 1959)
- Gambar 2.7. Struktur illite (Grim, 1959)
- Gambar 2.8. Molekul air dipolar dalam lapisan ganda (Hardiyatmo, 1992)
- Gambar 2.9. Mekanisme kembang susut pada partikel lempung.
- Gambar 2.10. Mekanisme kembang susut pada partikel lempung yang stabil
- Gambar 2.11. Dimensi nisbi dari beberapa ion yang umum dijumpai dalam tanah  
(Kim H. Tan, 1991)
- Gambar 2.12. Kation dan ion pada lapisan rangkap listrik di permukaan partikel  
lempung (Yong dan Warkentin, 1966)
- Gambar 2.13. Lapisan rangkap Helm Holtz
- Gambar 2.14. Sifat dipolar molekul air (Das Braja. M, 1985)
- Gambar 2.15. Interaksi molekul dan air dengan partikel lempung  
(Das Braja. M, 1985)
- Gambar 2.16. Hubungan potensi mengembang dengan kadar lempung  
(Seed, Woodward dan Lundberg, 1962)
- Gambar 2.17. Hubungan persentase mengembang dengan kandungan koloid, PI  
dan batas susut (holtz dan Gibbs, 1959)
- Gambar 2.18. Grafik klasifikasi potensi mengembang (Seed et. Al, 1962)
- Gambar 2.19. Batas-batas Atterberg Limit
- Gambar 2.20. Keruntuhan geser kondisi air termampatkan
- Gambar 2.21. Perbandingan uji tekan tak tersekat *unconfined compression* dan  
*unconsolidated undrained* dari tanah lempung jenuh air

- Gambar 2.22. Prosentase Kondisi Variasi Pembebanan
- Gambar 2.23. Penentuan tekanan mengembang metode B(ASTM-D-4546-90)
- Gambar 2.24. kisaran-kisaran pH tanah atau kelas-kelas reaksi tanah. (Dari N.C. Brady, *The Nature and Properties of Soil* edisi ke 8 macmillan New York )
- Gambar 3.1. Diagram Alir Metode Penelitian
- Gambar 4.1 Distribusi butiran hasil uji analisa butiran tanah asli ( M.I.T Classification).
- Gambar 4.2 klasifikasi tanah berdasarkan ASTM
- Gambar 4.3. Grafik klasifikasi potensi mengembang (Seed et al, 1962)
- Gambar 4.4. Penentuan kadar air optimum
- Gambar 4.5 Grafik UCS pada kedalaman 1 meter, 1.5 meter, 2 meter
- Gambar 4.6 Grafik nilai  $q_u$ ,  $c_u$  dan *sensitifity* pada kedalaman 1 meter, 1.5 meter dan 2 meter
- Gambar 4.7 Grafik hubungan waktu dan persentase mengembang
- Gambar 4.8. Grafik hubungan angka pori dan pressure
- Gambar 4.9. Distribusi butiran hasil uji *hidrometer dan sieve analys* tanah asli (M.I.T Classification)
- Gambar 4.10 Gambar uji UCS untuk campuran tanah dengan Variasi Kapur pertanian Pertanian
- Gambar 4.11 Grafik  $q_u$  dan *Sensitivity*
- Gambar 4.12 Grafik uji *swell* untuk setiap variasi Kapur pertanian Pertanian
- Gambar 4.13. Grafik persentase mengembang maksimum pada tiap variasi campuran
- Gambar 4.14 Grafik hubungan nilai tekanan mengembang terhadap variasi campuran Kapur Pertanian
- Gambar 4.15 Grafik nilai tekanan mengembang untuk setiap variasi Kapur pertanian Pertanian

## DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1 Klasifikasi tanah untuk lapisan tanah dasar jalan raya
- Tabel 2.1.a Sistem Klasifikasi Tanah *Unified*
- Tabel 2.2 Kisaran kapasitas tukar kation (Chen, 1975)
- Tabel 2.3. Rata-rata kerapatan muatan di kedua sisi permukaan partikel (Yong dan Warkentin, 1966)
- Tabel 2.4. Pengaruh konsentrasi dan valensi terhadap ketebalan lapisan rangkap baur (Kim H. Tan, 1991)
- Tabel 2.5. Hubungan potensial mengembang dengan indeks plastis (Chen, 1975)
- Tabel 2.6. Klasifikasi potensi mengembang didasarkan pada Atterberg Limit
- Tabel 2.7. Kriteria identifikasi tanah lempung ekspansif USBR (Holtz dan Gibbs, 1959)
- Tabel 2.8. Hubungan aktivitas dengan mineral (Seed et. Al, 1962)
- Tabel 2.9. Harga konsistensi tanah berdasarkan harga kekuatan tanah
- Tabel 4.1 Karakteristik Tanah Asli
- Tabel 4.2. Nilai  $q_u$ ,  $c_u$  dan *sensitifity* pada kedalaman 1 meter, 1.5 meter dan 2 meter
- Tabel 4.3 Nilai properties benda uji setelah dicampur dengan kapur pertanian pada kondisi OMC dan *Proctor standard* serta melalui proses pemadatan
- Tabel 4.4. Hasil uji batas-batas Atterberg pada tanah asli dan campuran
- Tabel 4.5. Nilai  $q_u$ ,  $c_u$  dan *sensitifity* pada Pada setiap variasi campuran
- Tabel 4.6 Nilai Prosentase mengembang maksimum untuk setiap variasi campuran kapur pertanian
- Tabel 4.7 Nilai tekanan mengembang untuk setiap variasi campuran kapur pertanian
- Tabel 4.8. Nilai *Pressure* dan Angka pori ( $e$ ) pada masing masing campuran
- Tabel 4.9. Nilai pH tanah sesuai dengan prosentase campuran.

# 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 <sub>o</sub>	Angka pori awal
G <sub>s</sub>	Berat jenis tanah ( <i>Specific Gravity</i> )
$\gamma$	Berat isi tanah
$\gamma_d$	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
$\mu\text{m}$	Mikrometer
$\mu$	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>
$\sigma$	Tegangan normal
$\tau_f$	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 <sub>opt</sub>	Kadar air optimum
x	jarak
ZAV line	<i>garis zero air void</i>