

1150/FT.01/SKRIP/08/2012



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGARUH PENGGUNAAN MIKROORGANISME SEBAGAI
BAHAN STABILISASI TERHADAP KEKUATAN TANAH
GAMBUT DENGAN UJI TRIAKSIAL CU DAN CBR**

SKRIPSI

ADITIYA PUTRA KARISMA

0706265996

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
KEKHUSUSAN GEOTEKNIK
DEPOK
JUNI 2012**

1150/FT.01/SKRIP/08/2012



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGARUH PENGGUNAAN MIKROORGANISME SEBAGAI
BAHAN STABILISASI TERHADAP KEKUATAN TANAH
GAMBUT DENGAN UJI TRIAKSIAL CU DAN CBR**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

ADITIYA PUTRA KARISMA

0706265996

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
KEKHUSUSAN GEOTEKNIK
DEPOK
JUNI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Aditya Putra Karisma

NPM : 0706265996

Tanda tangan :



Tanggal : 18 Juni 2012

HALAMAN PENGESAHAN


Skripsi ini diajukan oleh:


Nama : Aditya Putra Karisma
NPM : 0706265996
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Mikroorganisme Sebagai Bahan Stabilisasi Terhadap Kekuatan Tanah Gambut dengan Uji Triaksial dan CBR

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Wiwik Rahayu DEA. ()

Penguji : Prof. Dr. Ir. Tommy Ilyas, M.Eng. ()

Penguji : Dr. Ir. Widjojo Adi P., M.Sc., Ph. D. ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 18 Juni 2012

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin. Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas kuasa-Nya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulisan skripsi ini dilakukan sebagai salah satu syarat dalam meraih gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Sipil Program Studi Teknik Sipil Universitas Indonesia. Tanpa bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, sulit rasanya bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

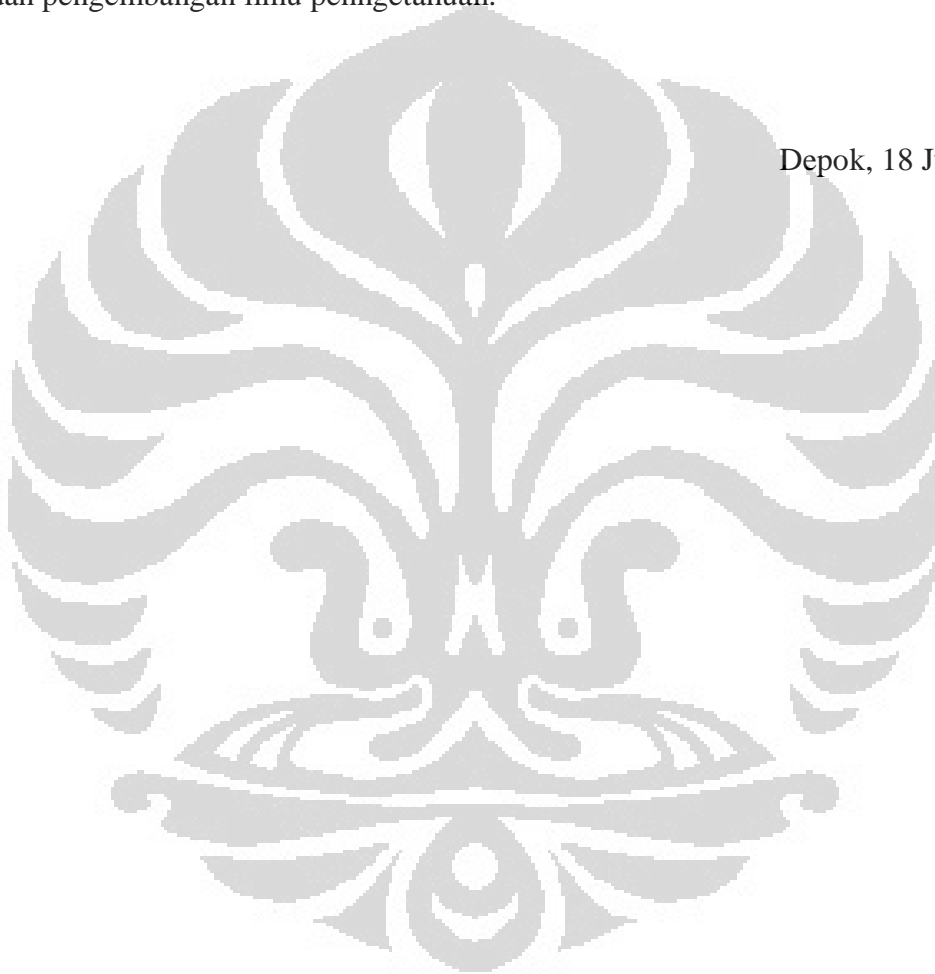
- (1) Orang tua dan keluarga saya tercinta, atas doa dan dukungannya baik moril maupun materi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan;
- (2) Dr. Wiwik Rahayu, DEA. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (3) Barto Hendricho dan Ishlah Habibi sebagai rekan seperjuangan skripsi;
- (4) Pihak Uniski (Ibu Siti Muslikah dan suaminya, Pak Ishak dkk.), Pihak LIPI Cibinong, dan Pihak Departemen Pertanahan Juanda Bogor yang telah memberikan bantuan dalam pengerjaan penelitian ini;
- (5) Laboran Lab. Mekanika Tanah (Pak Narto, Pak Wardoyo, Bang Anto, dll) yang telah banyak membantu selama penelitian ini;
- (6) Aep Riyadi, Muhamad Iqbal, Olva Seselima, dan Feisal Yusuf, sahabat-sahabat terbaik yang telah mengisi hari-hari selama 5 tahun masa perkuliahan;
- (7) Vita Ariesta, Dapot Eskana, M. Airlangga, Rifa Ikhsan, dan Bianca Natasya, sahabat-sahabat yang telah mengisi hari-hari selama di peminatan geoteknik;
- (8) Teman-teman Sipil Lingkungan 2007 yang selalu memberi dorongan doa dan semangat;
- (9) Teman-teman di kosan H. Kodja (Ingga Prasadi, Bobby Chaniago, Mujib Riha dan Ivan MCR.) yang selalu memberi dorongan doa dan semangat;
- (10) Teman-teman satu daerah asal (Rendy Armayasa, Rahman Pratoni, dan Teguh Budiman) yang selalu memberi dorongan doa dan semangat;

- (11) Laboran Lab. Mekanika Bahan dan Aspal (Pak Pri, Pak Yudi Ompong, Pak Yudi, Bang Kendar, Bang Jay dll) yang selalu memberi dorongan doa dan semangat;
- (12) Orang-orang yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;

Akhir kata, saya berharap Allah SWT membalas segala kebaikan pihak-pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi kemajuan dan pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 18 Juni 2012

Penulis



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aditiya Putra Karisma
NPM : 0706265996
Program Studi : Teknik Sipil
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**PENGARUH PENGGUNAAN MIKROORGANISME SEBAGAI BAHAN
STABILISASI TERHADAP KEKUATAN TANAH GAMBUT DENGAN
UJI TRIAKSIAL DAN CBR**

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 18 Juni 2012
Yang menyatakan


(Aditiya Putra Karisma)

ABSTRAK

Nama : Aditiya Putra Karisma
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Pengaruh Penggunaan Mikroorganismes Sebagai Bahan Stabilisasi Terhadap Kekuatan Tanah Gambut Dengan Uji Triaksial CU dan CBR

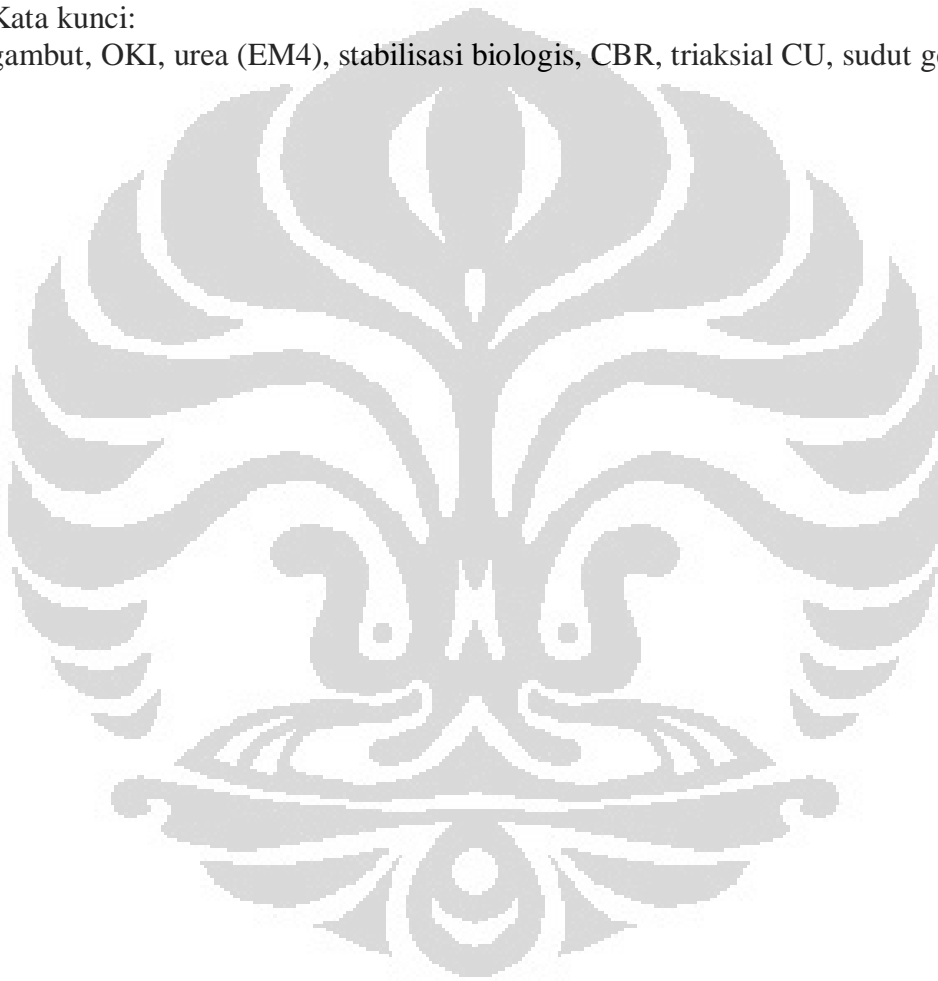
Indonesia memiliki lahan gambut yang sangat besar. Menurut Soekardi dan Hidayat (1988) lahan gambut di Indonesia diperkirakan seluas 18,4 juta hektar. Sifat daya dukung tanah gambut sangat rendah sehingga potensi ketidakmanfaatan tanah gambut untuk kemampuan menahan beban yang lebih besar. Oleh sebab itu dilakukan upaya untuk mestabilkannya. Telah banyak upaya untuk menstabilkan tanah dengan menambahkan campuran oleh peneliti-peneliti sebelumnya yaitu dengan dengan semen dan aspal. Bahan stabilisasi yang diberikan adalah campuran kimia sehingga akan merusak lingkungan baik dalam skala besar ataupun kecil. Pada penelitian dilakukan pencampuran dengan pupuk urea (EM4) dengan upaya lebih ramah lingkungan. Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan penelitian sebelumnya (Siti Muslikah, 2011) yang telah melakukan upaya stabilisasi dengan mikroorganismes asli, EM4, dan p2000z tetapi hanya sebatas pada parameter konsolidasi. Sehingga pada penelitian ini akan dilihat perubahan pada parameter CBR dan triaksial CU tetapi hanya dengan campuran urea (EM4).

Tujuan penelitian ini yaitu melihat pengaruh pada parameter properti fisik (*specific gravity* dan *atterberg limit*) dan properti mekanik (*compaction*, CBR, dan triaksial CU) sebelum diberikan tambahan mikroorganismes dan setelah dilakukan penambahan dengan campuran 20% urea (EM4) berdasarkan berat keringnya. Kadar 20% yang diambil berdasarkan berat kering tanah gambut tersebut, sehingga sebelum proses pencampuran dilakukan pencarian kadar air natural pada tanah gambut tersebut. Pencampuran pada kadar air natural ini dimaksudkan dikondisikan seperti sesuai kondisi lapangan. Kadar air natural pada penelitian ini adalah 220%. Setelah dilakukan pencampuran kemudian dilakukan pemeraman selama 1 bulan agar terjadi aktivitas mikroorganismes. Setelah 1 bulan dilakukan pengeringan udara agar kadar air pada tanah gambut tersebut sesuai dengan kondisi pengujian yang akan dilakukan. Kemudian untuk penelitian uji pemadatan dilakukan pada beberapa titik kadar air. Pada pengujian uji pemadatan *standard proctor* untuk tanah gambut asli dicari pada titik dengan kadar air dari range 40%, sampai 140%. Sedangkan untuk tanah gambut setelah dilakukan pencampuran urea (EM4) dilakukan pada titik kadar air 35% sampai 90%. Pengujian *compaction* ini dilakukan untuk mendapatkan kadar air optimum. Pengujian CBR *soaked* dan *unsoaked* untuk tanah gambut tanpa campuran dilakukan pada kadar air pada setiap uji pemadatan. Sedangkan untuk pengujian CBR tanah gambut setelah dilakukan pencampuran urea (EM4) hanya dilakukan pada kadar air optimum hasil dari pengujian uji pemadatan yaitu pada kadar air 68%. Kemudian pengujian selanjutnya adalah triaksial CU untuk mendapatkan parameter tahanan geser dan kohesi. Pengujian triaksial CU dilakukan pada 3 sampel setiap serinya dengan tegangan isotropis 100 kPa, 200 kPa, dan 300 kPa. Pengujian triaksial CU

untuk tanah gambut asli dilakukan pada kadar air 77% yaitu kadar air optimum dari hasil penelitian uji pemadatan. Sedangkan untuk penelitian triaksial CU untuk tanah gambut setelah dilakukan pencampuran dilakukan pada kadar air optimum 66% dari hasil penelitian uji pemadatan. Kurva yang didapatkan dari pengujian triaksial CU ini memperlihatkan kurva *overconsolidated* karena sampel tanah gambut dilakukan pemadatan terlebih dahulu. Pada hasil penelitian ini didapatkan bahwa telah terjadi perubahan properti fisik tetapi tidak signifikan, khususnya bertambahnya jumlah total mikroorganisme akibat aktivitasnya dan jumlah kadar serat yang menurun karena seratnya telah termakan oleh aktivitas mikroorganisme, sedangkan untuk properti mekaniknya tidak terjadi perubahan.

Kata kunci:

gambut, OKI, urea (EM4), stabilisasi biologis, CBR, triaksial CU, sudut geser.



ABSTRACT

Name : Aditya Putra Karisma
Study Program : Civil Engineering
Title : The Influence of Microorganism as Peat Soil Stabilizer on Shear Strength Parameter & CBR Value with Triaxial CU & CBR Tests

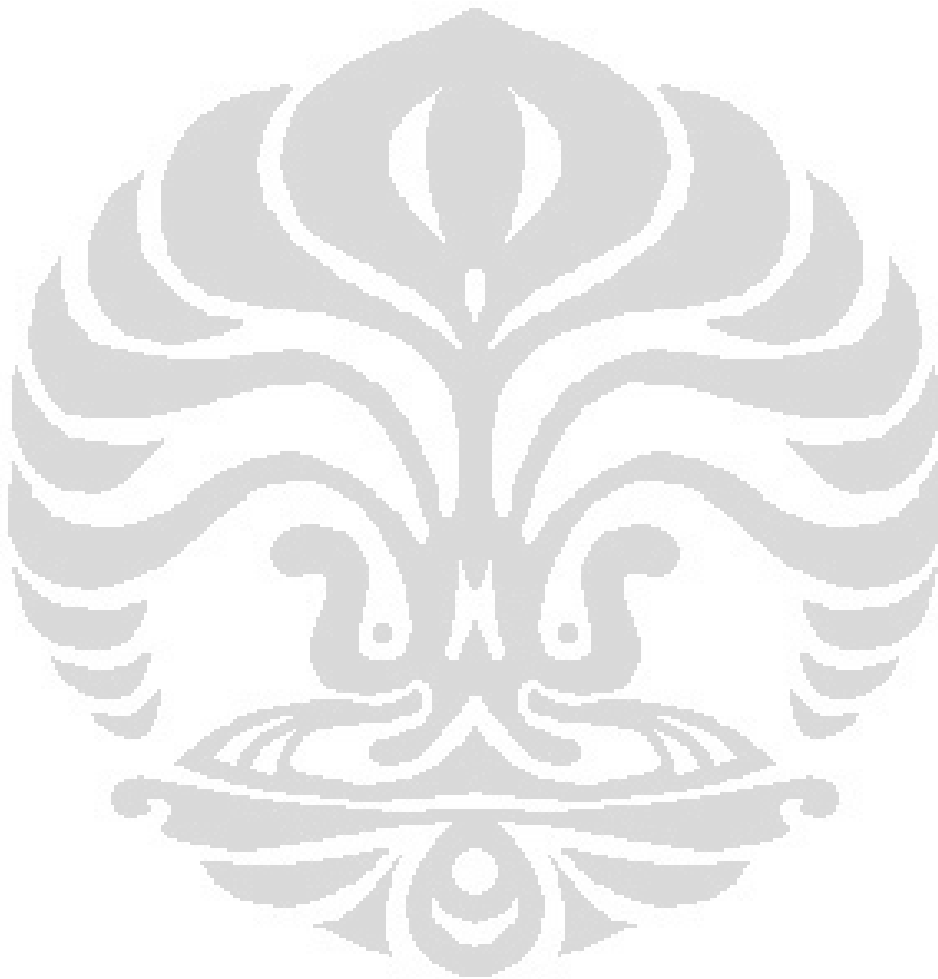
Indonesia has great numbers of peatland. According to Soekardi and Hidayat (1988), peatland in Indonesia is estimated to be 18.4 million hectares. Its soil bearing capacity is so low that it is unable to bear massive loads; therefore, the stabilized activity is indispensable. There have been many attempts by previous researchers to stabilize the soil by adding a mixture of cement and asphalt. This stabilized materials are chemical agents that will harm environment either in large or small scale. To be more environmentally friendly, This study used urea fertilizer (EM4) as the mixture. It is an continued research of Muslikah (2011) in which she developed mixture of pristine microorganisms, EM4, and p2000z but limited to the consolidation parameter. Thus, this study focused alteration of the strength of peat soil on another parameters due to the addition of urea fertilizer (EM4) with CBR and triaxial CU test.

The purpose of this study is to investigate the differences of physical properties (specific gravity and atterberg limit) and mechanical properties (compaction, CBR, and triaxial CU) in two conditions: without and with additive mixture of 20% urea (EM4) based on dry weight). The concentration of 20% is based on the dry weight of peat; therefore, prior to mixing process, it is important to determine the natural water content of peat. Mixing in natural water content is intended to practice as similar as possible to its the actual field condition. The natural water content for peat in this study is 220%. Once mixing process finished, the curing was then performed for 1 month allow microorganisms activity. Thereafter, peat was dried to make water content in accordance with the condition of the test. Compaction test was then performed at some points of water content. Standard proctor compaction test was conducted at the range of moisture content of 40% to 140% for original peat soil, and 35% to 90% for urea (EM4) mixed-peat soil. The aim of this compaction test is to obtain optimum moisture content. Soaked and unsoaked CBR test for original peat soil was performed to each water content of compaction test; on the contrary, The CBR test for urea (EM4) mixed-peat soil was conducted only to the optimum moisture content, that is 68%. The subsequent test is CU triaxial test to obtain shear resistance and cohesion parameters. The CU triaxial test was performed on three samples of each series with isotropic stress of 100 kPa, 200 kPa and 300 kPa. This test was conducted at optimum moisture content from compaction test, that is 77% and 66% for original peat soil and urea (EM4) mixed-peat soil, respectively. The curve obtained from CU triaxial test shows an overconsolidated curves, as samples were compacted in the beginning of the test. This study found that there is alteration of physical properties though insignificant : the increasing number of microorganisms because of their activities

and the decreasing amount of fiber content as was consumed by microorganisms. However, there is no change in mechanical properties.

Key words:

peat, OKI, urea (EM4), biological stabilization, CBR, triaxial CU, shear angle.



DAFTAR ISI

HALAMAN Sampul.....	i
HALAMAN Judul	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR/ UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR NOTASI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 STUDI LITERATUR	5
2.1 Definisi & Klasifikasi Tanah Gambut	5
2.2 Properti Fisik Tanah Gambut Indonesia	8
2.3 Deskripsi Pemadatan Tanah dan <i>California Bearing Ratio</i>	17
2.4 Properti Kerapatan Tanah dan Nilai CBR Tanah Gambut Indonesia	19
2.5 Deskripsi Keruntuhan Tanah Diagram Mohr dan <i>Critical Stress Model</i>	26
2.6 Properti Mekanik Kekuatan Tanah Gambut di Indonesia	30
2.6.1 Kondisi <i>Undisturbed</i>	31
2.6.2 Kondisi <i>Compacted</i>	35
2.6.3 Perbandingan Kekuatan Tanah Gambut dengan Tanah	

	Lainnya	37
2.7	<i>Stress Path Triaxial Consolidated Undrained</i> Tanah Gambut di Indonesia	38
2.8	Stabilitas Tanah Gambut di Indonesia	62
2.9	Stabilitas Tanah Gambut dengan Pupuk Hayati EM4 untuk Mempercepat Dekomposisi	68
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	75
3.1	Kegiatan Penelitian	75
3.2	Pengujian Properti Fisik	78
3.3	Pengujian Properti Mekanis	80
3.4	Pencampuran dengan Pupuk Hayati EM4	83
BAB 4	ANALISA HASIL	89
4.1	Analisa Klasifikasi Tanah Gambut	89
4.2	Analisa Properti Fisik Tanah Gambut Secara Keseluruhan	91
4.3	Analisa Properti Fisik Tanah Gambut Tanpa Campuran	94
4.4	Analisa Hasil Pemadatan Tanah Gambut Tanpa Campuran	98
4.5	Analisa Nilai California Bearing Ratio (CBR) Gambut Tanpa Campuran	102
4.6	Analisa Nilai Kekuatan Gambut Berdasarkan Tes Triaksial CU	109
4.7	Analisa Properti Fisik Tanah Gambut Setelah Dilakukan Campuran Dengan Mikroorganisme	114
4.8	Analisa Properti Mekanik Tanah Gambut Setelah Dilakukan Campuran Dengan Mikroorganisme	116
BAB 5	KESIMPULAN & SARAN	121
5.1	Kesimpulan	121
5.2	Saran	121
	DAFTAR PUSTAKA.....	123

DAFTAR NOTASI

A	konstanta yang menghubungkan perubahan tekanan air pori akibat perubahan simpangan tegangan
B	konstanta yang menghubungkan perubahan tekanan pori akibat perubahan tekanan sel/ derajat saturasi
u	tekanan air pori
u_r	tekanan air pori awal pada contoh tanah
u_i	tekanan air pori pada kompresi ke-i
Δu	perubahan tekanan air pori
τ_f	kuat geser
c	nilai kohesivitas
c'	nilai kohesivitas efektif
σ_v	tegangan aksial
σ_v'	tegangan aksial efektif
σ_h	tegangan radial
σ_h'	tegangan radial efektif
σ_3	tegangan sel
σ_3'	tegangan sel efektif
$\Delta\sigma$	perubahan tegangan
$\Delta\sigma_3$	perubahan tegangan sel
Φ	sudut geser
Φ'	sudut geser efektif
γ_{dry}	berat isi kering contoh tanah
γ_{wet}	berat isi basah contoh tanah
γ_{ZAV}	berat isi kering pada derajat kejenuhan 100%
w_{wet}	berat basah contoh tanah
w_{dry}	berat kering contoh tanah
Gs	specific gravity dari contoh tanah
A_o	luas permukaan awal contoh tanah
L_o	tinggi awal contoh tanah
V	volume contoh tanah

V_v	volume pori pada contoh tanah
V_s	volume bagian padat pada contoh tanah
ΔV	perubahan volume
q	simpangan tegangan
e	angka pori
v	volume spesifik contoh tanah
ε	regangan aksial
M	gradient garis kondisi kritis pada proyeksi bidang p' vs q
λ	kemiringan garis konsolidasi pada proyeksi bidang $\ln p'$ vs v
Γ	ordinat garis kritis pada proyeksi bidang $\ln p'$ vs v pada $p = 1 \text{ kPa}$

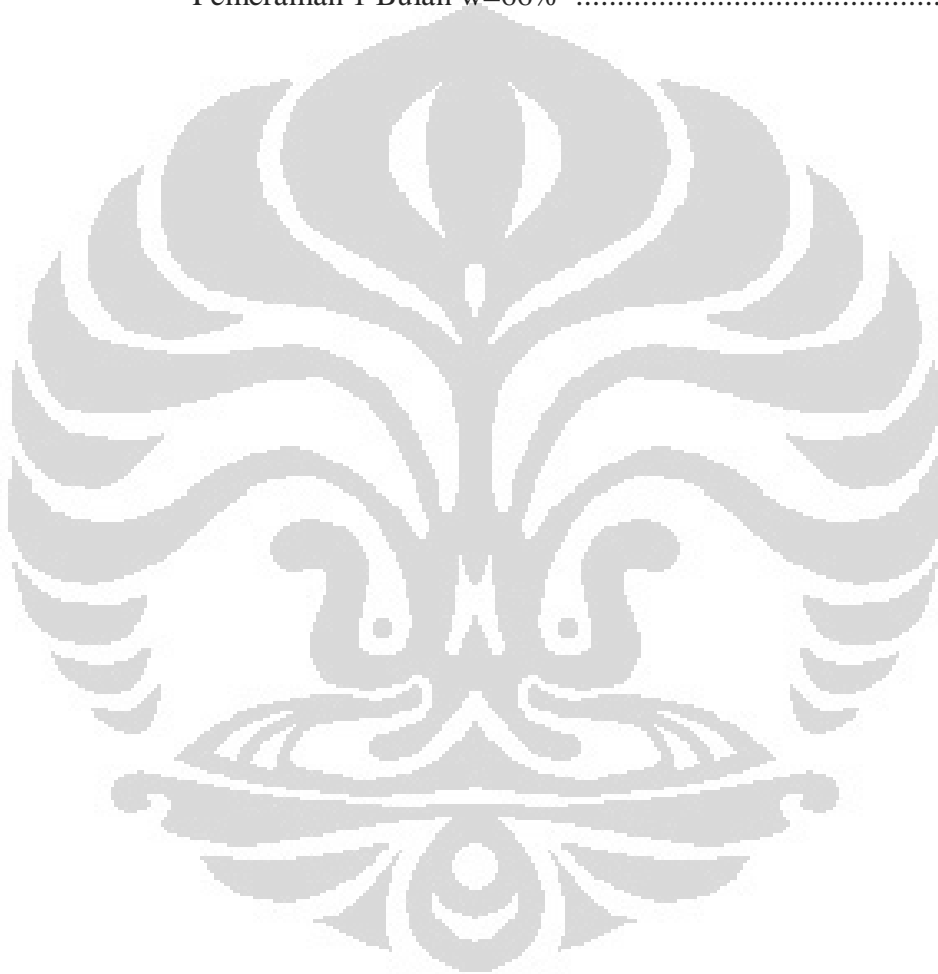


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Plastisitas Pada Tanah Organik	13
Gambar 2.2	Hubungan Antara Kadar Air dengan Kadar Abu Tanah Gambut	15
Gambar 2.3	Kerapatan Kering Tanah Gambut Indonesia	20
Gambar 2.4	Perbandingan Kerapatan Kering Jenis Tanah Lainnya	21
Gambar 2.5	Kondisi Tegangan pada Keadaan Runtuh	26
Gambar 2.6	Alternatif yang Menggambarkan Kondisi Tegangan	26
Gambar 2.7	<i>Illustrative Predictive Results from a CU Test Using the CSM</i> ($R_o \leq 2$)	27
Gambar 2.8	<i>Illustrative Predictive Results from a CU Test Using the CSM</i> ($R_o \geq 2$)	28
Gambar 2.9	v , N , Γ , λ , dan κ	29
Gambar 2.10a	<i>%Strain vs. Deviator Stress pada Kondisi Partly Saturated</i>	31
Gambar 2.10b	<i>%Strain vs. Deviator Stress Kondisi Fully Saturated</i>	31
Gambar 2.11	Kondisi <i>Normally Consolidated</i>	33
Gambar 2.12	Kondisi <i>Over Consolidated</i>	34
Gambar 2.13	Tanah Gambut Palangkaraya Proses Pembasahan Kembali	39
Gambar 2.14	Tanah Gambut Palangkaraya Proses Pembasahan Kembali $w=100\%$	40
Gambar 2.15	Tanah Gambut Palangkaraya Proses Pembasahan Kembali $w=120\%$	41
Gambar 2.16	Tanah Gambut Palangkaraya Proses Pengeringan $w=80\%$	42
Gambar 2.17	Tanah Gambut Palangkaraya Proses Pengeringan $w=100\%$	43
Gambar 2.18	Tanah Gambut Palangkaraya Proses Pengeringan $w=120\%$	44
Gambar 2.19	Tanah Gambut Desa Tampan Proses Pengeringan $w=100\%$	45
Gambar 2.20	Tanah Gambut Asli Bereng Bengkel	48
Gambar 2.21	Tanah Gambut Asli Bereng Bengkel + <i>Peat Solid 6%</i>	49
Gambar 2.22	Tanah Gambut Desa Tampan	51

Gambar 2.23	Tanah Gambut Palembang	52
Gambar 2.24	Tanah Gambut Asli Bereng Bengkel + <i>Peat Solid</i> 6%	55
Gambar 2.25	Hubungan Saat Kondisi Runtuh (OCR = 1)	57
Gambar 2.26	Hubungan Saat Kondisi Runtuh (OCR = 2)	58
Gambar 3.1	Alur Kegiatan Penelitian	75
Gambar 3.2	Lokasi Pengambilan Sampel Tanah Gambut	76
Gambar 3.3	Gambar Pola Pemberian/ Injeksi Mikrobiologi/ Pupuk Hayati ke Dalam Cawan yang Berisi Sampel Tanah Gambut (Tampak Atas)	84
Gambar 3.4	Variasi Kedalaman Injeksi Mikrobiologi/ Pupuk Hayati ke Dalam Cawan yang Berisi Sampel Tanah Gambut	84
Gambar 4.1	Diagram Plastisitas Pada Tanah Organik	97
Gambar 4.2	Hubungan Antara Kadar Air dengan Kadar Abu Tanah Gambut	98
Gambar 4.3	Kurva Pemadatan Tanah Gambut OKI Tanpa Campuran	100
Gambar 4.4	Kerapatan Kering Tanah Gambut Indonesia	101
Gambar 4.5	Grafik Nilai CBR Tanpa Campuran w=62.69%	102
Gambar 4.6	Grafik Nilai CBR Tanpa Campuran w=70.22%	102
Gambar 4.7	Grafik Nilai CBR Tanpa Campuran w=80.7665%	103
Gambar 4.8	Grafik Nilai CBR Tanpa Campuran w=81.3737%	103
Gambar 4.9	Grafik Nilai CBR Tanpa Campuran w=96.9848%	103
Gambar 4.10	Grafik Nilai CBR Tanpa Campuran w=105.3722%	103
Gambar 4.11	Grafik Nilai CBR Tanpa Campuran w=119.4540%	104
Gambar 4.12	Grafik Nilai CBR Tanpa Campuran w=140%	104
Gambar 4.13	Kurva Nilai CBR Unsoaked Tanah Gambut Pada Berbagai Lokasi	107
Gambar 4.14	Kurva Nilai CBR Soaked Tanah Gambut Pada Berbagai Lokasi	107
Gambar 4.15	Nilai CBR Tanpa Campuran w=181.2267%	109
Gambar 4.16	Hasil Tes Triaksial CU Tanah Gambut Tanpa Campuran w=77%	111
Gambar 4.17	Kurva Pemadatan Tanah Gambut Murni Tanpa Campuran	118

Gambar 4.18	Kurva Pemadatan Tanah Gambut Dengan Campuran Pemeraman 1 Bulan	118
Gambar 4.19	Kurva CBR Optimum Tanah Gambut Murni Tanpa Campuran	119
Gambar 4.20	Kurva CBR Optimum Tanah Gambut Dengan Campuran Pemeraman 1 Bulan	119
Gambar 4.21	Hasil Tes Triaksial CU Tanah Gambut Dengan Campuran Pemeraman 1 Bulan $w=66\%$	120



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sistem Klasifikasi Tanah Gambut dan Tanah Organik	6
Tabel 2.2	Sistem Klasifikasi Von Post (1992)	7
Tabel 2.3	Properti Fisik Tanah Gambut Sumatra, Kalimantan, Jawa, dan OKI	10
Tabel 2.4	Perbandingan Antara Kemampuan Menyimpan dan Menahan Air Pada Tiga Jenis Tanah Organik.....	9
Tabel 2.5	Nilai Gs untuk Berbagai Jenis Tanah	11
Tabel 2.6	Tingkat Plastisitas Tanah	12
Tabel 2.7	Klasifikasi Tanah Kohesif	12
Tabel 2.8	Karakteristik Tanah Organik Berdasarkan Tingkat Dekomposisinya	15
Tabel 2.9	Persentase Kisaran dan Rata-Rata dari Elemen Penting Tanah Organik	16
Tabel 2.10	Material Pembentuk Tanah Gambut	17
Tabel 2.11	Elemen-Elemen Uji Pematatan Standar	18
Tabel 2.12	Standard Unit Load	18
Tabel 2.13	Nilai CBR terhadap Kekuatan <i>Subgrade</i> Jalan	19
Tabel 2.14	Nilai CBR Tanah Gambut di Indonesia	22
Tabel 2.15	Hasil Uji CBR <i>Unsoaked</i> dan <i>Soaked</i> Pada Variasi Kadar Air Contoh Tanah Gambut Desa Tampan-Riau Pada Proses Pengeringan	23
Tabel 2.16	Hasil Uji CBR <i>Unsoaked</i> dan <i>Soaked</i> Pada Variasi Kadar Air Contoh Tanah Gambut Desa Tampan-Riau Pada Proses Pembahasan Kembali	23
Tabel 2.17	Hasil Uji CBR <i>Unsoaked</i> dan <i>Soaked</i> Pada Variasi Kadar Air Contoh Tanah Gambut Palangkaraya-Kalimantan Tengah Pada Proses Pengeringan	24
Tabel 2.18	Hasil Uji CBR <i>Unsoaked</i> dan <i>Soaked</i> Pada Variasi Kadar Air Contoh Tanah Gambut Palangkaraya-Kalimantan Tengah Pada Proses Pembahasan Kembali	24

Tabel 2.19	Nilai CBR Tanah Gambut Indonesia	25
Tabel 2.20	Kelebihan dan Kekurangan Teori Mohr-Coulomb	30
Tabel 2.21	Perbandingan Nilai Properti Fisik <i>Partly Saturated</i> dan <i>Fully Saturated</i> pada Tanah Gambut di Indonesia.....	32
Tabel 2.22	Perbandingan Nilai Properti Fisik <i>Normally Consolidated</i> dan <i>Over Consolidated</i> Tanah Gambut di Indonesia	33
Tabel 2.23	Perbandingan <i>Swelling</i> pada Kondisi <i>Over Consolidated</i> Tanah Gambut di Indonesia	35
Tabel 2.24	Perbandingan Kekuatan Tanah Gambut <i>Undisturbed</i> dan Dilakukannya Pemadatan di Indonesia	36
Tabel 2.25	Perbandingan Kekuatan Tanah Gambut pada Beberapa Variasi Kadar Air Proses Pembasahan Kembali	36
Tabel 2.26	Perbandingan Kekuatan Tanah Gambut pada Beberapa Variasi Kadar Air Proses Pembasahan Kembali	36
Tabel 2.27	Perbandingan Tegangan dan Regangan Tanah Liat dan Gambut ...	37
Tabel 2.28	Perbandingan Parameter Kekuatan Tanah pada Tanah Liat dan Gambut	37
Tabel 2.29	Nilai Sudut Geser Tanah Berdasarkan Peck dan Meyerhof	38
Tabel 2.30	Tabel Terzaghi	38
Tabel 2.31	Nilai Parameter <i>Critical Stress Path</i> Triaxial CU Tanah Gambut Palangkaraya & Desa Tampan Kondisi <i>Compacted</i>	46
Tabel 2.32	Nilai Parameter <i>Critical Stress Path</i> Triaxial CU Tanah Gambut Tanah Gambut Bereng Bengkel + <i>Peat Solid</i> Kondisi <i>Compacted</i>	50
Tabel 2.33	Nilai Parameter <i>Critical Stress Path</i> Triaxial CU Tanah Gambut Desa Tampan & Palembang Kondisi <i>Undisturbed</i>	54
Tabel 2.34	Nilai Parameter <i>Critical Stress Path</i> Triaxial CU Tanah Gambut Desa Tampan OCR=1 & OCR=2	59
Tabel 2.35	Nilai Parameter <i>Critical Stress Path</i> Triaxial CU Tanah Gambut Bereng Bengkel OCR=1,2,3&4	60
Tabel 2.36	Nilai Parameter <i>Critical Stress Path</i> Triaxial CU Tanah Gambut Bereng Bengkel OCR=4,6,&8	61
Tabel 2.37	Data Perbandingan Tanah Gambut Sebelum dan Setelah Distabilisasi	

	dengan <i>Peat Solid</i>	62
Tabel 2.38	Data Perbandingan Tanah Gambut Sebelum dan Setelah Distabilisasi dengan Abu Gambut	63
Tabel 2.39	Data Perbandingan Tanah Gambut Sebelum dan Setelah Distabilisasi dengan Semen <i>Portland</i>	63
Tabel 2.40	Data Perbandingan Tanah Gambut Sebelum dan Setelah Distabilisasi dengan Konsolid	64
Tabel 2.41	Data Perbandingan Tanah Gambut Sebelum dan Setelah Distabilisasi dengan Semen <i>Clean Set</i> Tipe CS-10	64
Tabel 2.42	Data Perbandingan Tanah Gambut Sebelum dan Setelah Distabilisasi dengan <i>Super Cement</i>	65
Tabel 2.43	Persen Peningkatan dari Stabilisasi-Stabilisasi Terhadap Tanah Gambut pada Parameter Fisik Tanah dan Nilai CBR	66
Tabel 2.44	Perbandingan Kekuatan Tanah Gambut Sebelum dan Setelah Distabilisasi <i>Peat Solid</i>	68
Tabel 2.45	Hasil Uji Proses Degradasi Secara Kimia dan Biologi dan Pengujian pH Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan	70
Tabel 2.46	Perentasi Penurunan Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan Oedometer Standar dan Modifikasi	71
Tabel 2.47	Nilai Kadar Serat dan Perubahan Angka Pori (Δe) Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan Oedometer Modifikasi	72
Tabel 2.48	Nilai Koefisien (C_v) Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan Menggunakan Oedometer Standar	72
Tabel 2.49	Nilai Koefisien (C_v) Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan Menggunakan Oedometer Modifikasi ...	73
Tabel 2.50	Nilai Indeks Kompresi (C_c) Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan Menggunakan Oedometer Standar dan Modifikasi	73
Tabel 2.51	Nilai Koefisien Konsolidasi Sekunder (C_α) Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan Oedometer Modifikasi	74

Tabel 3.1	Elemen-Elemen Uji Pemadatan Standar	77
Tabel 3.2	Parameter Perbandingan Campuran Penelitian Sebelumnya	85
Tabel 4.1	Sistem Klasifikasi Tanah Gambut dan Tanah Organik	89
Tabel 4.2	Properti Fisik Tanah Gambut OKI Sumatera Selatan	90
Tabel 4.3	Properti Fisik Tanah Gambut OKI Sumatera Selatan & Peneliti Sebelumnya	92
Tabel 4.4	Properti Fisik Tanah Gambut Sumatra, Kalimantan, Jawa dan OKI	93
Tabel 4.5	Nilai Gs Untuk Berbagai Jenis Tanah	94
Tabel 4.6	Properti Fisik Tanah Gambut OKI Sumatera Selatan	95
Tabel 4.7	Tingkat Plastisitas Tanah	96
Tabel 4.8	Properti Fisik Tanah Gambut OKI Sumatera Selatan	96
Tabel 4.9	Klasifikasi Tanah Kohesif	96
Tabel 4.10	Rangkuman Nilai CBR <i>Unsoaked</i> dan <i>Soaked</i>	105
Tabel 4.11	Korelasi Nilai CBR Terhadap Indeks Properti	106
Tabel 4.12	Rangkuman Nilai CBR <i>Unsoaked</i> dan <i>Soaked</i>	108
Tabel 4.13	Nilai Sudut Geser Tanah Berdasarkan Peck dan Meyerhof	112
Tabel 4.14	Tabel Terzaghi	113
Tabel 4.15	Korelasi % <i>strain</i> vs q' Maksimum	113
Tabel 4.16	Properti Fisik Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan Tanpa Campuran & Setelah Pencampuran	115
Tabel 4.17	Properti Mekanik Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan Tanpa Campuran & Setelah Pencampuran	117

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	<i>Specific Gravity Test</i> Gambut Murni	127
Lampiran 2	<i>Specific Gravity Test</i> Gambut + 20% EM4.....	128
Lampiran 3	<i>Atterberg Limit Determination</i> Gambut Murni <i>Sample 1</i>	129
Lampiran 4	<i>Atterberg Limit Determination</i> Gambut Murni <i>Sample 2</i>	131
Lampiran 5	<i>Atterberg Limit Determination</i> Gambut + EM4 20% <i>Sample 1</i> .	129
Lampiran 6	<i>Atterberg Limit Determination</i> Gambut + EM4 20% <i>Sample 2</i> .	131
Lampiran 7	<i>Compaction Determination</i> Gambut Murni.....	137
Lampiran 8	<i>Compaction Determination</i> Gambut + 20% EM4.....	139
Lampiran 9	<i>CBR Determination</i> Gambut Murni w=62.69%	141
Lampiran 10	<i>CBR Determination</i> Gambut Murni w=70.22%	142
Lampiran 11	<i>CBR Determination</i> Gambut Murni w=80.7655%	143
Lampiran 12	<i>CBR Determination</i> Gambut Murni w=81.3737%	145
Lampiran 13	<i>CBR Determination</i> Gambut Murni w=96.9848%	146
Lampiran 14	<i>CBR Determination</i> Gambut Murni w=105.3722%	147
Lampiran 15	<i>CBR Determination</i> Gambut Murni w=119.4540%	148
Lampiran 16	<i>CBR Determination</i> Gambut Murni w=140%	149
Lampiran 17	<i>CBR Determination</i> Gambut Murni w=181.2267%	150
Lampiran 18	<i>CBR Determination</i> Gambut + EM4 20% w=68.7%	151
Lampiran 19	Triaxial CU w=77% Gambut Murni	152
Lampiran 20	Triaxial CU w=66% Gambut + EM4 20%	163
Lampiran 21	Jumlah Total Mikroorganisme	174
Lampiran 22	Kadar Serat.....	175

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Infrastruktur sipil pada dasarnya berpijak pada tanah sebagai penyalur beban di atasnya. Beban yang diberikan dari infrastruktur yang akan dibangun di atas tanah tersebut harus mampu diakomodir oleh tanah tersebut. Ketika tanah dibebani maka tanah akan memadat, dalam artian renggang antar butiran akan memadat terlihat angka pori semakin mengecil tetapi tidak sampai ZAV (*Zero of Air Void*). Semakin besar kekuatan tahanan tanah maka kompresibilitas tanah ketika terbebani tanah semakin kecil.

Menurut Soekardi dan Hidayat (1988) lahan gambut di Indonesia diperkirakan seluas 18,4 juta hektar yang terbagi atas 4,5 juta Ha di pulau Sumatra, 9,3 juta Ha di pulau Kalimantan, dan sekitar 4,6 juta Ha di pulau Irian Jaya, dan di pulau-pulau lainnya hanya menempati lembah pedalaman dengan luas yang sedikit. Lahan yang seluas itu merupakan potensi untuk pembangunan infrastruktur jika dapat memperbaiki parameter sifat fisik tanah yang buruk. Uji laboratorium yang digunakan untuk mengukur tingkat kekuatan tanah adalah uji triaksial dan CBR. Pada uji triaksial ini kita dapat mengetahui seberapa besar tahanan tanah ketika diberi beban sampai tanah tersebut runtuh, pengaruh peningkatan air pori ketika diberikan kompresi, pengaruh angka pori terhadap tingkat kegagalan tanah, dan hubungan regangan ketika dikompresi dilakukan sampai tanah mencapai kegagalannya. Analisa yang digunakan adalah dengan *Critical Stress Path* dan lingkaran diagram mohr. Sedangkan untuk uji CBR kita dapat mengetahui seberapa besar kekuatan tanah terhadap batu pecah bergradasi rapat sebagai standar material yang nilainya adalah 100.

Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk menstabilisasi tanah gambut, diantaranya dengan menggunakan *portland cement* dan geosta-A sebagai bahan tambah (Subagio, 1995), *peat solid* dan campuran abu gambut (Boy Irwandi, 1995), *supercement* (Vincentia, 1997), *consolid* (Widik, 1996), *clean set* tipe CS-10 (Binawati, 1996), dan mikrobiologi asli gambut, EM4,

dan P2000Z (Siti Muslikah, 2011). Stabilisasi pada intinya adalah upaya untuk menurunkan batas cair (*liquid limit*), menurunkan kadar air optimum, menaikkan berat isi kering maksimum, menaikkan nilai kepadatan dengan naiknya nilai CBR, dan menaikkan nilai ϕ dan nilai c hasil dari pengujian triaksial.

Kemudian dilakukan eksperimen upaya stabilisasi yang ramah lingkungan dengan menggunakan pupuk hayati EM4. Penggunaan mikrobiologi ditujukan untuk mempercepat dekomposisi tanah gambut. Tanah gambut disusun oleh karbon, yang sebagian besar terdiri atas selulosa dan lignin. Dekomposisi tanah gambut sering terhambat karena bakteri yang dapat mendekomposisi lignin dan selulosa ini terbatas jumlahnya. Masalah utama lainnya adalah tingkat keasaman gambut. Bakteri kebanyakan hidup dalam pH optimum netral, sedangkan yang dapat bertahan dalam kondisi asam terbatas. Pada percobaan ini dilakukan penambahan bakteri yang dapat hidup di kondisi asam dan dapat mendekomposisi selulosa dan lignin sehingga tingkat kematangan gambut dapat dipercepat.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Menganalisa karakteristik fisik tanah gambut daerah Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan sebelum dan setelah dilakukan pencampuran EM4.
2. Menganalisa karakteristik mekanis tanah melalui uji triaksial dan CBR gambut daerah Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan sebelum dan setelah dilakukan pencampuran EM4.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah:

1. Tanah gambut yang digunakan berasal dari daerah Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan.
2. Bahan stabilisasi yang digunakan adalah penggunaan mikrobiologi EM4 (urea).
3. Pengujian laboratorium yang dilakukan:

- a. Pengujian kadar air natural.
 - b. Pengujian indeks plastisitas.
 - c. Pengujian berat jenis isi/ *specific gravity*.
 - d. Pengujian kadar air optimum.
 - e. Pengujian kerapatan tanah melalui uji CBR.
 - f. Pengujian kekuatan tanah melalui uji triaksial CU.
4. Uji tambahan sebagai penunjang data adalah uji jumlah total mikroorganisme dan uji kadar serat.

1.4 Batasan Penelitian

Beberapa batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kurva pemadatan dengan range kadar air 40% sampai 180%.
2. Menentukan nilai CBR digunakan variasi kadar air dengan range 60% sampai 180%.
3. Penentuan kekuatan tahanan tanah dilakukan dengan uji triaksial CU pada sampel *disturbed* yang dilakukan pada kadar air optimum. Kekuatan tanah dari uji triaksial ini dianalisa dengan *Critical Stress Path*.
4. Metode untuk mendapatkan kadar air rencana adalah melakukan pembasahan kembali setelah pengeringan.
5. Mikrobiologi yang digunakan adalah mikrobiologi EM4 dari pupuk hayati.
6. Pencampuran EM4 (urea) dilakukan pada kadar air natural untuk mensimulasikan kondisi lapangan dan membandingkan dengan penelitian sebelumnya oleh Siti Muslikah (2011).
7. Penggunaan EM4 bukan sebagai bahan aditif seperti penelitian sebelumnya, Siti Muslikah (2011) tetapi sebagai bahan stabilisasi utama.
8. Analisa biaya tidak dilakukan.

1.5 Sistematika Penulisan

Dalam tahapan penulisan seminar ini terdiri dari 5 bagian, yaitu:

1. Bab I Pendahuluan, bagian ini berisi latar belakang penelitian mengenai pengaruh penggunaan mikroorganisme sebagai bahan stabilisasi terhadap kekuatan tanah gambut dengan uji triaksial dan CBR.
2. Bab II Studi Literatur, bagian ini berisi dasar teori mengenai deskripsi tanah gambut, komponen pembentuk tanah gambut, pembentukan tanah gambut di Asia Tenggara, pembentukan tanah gambut di Indonesia, penyebaran tanah gambut di Indonesia, klasifikasi tanah gambut di Indonesia, properti tanah gambut di Indonesia, prinsip tegangan efektif, teori pemadatan tanah, pengaruh pemadatan tanah, teori *California Bearing Ratio*, teori kuat geser tanah, teori pengujian kuat geser tanah dengan alat uji triaksial, studi mikroskopik dengan SEM, penelitian-penelitian terdahulu tanah gambut dengan uji triaksial dan CBR baik yang menggunakan campuran stabilisasi maupun tidak, dan teori mikrobiologi yang akan digunakan sebagai campuran dengan studi literatur dari internet, jurnal, skripsi, tesis, dan pedoman/ standar.
3. Bab III Metodologi Penelitian, bagian ini berisi langkah-langkah sistematis yang dilakukan selama penelitian, mulai dari persiapan bahan dan alat yang akan digunakan, prosedur yang akan digunakan, porsedur penelitian, tahap pengujian hingga tahap analisis yang akan dilakukan.
4. BAB IV Analisa Data Percobaan, bagian ini berisi analisa-analisa dari data-data percobaan yang telah dilakukan.
5. BAB V Kesimpulan dan Saran, bagian ini berisi dari kesimpulan yang didapat dari percobaan yang telah dilakukan dan saran selanjutnya untuk penelitian yang akan datang.

BAB 2 STUDI LITERATUR

2.1 Definisi & Klasifikasi Tanah Gambut

Definisi tanah gambut berdasarkan ASTM D4427-92 (2002) adalah tanah yang memiliki kandungan organik tinggi yang terjadi atas dekomposisi material tumbuhan dan dibedakan dari material tanah organik lainnya dari kandungan abunya, < 25% abu dari berat keringnya. ASTM D4427-92 (2002) mengklasifikasikan tanah gambut berdasarkan kandungan serat, kandungan abu (ASTM D2974), tingkat keasaman (ASTM D2976), dan tingkat absorpsinya (ASTM D2980). Sedangkan ASTM D5715-00 mengklasifikasikan tanah gambut berdasarkan tingkat humifikasinya. Klasifikasi tanah gambut berdasarkan kandungan seratnya, yaitu:

1. *Fibric*, yaitu tanah gambut dengan kadar serat > 67%,
2. *Hemic*, yaitu tanah gambut dengan kadar serat antara 33% dan 67%, dan
3. *Sapric*, yaitu tanah gambut dengan kadar serat < 33%.

Serat adalah material penyusun tanah gambut yang merupakan senyawa C, dapat berupa dalam bentuk lignin atau selulosa. Sedangkan klasifikasi tanah gambut berdasarkan kandungan abunya, yaitu:

1. *Low ash*, yaitu tanah gambut dengan kadar abu < 5%,
2. *Medium ash*, yaitu tanah gambut dengan kadar abu antara 5% dan 15%, dan
3. *High ash*, yaitu tanah gambut dengan kadar abu > 15%.

Sedangkan klasifikasi tanah gambut berdasarkan tingkat asamnya, yaitu:

1. *Highly acidic*, yaitu tanah gambut dengan pH < 4.5,
2. *Moderately acidic*, yaitu tanah gambut dengan pH antara 4.5-5.5,
3. *Slightly acidic*, yaitu tanah gambut dengan pH antara 5.5-7, dan
4. *Basic*, yaitu tanah gambut dengan pH \geq 7.

Sedangkan klasifikasi tanah gambut berdasarkan tingkat absorpsinya, yaitu:

1. *Extremely absorbent*, yaitu tanah gambut yang dapat menampung air > 1500%,

2. *Highly absorbent*, yaitu tanah gambut yang dapat menampung air 800%-1500%,
3. *Moderately absorbent*, yaitu tanah gambut yang dapat menampung air 300-800%, dan
4. *Slightly absorbent*, yaitu tanah gambut yang dapat menampung air < 300%.

Sedangkan klasifikasi tanah gambut berdasarkan kadar abunya yang diklasifikasikan oleh OSRC, Jarrett, Davis, USSR, LGS, dan ASTM, dapat diperlihatkan pada tabel 2.1. Kadar abu disini adalah bagian dari tanah gambut yang masih ada ketika dilakukan pengovenan sampai kadar organiknya habis terbakar.

Tabel 2.1 Sistem Klasifikasi Tanah Gambut dan Tanah Organik

System	OSRC (Andrejko et al. 1983)	Jarrett (Andrejko et al. 1983)	Davis (1946)	USSR (Mankinen & Gelfer 1982)	LGS (Kearns & Davidson 1983)	ASTM D4427-92 (1997)				
Ash Content (%)	5	Low Ash	PEAT	PEAT	1	PEAT (Inorganic Texture)	PEAT			
	10	Medium Ash			2					
	15	High Ash			3					
	20				4					
	25	CALCAREOUS SEDIMENT	PEATY	PEAT	5	PEATY MUCK (Inorganic Texture)	ORGANIC SOILS			
	30				MUCK			6		
	35		Clayey/ Silty/ Sandy/ Gravelly			NON-PEAT		Inorganic Texture MUCK		
	40								Low Ash	MUCK (Inorganic Texture)
	45									
	50		MUCK			NON-PEAT		Inorganic Texture MUCK		
	55				MUCK				NON-PEAT	Inorganic Texture MUCK
	60	MUCK	NON-PEAT	Inorganic Texture MUCK						
	65				MUCK	NON-PEAT	Inorganic Texture MUCK			
	70	MUCK	NON-PEAT	Inorganic Texture MUCK						
	75				MUCK	NON-PEAT	Inorganic Texture MUCK			
	80	MUCK	NON-PEAT	Inorganic Texture MUCK						
	85				MUCK	NON-PEAT	Inorganic Texture MUCK			
90	MUCK	NON-PEAT	Inorganic Texture MUCK							
95				MUCK	NON-PEAT	Inorganic Texture MUCK				
100	MUCK	NON-PEAT	Inorganic Texture MUCK							
				MINERAL SEDIMENT	ORGANIC CLAY OR SILT	MINERAL SOIL		MUCKY Inorganic Texture		
					Inorganic Texture					

Sumber: E.C. Leong & C.Y. Chin (1999)

Sedangkan berdasarkan tingkat humifikasinya pernah diklasifikasikan oleh Von Post. Tingkat humifikasi yang dimaksud disini adalah seberapa besar tingkat kebusukan gambut, dapat dilihat pada kadar amorf atau kadar seratnya. Gambut yang belum membusuk berwarna jernih dan tak ada material amorf,

sedangkan gambut yang telah membusuk sebaliknya. Secara lebih detail dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi Von Post (1992)

Derajat Pembusukan	Deskripsi
H1	Gambut yang sama sekali belum membusuk, yang mengeluarkan air cukup jernih. Sisa-sisa tumbuhan yang ada akan dengan mudah diidentifikasi. Tak ada material amorf yang terlihat.
H2	Gambut yang hampir seluruhnya belum mengalami pembusukan sama sekali, yang mengeluarkan air cukup jernih atau sedikit kekuning-kuningan. Sisa-sisa tumbuhan yang ada akan dengan mudah diidentifikasi. Tak ada material <i>amorphous</i> yang terlihat.
H3	Gambut yang sangat sedikit mengalami pembusukan, yang mengeluarkan air keruh dan berwarna coklat, tapi jika diremas tak ada bagian gambut yang melalui sela-sela jari. Sisa-sisa tumbuhan yang ada masih dapat dengan mudah diidentifikasi. Tak ada material amorf yang terlihat.
H4	Gambut yang sedikit mengalami pembusukan, yang mengeluarkan air gelap dan sangat keruh. Jika diremas tak ada bagian gambut yang melalui sela-sela jari tapi sisa-sisa tumbuhan yang ada sedikit berbentuk seperti bubur dan telah kehilangan beberapa ciri yang dapat dikenali.
H5	Gambut yang mengalami pembusukan sedang yang mengeluarkan air sangat keruh dan jika diremas akan ada sedikit butiran gambut amorf melalui sela-sela jari. Struktur dari sisa-sisa tumbuhan sedikit sukar untuk dikenali, walaupun masih memungkinkan untuk mengidentifikasi ciri-ciri tertentu. Dan sisa-sisa tumbuhan tersebut hampir seluruhnya berbentuk seperti bubur.
H6	Gambut yang hampir separuhnya mengalami pembusukan dengan struktur tumbuhan yang sukar untuk dikenali. Jika diremas sekitar sepertiga bagian dari gambut akan keluar melewati sela-sela jari. Sisa-sisa tumbuhan tersebut hampir seluruhnya berbentuk seperti bubur dan menunjukkan struktur tumbuhan yang lebih mudah untuk dikenali dibandingkan sebelum diremas.
H7	Gambut yang lebih dari separuhnya telah membusuk. Mengandung banyak material amorf dan struktur tumbuhan sangat kering yang sukar dikenali. Jika diremas sekitar setengah bagian dari gambut akan keluar melewati sela-sela jari. Kalaupun ada air yang keluar, akan berwarna sangat gelap.

H8	Gambut yang hampir seluruhnya telah membusuk dengan sejumlah besar material amorf dan struktur tumbuhan sangat kering yang sukar dikenali. Jika diremas sekitar 2/3 bagian dari gambut akan keluar melewati sela-sela jari. Sejumlah kecil sisa-sisa tumbuhan akan tertinggal di tangan berupa sisa-sisa akar dan serat yang tidak membusuk.
H9	Gambut yang telah membusuk seluruhnya dimana hampir tidak ada lagi sisa-sisa struktur tumbuhan yang dapat dilihat. Jika diremas, hampir seluruh gambut akan keluar melewati sela-sela jari dalam bentuk pasta yang hampir seragam.
H10	Gambut yang telah membusuk sempurna tanpa ada struktur tumbuhan yang dapat dilihat. Jika diremas, seluruh bagian gambut yang basah akan keluar melewati sela-sela jari.

Sumber: Panduan Geoteknik 1 - Proses Pembentukan dan Sifat-Sifat Dasar Tanah Lunak (2001)

2.2 Properti Fisik Tanah Gambut Indonesia

Sebagian properti fisik tanah gambut Indonesia pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian-penelitian tanah gambut terdahulu yang pernah dilakukan yaitu penelitian Rico Napitupulu, Universitas Indonesia (2000) mengenai “Studi Literatur Karakteristik Tanah Gambut Daerah Riau, Sumatera Selatan, dan Kalimantan (Kalbar, Kalsel, Kalteng)”, Siti Hadijah, Universitas Indonesia (2006) yang meneliti ulang tanah gambut Bereng Bengkel, Palangkaraya, dan desa Tampar, Riau, dan Aidil Adha, Universitas Islam Indonesia (2009), dan Yunan Arief Rakhman, Universitas Diponegoro (2002) yang meneliti tanah gambut Rawa Pening. Berikut sifat-sifat fisik tanah gambut Indonesia yang dirangkum oleh Rico Napitulu (2000) pada tabel 2.3. Sifat fisik tanah gambut yang sering dilakukan percobaan untuk mengetahuinya antara lain kadar air, batas cair, batas plastis, batas susut, *specific gravity*, berat jenis, kadar pH, kadar abu, kadar serat, kadar organik, dan angka pori. Kadar air adalah perbandingan air terhadap berat kering air. Tanah gambut terdiri atas 2 bagian pori yaitu makropori dan mikropori. Makropori adalah bagian tanah yang menyimpan air yang berada di sela-sela antar butiran tanah gambut, sedangkan mikropori adalah bagian pori yang berada di dalam butiran tanah gambut. Semakin besar bagian mikropori dari tanah gambut tersebut maka tanah gambut memiliki tingkat absorpsi yang

mengakibatkan kadar airnya semakin meningkat. Berikut adalah properti kadar air yang pernah diteliti oleh Rico Napitulu, Siti Hadijah, Aidil Adha, dan Yunan Arief Rakhman yang diberikan pada tabel 2.3. Pada tabel 2.3 menunjukkan kadar air tanah gambut di Indonesia berkisar dari 150-650%. Perbedaan kadar air gambut di Kalimantan dan Sumatra dipengaruhi tingkat humifikasi dari tanah gambut di daerah tersebut. Nilai kadar air yang lebih besar menandakan proses humifikasi yang masih baru berjalan. Semakin selesai proses humifikasinya maka semakin sedikit serat yang ada pada tanah gambut tersebut. Berdasarkan kadar serat tanah gambut diklasifikasikan atas *fibric*, *mesic*, dan *sapric*. Berikut adalah hubungan kadar air dan kadar serat tanah gambut yang pernah diteliti oleh Feutsal dan Byers (1936), yang dikutip Farhan dan Finney (1965) pada tabel 2.4. Tanah gambut *fibric* akan dapat menampung air dalam jumlah yang lebih besar dibandingkan yang lainnya karena kandungan seratnya yang lebih banyak. Pada tanah gambut *fibric*, proses dekomposisi baru mulai berjalan sehingga kadar seratnya masih banyak.

Tabel 2.4 Perbandingan Antara Kemampuan Menyimpan dan Menahan Air Pada Tiga Jenis Tanah Organik

	Jenis Tanah Organik		
	<i>Fibric</i>	<i>Mesic</i>	<i>Sapric</i>
Kapasitas penyimpanan air pori maksimum%	1057	374	289
Air pori rata-rata%	166	112	110
Air yang dibutuhkan untuk menjenuhkan 100 cm ³ dari berat kering (gram)	101	91	99
Angka dibutuhkan air pori untuk sama dengan 100 cm ³ berat kering	16	27	38
Berat 100 cm ³ dari berat kering (gram)	11	27	39

Sumber: Feutsal dan Byers (1936), dikutip dalam Farnham dan Finney (1965)

Tabel 2.3 Properti Fisik Tanah Gambut Sumatra, Kalimantan, Jawa, dan OKI

Parameter	Sumatera			Kalimantan			Jawa	OKI
	Duri	Tampan	Palembang	Pontianak	Banjarmasin	Palangkaraya	Rawa Pening	Sampel 1*
Kadar Air	621.26	372.7-582.8	235.36	631.74	449.83	536.32-532.4	321.32-561.76	495.67
Batas Cair	440.53	309-466.5	274	259.66	182	227.8-355.4	-	383.23
Batas Plastis	377.35	235.9-307.9	194.21	196.37	147.6	134.4-198	-	217.67
Batas Susut	-	59.46	-	-	28.02	44.62	-	-
<i>Specific Gravity</i>	1.6	1.55 – 1.49	1.82	1.42	1.47	1.39-1.51	1.44-1.72	1.8
Beratjenis (kN/m ³)	-	-	11.23	-	9.64	10	-	-
Kadar pH								
Dalam Air Suling	3.99	3.61	3.38	4.8	6.47	4.5-5.5	-	4.79
Dalam CaCl ₂	3.91	3.06	3.28	-	6.38	-	-	-
Kadar Abu	21.96	8.1-21.1	50.74	1.2	4.26	0.72-7	37.73	23.63
Kadar Serat	74.08	23-78.9	71.89	79.45	61.33	93.1-92.9	62.12	33.45
Kadar Organik	-	87.3-96.5	-	98.8	95.38	98.91	-	76.37
Angka Pori	-	8.12	-	-	6.89	8.17	-	-

Sumber: R. Napitulu (2000), S. Hadijah (2006), A. Adha (2009), Y. Arief R. (2002), Siti Muslikah (2011)*

Kemudian properti tanah yang lain adalah *specific gravity*. *Specific gravity* adalah perbandingan antara berat tanah dengan berat air dengan volume yang sama. Terdapat hubungan antara *specific gravity* dan kadar air natural. Ketika proses humifikasi semakin mengalami kehumusan maka *specific gravity* tanah akan semakin besar, karena tanah telah berubah menjadi humus ditandai dengan kadar serat yang semakin menurun. *Specific gravity* tanah gambut Indonesia yaitu < 2 . *Specific gravity* tanah gambut lebih kecil dibandingkan tanah gambut. Menurut Joseph E. Bowles untuk masing-masing jenis tanah adalah pada tabel 2.5. Semakin tinggi *specific gravity* maka kerapatan tanah semakin besar atau angka pori kecil. Rapatnya antar butiran tanah mengakibatkan gesekan antar butiran lebih besar dibandingkan tanah yang tidak rapat. Butiran tanah yang lebih rapat akan memberikan daya dukung yang lebih tinggi dibandingkan yang tidak. Tanah gambut memiliki tahanan daya dukung yang kecil karena kerapatan tanahnya rendah. Berikut adalah properti *specific gravity* yang pernah diteliti oleh Rico Napitulu¹, Siti Hadijah², Aidil Adha³, dan Yunan Arief Rakhman⁴ yang diberikan pada tabel 2.3.

Tabel 2.5 Nilai *G_s* untuk Berbagai Jenis Tanah

Tipe Tanah	<i>G_s</i>
Pasir (<i>Sand</i>)	2.65-2.67
Pasir Kelanauan (<i>Silty Sand</i>)	2.67-2.7
Lempung Anorganik (<i>Inorganic Clay</i>)	2.70-2.8
Tanah dengan kandungan Mica atau Besi (<i>Soil with Micas or Iron</i>)	2.75-2.8
Tanah Organic (<i>Organic Soil</i>)	≤ 2

Sumber: Joseph E. Bowles (1999)

Selain *specific gravity*, kerapatan tanah juga dapat diukur dengan berat volume tanah, yaitu nilai perbandingan berat tanah total termasuk air yang terkandung di dalamnya dengan serat volume total tanah. Berikut adalah properti *specific gravity* yang pernah diteliti oleh Rico Napitulu dan Aidil Adha yang diberikan pada tabel 2.3. Semakin selesai proses dekomposisinya

maka tanah seharusnya semakin berat karena serat pada tanah gambut telah berubah menjadi humus. Kemudian properti tanah yang lain adalah indeks plastisitas. Indeks plastisitas adalah kemampuan tanah untuk berdeformasi pada volume tetap tanpa adanya remahan atau retakan. Indeks plastisitas sangat berhubungan dengan kemampuan tanah untuk meregang sampai terjadinya kegagalan. Tanah yang kohesif memiliki kemampuan tanah untuk meregang lebih besar sampai terjadi kegagalan. Semakin baik tanah untuk menerima beban biasanya kemampuan meregangnya semakin kecil. Berikut klasifikasi tanah berdasarkan indeks plastisitasnya pada tabel 2.6 dan 2.7.

Tabel 2.6 Tingkat Plastisitas Tanah

Deskripsi	Indeks Plastisitas (%)
<i>Non Plastic</i>	0-5
<i>Moderate Plastic</i>	5-15
<i>Plastic</i>	16-35
<i>Highly Plastic</i>	> 35

Sumber: Joseph E. Bowles (1997)

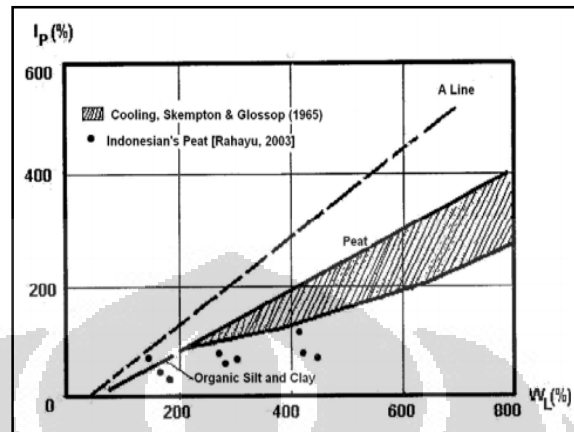
Tabel 2.7 Klasifikasi Tanah Kohesif

Deskripsi Kohesi Tanah	Indeks Palstisitas (%)
<i>Cohesionless</i>	< 1
<i>Slightly cohesive</i>	1-10
<i>Medium cohesive</i>	10-20
<i>Cohesive</i>	20-30
<i>Very cohesive</i>	> 30

Sumber: Joseph E. Bowles (1997)

Tanah gambut termasuk dalam tanah kohesif karena indeks plastisitasnya > 30. Tanah gambut di Indonesia memiliki indeks plastisitas dari 35-95. Tanah gambut yang memiliki indeks plastisitas tinggi maka kemampuan untuk meregang sebelum terjadi keruntuhan semakin besar. Terdapat hubungan antara nilai *liquid limit* dan indeks plastisitas yang digambarkan oleh diagram plastisitas tanah gambut. Tanah gambut memiliki indeks plastisitas yang tinggi karena bersifat kohesif, dan memiliki kadar

liquid limit yang tinggi juga karena kemampuan tanahnya untuk mengadsorbsi air dalam jumlah tinggi.

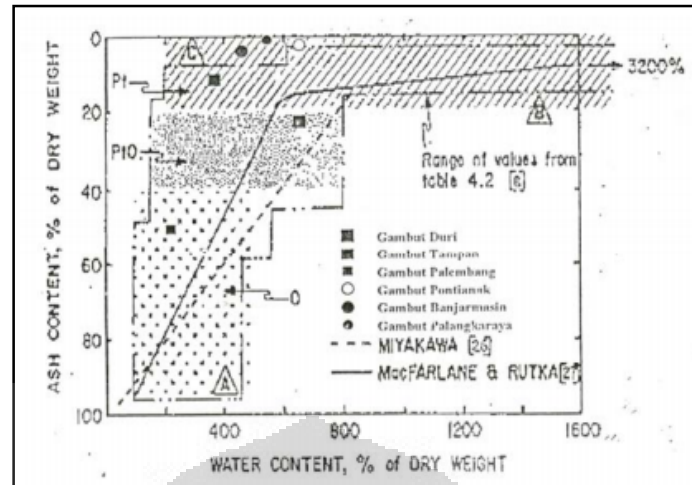


Gambar 2.1 Diagram Plastisitas Pada Tanah Organik

Sumber: Rahayu (2003)

Kemudian properti tanah yang lain adalah *shrinkage limit*. *Shrinkage limit* adalah batas kadar air dimana tanah tidak akan menyusut lagi jika dilakukan penguapan. *Shrinkage index* memperlihatkan seberapa besar sifat susutnya tanah. Tanah gambut memiliki nilai SI yang tinggi karena kemampuan tanah gambut untuk mengadsorbsi air dalam jumlah yang besar. Berikut adalah properti indeks plastisitas dan *shrinkage limit* diberikan pada tabel 2.3. Menurut Colley (1950) dalam Mochtar (1996) disebutkan bahwa penyusutan yang terjadi dapat mencapai 50% dari volume awal. Tetapi sekali mengalami penyusutan lapisan gambut tidak mampu lagi menyerap air seperti pada kondisi awal, volume air yang dapat diserap hanya berkisar antara 33% hingga 55% dari volume air semula (Feutsel & Byers, 1930 dalam Mochtar, 1996). Kemudian properti tanah yang lain adalah kadar pH. Tanah gambut memiliki tingkat keasaman yang tinggi dibandingkan tanah jenis lainnya. Keasaman tanah gambut disebabkan oleh proses dekomposisi tanah gambut tersebut atau proses humifikasinya. Keasaman juga dapat dipengaruhi oleh drainase air gambut di lahan gambut tersebut. Tanah yang masih dalam tahap humifikasi, kadar pH-nya lebih asam dibandingkan tanah gambut yang telah matang. Tanah gambut di Indonesia berkisar antara 3.0-6.5. Berikut adalah

properti kadar pH yang pernah diteliti diberikan pada tabel 2.3. Kemudian properti tanah yang lain adalah kadar abu. Terdapat hubungan antara kadar air natural dan kadar abu pada tanah gambut Indonesia yang digambarkan pada grafik di bawah ini yang pernah dilakukan Rico Napitulu (2000) pada buku *Muskeg Engineering*. Semakin besar kadar air natural maka kadar abu semakin sedikit. Hal ini sesuai dengan proses humifikasinya, ketika tanah gambut baru mengalami humifikasi sempurna maka sisa tanaman yang ada sedikit, sehingga ketika dilakukan pengovenan maka yang menjadi abu sedikit. Berikut adalah properti kadar abu yang pernah diteliti oleh Rico Napitulu, Siti Hadijah, dan Yunan Arief Rakhman yang diberikan pada tabel 2.3. Kemudian properti tanah yang lain adalah warna. Warna gambut disebabkan oleh proses humifikasinya. Proses humifikasi akan menyebabkan kadar serat semakin berkurang dengan dapat dilihat secara kasat mata warna tanah gambut menghitam, yang berarti sebagian tanah telah menjadi humus. Semakin lama proses dekomposisi yang telah terjadi maka warna tanah gambut semakin pekat. Berikut hubungan antara warna gambut dengan tingkat dekomposisinya yang dapat diberikan pada tabel 2.8. Kemudian material gambut tersusun oleh beberapa atom. Unsur yang paling dominan sebagai unsur pembentuk gambut adalah karbon 52% dan oksigen 35%, sedangkan unsur yang lain berjumlah dalam persentase yang tidak dominan. Berikut adalah unsur pembentuk tanah gambut pada tabel 2.9. Penelitian tanah gambut Indonesia mengenai material pembentuknya pernah diteliti oleh Siti Hadijah (2006) pada tanah gambut Desa Tampan-Riau dan Palangkaraya, yang tersusun sebagai berikut pada tabel 2.10.



Gambar 2.2 Hubungan Antara Kadar Air dengan Kadar Abu Tanah Gambut

Sumber: Napitulu (2000)

Tabel 2.8 Karakteristik Tanah Organik Berdasarkan Tingkat Dekomposisinya

	<i>Fibric</i>	<i>Hemic</i>	<i>Sapric</i>
Kerapatan berat basah	< 0.1	0.07-0.18	> 0.2
Kadar serat	2/3% vol. sebelum dikeringkan, 3/4% vol. setelah dikeringkan	1/3-2/3% vol. sebelum dikeringkan	< 1/3 vol. sebelum dikeringkan
Persentase kadar air jenuh terhadap berat kering	850-3000	450-850	< 450
Warna	Coklat muda kekuning-kuningan atau coklat kemerah-merahan	Coklat tua keabu-abuan sampai coklat tua kemerah-merahan	Abu-abu sangat tua sampai hitam

Sumber: Soil Taxonomy

Tabel 2.9 Persentase Kisaran dan Rata-Rata dari Elemen Penting Tanah Organik

Elemen		Kisaran Persentase (Berat Kering)	%Rata-Rata	
			Gambut <i>Eutropihic</i> kaya kapur	Gambut <i>Oligotrophic</i> sedikit kapur
Aluminium	Al	0.01-5.0	0.5	0.1
Barium	Ba	0.0006-0.3	0.005	-
Boron	B	0.00001-0.1	0.01	0.0001
Calcium	Ca	0.01-6.0	2.0	0.3
Carbon	C	12.0-60.0	48.0	52.0
Chlorine	Cl	0.001-5.0	0.10	0.01
Cobalt	Co	0.00-0.0003	0.0001	0.00003
Copper ¹	Cu	0.0003-0.01	0.001	0.0005
Hydrogen	H	2.0-6.0	5.0	5.2
Iron ²	Fe	0.02-3.0	0.5	0.1
Lead	Pb	0.00-0.04	0.005	0.001
Magnesium	Mg	0.01-1.5	0.3	0.06
Manganese	Mn	0.0001-0.08	0.02	0.003
Molybdenum	Mo	0.00001-0.005	0.001	0.0001
Nickel	Ni	0.0001-0.03	0.001	0.0005
Nitrogen	N	0.3-4.0	2.5	1.0
Oxygen	O	30.0-40.0	32.0	35.0
Phosporus	P	0.01-0.5	0.07	0.04
Potassium	K	0.001-0.8	0.1	0.04
Silicon	Si	0.1-30.0	5.0	0.5
Sodium	Na	0.02-5.0	0.05	0.01
Sulphur	S	0.004-4.0	0.5	0.1
Zinc ³	Zn	0.001-0.4	0.05	0.005

¹Rawa di Kanada dapat mengandung sampai 0.3% total Cu

²Sampel pada rawa besi dapat mengandung kadar besi yang lebih besar dari yang dilaporkan disini

³6.7% dari Zinc dilaporkan pada tanah New York yang mengandung tanah Zinc beracun

Sumber: Lucas (1982)

Tabel 2.10 Material Pembentuk Tanah Gambut

Komposisi Mineral	Kalimantan	
	Desa Tampan	Palangkaraya
Material organik terisi mineral-mineral	25	30
Material organik	72.48	62.04
Mineral lempung	2.09	7.04
Mineral berat (Magnetit, Oksida Besi, dll)	0.14	0.92
Kwarsa	0.26	-

Sumber: Siti Hadijah (2006)

2.3 Deskripsi Pemadatan Tanah dan *California Bearing Ratio*

Menurut Craig (1991), pemadatan tanah adalah proses naiknya kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antarpartikel sehingga terjadi reduksi udara. Uji laboratorium dikembangkan oleh R.R. Proctor tahun 1920-an dan berikut elemen-elemen uji pemadatan standar tersebut pada tabel 2.11. Untuk keperluan *subgrade* jalan digunakan nilai CBR sebagai indikator. Nilai CBR adalah perbandingan antara kekuatan sampel tanah dengan kepadatan tertentu dan kadar air tertentu terhadap kekuatan batu pecah bergradasi rapat sebagai material dengan nilai CBR = 100. Untuk mencari nilai CBR dipakai rumus:

$$\text{CBR} = \frac{\text{test unit load (psi)}}{\text{standard unit load (psi)}} \times 100\% \quad (2.1)$$

dengan *Standard Unit Load* pada harga-harga penetrasi pada tabel 2.12. Beban (*load*) didapat dari hasil pembacaan dial penetrasi yang kemudian dikorelasikan dengan grafik *Calibration Prooving Ring*.

$$\text{Test Unit Load (psi)} = \text{Tegangan } (\sigma) \quad (2.2)$$

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{M(\text{LRC})}{A} \quad (2.3)$$

dimana:

A = luas piston

M = *dial reading*

LRC = faktor kalibrasi

Semakin besar nilai CBR berarti kemampuan tanah untuk menahan lalu lintas di atasnya semakin besar. Berikut adalah kategori nilai CBR terhadap kekuatan *subgrade* jalan yang diklasifikasikan dalam *Guide Highways Maintenance* (2000) pada tabel 2.13.

Tabel 2.11 Elemen-Elemen Uji Pemadatan Standar

	Standar (ASTM D698)	Modifikasi (ASTM D1557)
Palu	24.5 N (5.5 lb)	44.5 (10 lb)
Tinggi jatuh palu	305 mm (12 in)	457 mm (18 in)
Jumlah lapisan	3	5
Jumlah tumbukan/ lapisan	25	25
Volume cetakan tanah	0.0009422 m ³ (1/30 ft ³) saringan no. 4	
Energi pemadatan	595 kJ/m ³ (12.400 lb*ft/ft ³)	2698 kJ/m ³ (56.250 lb*ft/ft ³)

Sumber: ASTM D698 dan ASTM D1557

Tabel 2.12 Standard Unit Load

Penetrasi (inch)	Standard Unit Load (psi)
0.1	1000
0.2	1500
0.3	1900
0.4	2300
0.5	2600

Sumber: ASTM D698 dan ASTM D1557

Tabel 2.13 Nilai CBR terhadap Kekuatan Subgrade Jalan

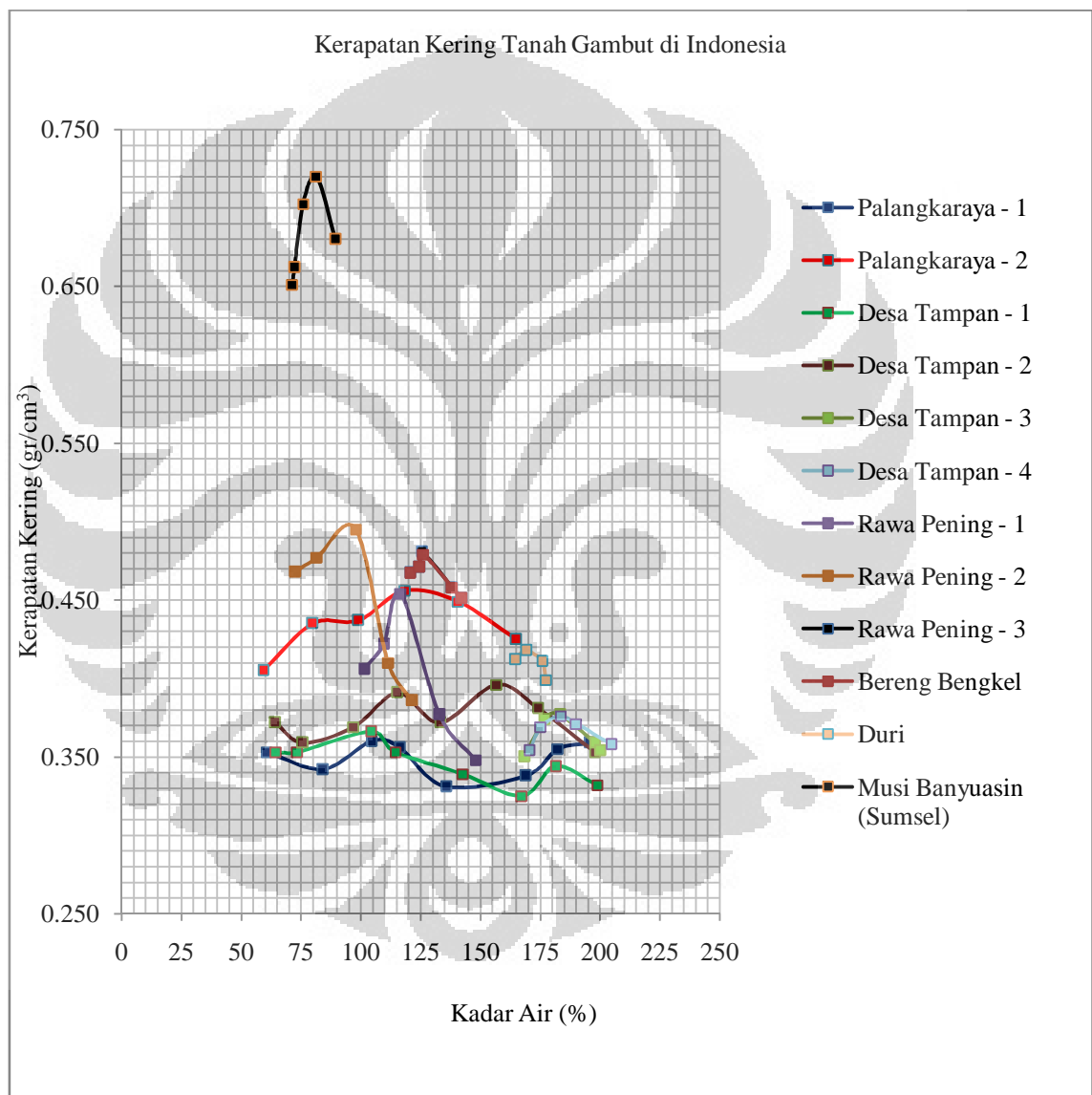
Nilai CBR	Kekuatan <i>Subgrade</i>	Komentar
< 3%	Jelek	Pemadatan diperlukan
3%-5%	Normal	Perlu tidaknya pemadatan tergantung dengan kategori jalan
5%-15%	Bagus	Pemadatan secara normal tidak diperlukan kecuali untuk lalu lintas berat

Sumber: *Guide to Highways Maintenance (2000)*

2.4 Properti Kerapatan Tanah dan Nilai CBR Tanah Gambut Indonesia

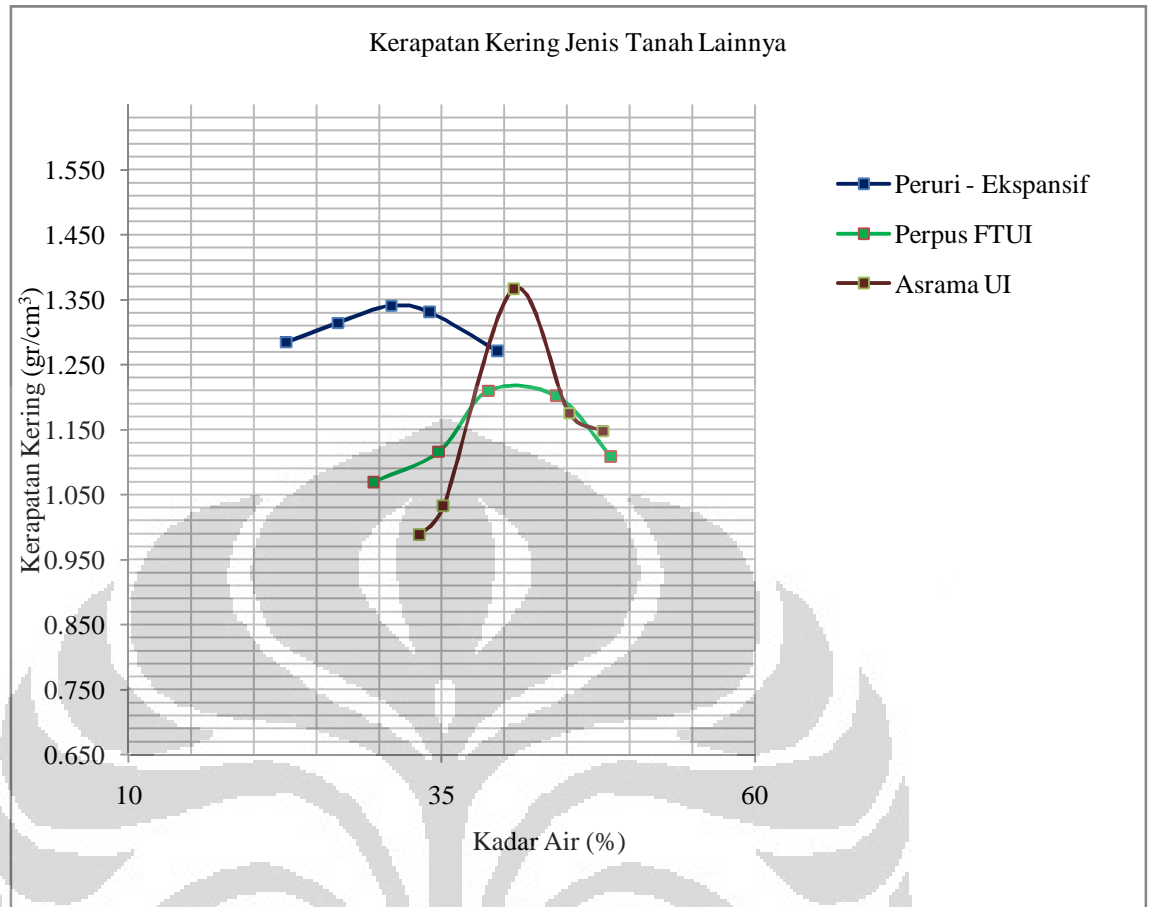
Pada dasarnya tanah akan semakin kuat jika kerapatan keringnya semakin besar. Kerapatan kering yang besar menunjukkan bahwa semakin banyaknya butiran tanah yang bergesekan antar butirannya. Tanah akan memiliki kerapatan kering optimum yang berbeda-beda walaupun dengan jumlah pemadatan yang sama. Hal tersebut dikarenakan oleh susunan material tersebut, yaitu terdiri dari kemampuan plastisitasnya, angka pori yang ada, dan *specific gravity*-nya. Penelitian untuk mendapatkan kerapatan kering pada tanah gambut pernah dilakukan oleh Boy Irwandi (1999) pada tanah gambut Bereng Bengkel, Palangkaraya, Siti Hadijah (2006) yang meneliti ulang tanah gambut Desa Tampan (Desa Tampan-1 & Desa Tampan-2) dan Palangkaraya (Palangkaraya-1 & Palangkaraya-2), Aidil Adha (2009) (Rawa Pening-1, Rawa Pening-2, & Rawa Pening-3), Subagio (Desa Tampan-3 & Desa Tampan-4), Binawati (Duri), dan Widik C. (Musi Banyuasin, Sumatera Selatan), yang disajikan pada gambar 2.3. Kurva pada gambar 2.3 menunjukkan bahwa untuk suatu metode pemadatan tertentu (yaitu dengan usaha pemadatan tertentu) akan diperoleh suatu nilai kadar air tertentu, yang dikenal sebagai kadar air optimum (w_{opt}) yang akan menghasilkan nilai kerapatan kering maksimum. Pada nilai kadar air yang rendah, sebagian tanah cenderung menjadi kaku dan sukar untuk dipadatkan. Dengan menambah kadar air, tanah menjadi lebih mudah dibentuk dan sukar dipadatkan. Dengan menambah kadar air, tanah menjadi lebih mudah dibentuk dan dipadatkan sehingga akan dihasilkan kerapatan kering yang lebih tinggi. Akan tetapi, pada kadar air yang tinggi, kerapatan kering menjadi berkurang sejalan

dengan bertambahnya kadar air, yang mana air tersebut akan mengisi dan volume tanah bertambah secara proporsional. Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu yang telah dilakukan γ_{dry} dari tanah gambut Indonesia berkisar dari 0.300-0.750 gr/cm^3 . Semakin besar kerapatan kering yang didapatkan berarti proses dekomposisi yang telah terjadi sudah berlangsung lama.



Gambar 2.3 Kerapatan Kering Tanah Gambut Indonesia

Sumber: Boy Irwandi (1999), S. Hadijah (2006), A. Adha (2009), Subagio (1995), Binawati P. (1996), Widik C. (1996)



Gambar 2.4 Perbandingan Kerapatan Kering Jenis Tanah Lainnya

Sumber: Bimas Sri Warastomo (2003), Muhammad Nurholis (2001)

Tanah terdiri dari butiran padat, air, dan udara. Tegangan tanah ditahan oleh butiran padat dan air yang bersifat kompresibel, sedangkan udara tidak. Sehingga usaha pemadatan ditujukan untuk mengurangi rongga udara tersebut, sehingga kerapatan kering yang didapatkan meningkat. Dari penelitian yang dilakukan Siti Hadijah (2006) didapatkan bahwa tanah gambut Palangkaraya memiliki nilai kerapatan kering yang lebih besar dibandingkan dengan Desa Tampan pada kadar air optimum dengan kondisi pemadatan yang sama. Hal tersebut disebabkan oleh proses humifikasi yang telah terjadi pada tanah gambut tersebut, dapat terlihat pada kadar air natural, *specific gravity*, kadar serat, kadar abu, dan indeks plastisitasnya. Pada tanah gambut yang baru mengalami proses dekomposisi, struktur makropori tanah gambut tersebut lebih banyak, sehingga volume tanah terisi air dalam jumlah yang lebih

banyak. Penelitian CBR sebelumnya yang pernah dilakukan yaitu oleh Vincentia Endah S., Universitas Indonesia (1997), Subagio, Universitas Indonesia (1995), Boy Irwandi, Universitas Indonesia (1999), Siti Hadijah, Universitas Indonesia (2006), dan Yunan Arief Rakhman, Universitas Diponegoro (2002) diberikan pada tabel 2.14. Menurut penelitian-penelitian terdahulu, secara umum tanah gambut yang telah mengalami dekomposisi lebih banyak, memiliki kadar air optimum yang semakin kecil, kerapatan kering yang semakin besar, dan nilai CBR yang semakin besar. Nilai CBR yang didapatkan besarnya bergantung pada kadar air pada saat pemadatan. Ketika tanah berada pada kadar air optimum maka kerapatan kering yang didapatkan maksimal dan nilai CBR yang didapatkan pula maksimal. Kerapatan kering maksimal yang didapatkan sangat bergantung pada indeks properti tanah gambut tersebut. Berikut penelitian yang melakukan tes CBR pada beberapa variasi kadar air tertentu, yaitu Siti Hadijah, Universitas Indonesia (2006) yang meneliti desa Tampan-Riau pada tabel 2.15, 2.16, 2.17, dan 2.18.

Tabel 2.14 Nilai CBR Tanah Gambut di Indonesia

Lokasi Tanah Gambut	Sumatera			Kalimantan		Jawa
	Karang Agung	Desa Tampan	Desa Tampan	Palangkaraya	Palangkaraya	Rawa Pening
w_{opt} (%)	72	181.5	104.195	128	79.823	106.25
γ (gr/cm ³)	0.658	0.377	0.366	0.478	0.435	0.475
CBR <i>Unsoaked</i>	8.94	2.03	4.324	2.595	5.709	2.78
CBR <i>Soaked</i>	-	1.63	4.0135	2.423	3.78	-

Sumber: Vincentia ES (1997), Subagio (1995), Boy I. (1999), Siti Hadijah (2006), Yunan AR (2002)

Tabel 2.15 Hasil Uji CBR Unsoaked dan Soaked Pada Variasi Kadar Air Contoh Tanah Gambut Desa Tampan-Riau Pada Proses Pengeringan

Kadar Air Aktual (%)	CBR Unsoaked				CBR Soaked			Swelling (%)
	0.1"	0.2"	Rata- Rata	γ_d	0.1"	0.2"	Rata- Rata	
64.9	0.78	1.55	1.165	0.353	1.55	2.07	1.81	0.64
73.5	2.49	4.82	3.655	0.353	4.66	4.92	4.79	0.63
104.2	3.88	4.76	4.32	0.366	3.88	4.14	4.01	0.96
114.4	2.18	3.16	2.67	0.353	3.03	3.37	3.2	1.12
142.6	3.03	3.52	3.275	0.339	3.26	3.88	3.57	1.09
167.2	2.87	3.21	3.04	0.325	3.11	3.37	3.24	1.1
181.4	2.64	3.16	2.9	0.344	2.41	2.85	2.63	0.24
198.8	2.49	2.54	2.515	0.332	2.17	2.38	2.275	0.18
Rata-Rata	2.545	3.34	2.943	0.346	3.009	3.373	3.191	0.745
Range	0.78- 3.88	1.55- 4.82	1.165- 4.32	0.325- 0.366	1.55- 4.66	2.07- 4.92	1.81- 4.79	0.18- 1.12

Sumber: Siti Hadijah (2006)

Tabel 2.16 Hasil Uji CBR Unsoaked dan Soaked Pada Variasi Kadar Air Contoh Tanah Gambut Desa Tampan-Riau Pada Proses Pembahasan Kembali

Kadar Air Aktual (%)	CBR Unsoaked				CBR Soaked			Swelling (%)
	0.1"	0.2"	Rata- Rata	γ_d	0.1"	0.2"	Rata- Rata	
64.2	1.17	2.85	2.01	0.372	3.11	3.78	3.445	0.284
75.7	2.8	3.06	2.93	0.359	2.1	2.43	2.265	0.218
96.9	3.03	4.04	3.535	0.369	3.88	4.51	4.195	0.328
115.3	2.87	4.14	3.505	0.391	3.5	4.14	3.82	0.594
133.1	2.49	3.73	3.11	0.372	3.88	4.4	4.14	0.263
156.7	1.4	1.81	1.605	0.396	2.18	3.16	2.67	0.099
173.9	1.17	1.71	1.44	0.381	1.55	2.12	1.835	0.088
197.8	1.09	1.24	1.165	0.353	1.55	2.59	2.07	0.044
Rata-Rata	2.003	2.823	2.413	0.374	2.719	3.391	3.055	0.24
Range	1.09- 2.87	1.24- 4.14	1.165- 3.535	0.353- 0.396	1.55- 3.88	2.12- 4.51	1.835- 4.195	0.044- 0.594

Sumber: Siti Hadijah (2006)

Tabel 2.17 Hasil Uji CBR Unsoaked dan Soaked Pada Variasi Kadar Air Contoh Tanah Gambut Palangkaraya-Kalimantan Tengah Pada Proses Pengeringan

Kadar Air Aktual (%)	CBR Unsoaked				CBR Soaked			Swelling (%)
	0.1"	0.2"	Rata- Rata	γ_d	0.1"	0.2"	Rata- Rata	
60.5	1.17	2.07	1.62	0.353	1.71	2.41	2.06	0.83
84.1	2.18	3.37	2.775	0.342	1.86	2.07	1.965	0.74
104.5	3.73	4.45	4.09	0.36	2.87	3.16	3.015	0.33
116.2	3.88	4.40	4.14	0.356	3.03	3.31	3.17	1.3
135.6	3.03	3.68	3.355	0.331	2.41	3.11	2.76	0.26
168.9	3.81	4.14	3.975	0.338	3.5	3.63	3.565	1.28
182.4	2.64	3.11	2.875	0.355	2.41	3	2.705	0.2
195.9	1.01	1.14	1.075	0.359	0.85	1.09	0.97	0.29
Rata-Rata	2.681	3.295	2.988	0.349	2.33	2.723	2.526	0.654
Range	1.01- 3.88	1.14- 4.45	1.075- 4.14	0.331- 0.36	0.85-3.5	1.09- 3.63	0.97- 3.565	0.26-1.3

Sumber: Siti Hadijah (2006)

Tabel 2.18 Hasil Uji CBR Unsoaked dan Soaked Pada Variasi Kadar Air Contoh Tanah Gambut Palangkaraya-Kalimantan Tengah Pada Proses Pembahasan Kembali

Kadar Air Aktual (%)	CBR Unsoaked				CBR Soaked			Swelling (%)
	0.1"	0.2"	Rata- Rata	γ_d	0.1"	0.2"	Rata- Rata	
59.2	3.11	4.92	4.015	0.405	2.18	2.07	2.125	0.087
79.8	5.05	6.37	5.71	0.435	3.73	3.83	3.78	0.11
98.9	4.82	6.11	5.465	0.437	2.8	2.95	2.875	0.11
118.3	3.73	4.82	4.275	0.456	4.66	5.18	4.92	0.131
140.7	1.63	2.85	2.240	0.449	2.33	3.63	2.98	0.066
164.9	0.78	0.98	0.88	0.425	1.48	2.54	2.01	0.088
Rata-Rata	3.187	4.342	3.764	0.435	2.863	3.367	3.115	0.099
Range	0.78- 5.05	0.98- 6.37	0.88- 5.71	0.405- 0.456	1.48- 4.66	2.07- 5.18	2.01- 4.92	0.087- 0.131

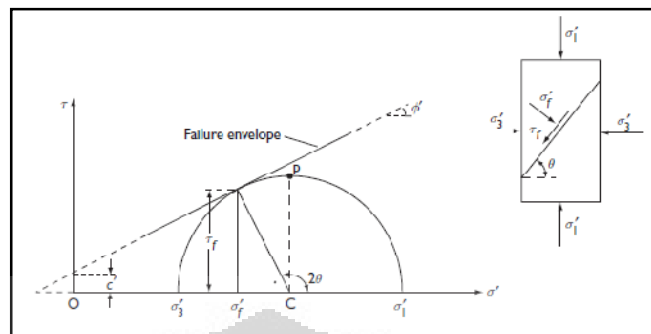
Sumber: Siti Hadijah (2006)

Tabel 2.19 Nilai CBR Tanah Gambut Indonesia

Parameter	Tampan ^{*x}	Tampan ^{*y}	Palangkaraya ^{*x}	Palangkaraya ^{*y}	Bereng Bengkel	Karang Agung	Tampan	Duri	Musi Banyu Asin	OKI
Range kadar air pepadatan(%)	64.9-198.8	64.2-197.8	60.5-195.9	59.2-164.9	120.59-142.1	41.7-98.46	-	-	-	-
γ_{dry} (g/cm ²)	0.33-0.37	0.35-0.4	0.33-0.36	0.405-0.456	0.45-0.48	0.61-0.68	0.38	0.42	0.73	0.62
CBR US (%)	1.17-4.32	1.17-3.54	1.08-4.14	0.88-5.71	-	-	2.03	1.44	9.28	9.48
CBR S (%)	1.81-4.79	1.84-4.2	0.97-3.57	2.01-4.92	-	-	1.63	1.17	7.6	8.35
Swelling (%)	0.18-1.12	0.04-0.59	0.26-1.3	0.087-0.131	-	-	0.64	0.121	-	0.56
w opt. (%)	104.2	156.7	104.5	118.3	126.11	72	181.5	169.23	72.5	76

Sumber: Siti Hadijah (2006), Boy Irwandi (2000), Vincentia (1997) Subagio (1995), Binawati P. (1996), Widik C. (1996)

2.5 Deskripsi Keruntuhan Tanah Diagram Mohr dan *Critical Stress Model*



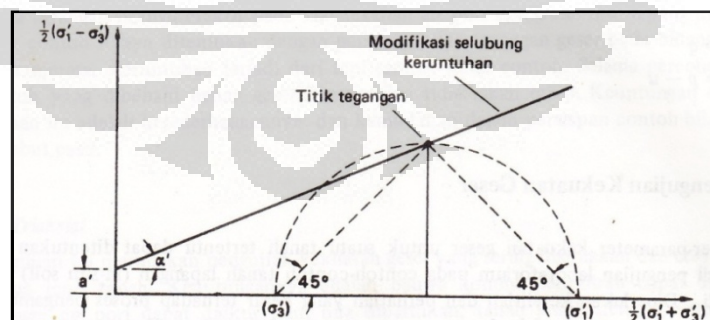
Gambar 2.5 Kondisi Tegangan pada Keadaan Runtu

Sumber: RF Craig (1997)

Keruntuhan akan terjadi pada titik yang mengalami keadaan kritis yang disebabkan kombinasi antara tegangan geser dan tegangan normal efektif. Berikut persamaannya:

$$\tau_f = c' + \sigma'_f \tan \phi' \quad (2.4)$$

Kriteria ini tidak mempertimbangkan regangan pada saat atau sebelum terjadinya regangan pada saat atau sebelumnya terjadi keruntuhan. Berikut alternatif yang diberikan untuk memperlihatkan setiap kondisi tegangan:



Gambar 2.6 Alternatif yang Menggambarkan Kondisi Tegangan

Sumber: RF Craig (1997)

dimana a' dan α' adalah parameter-parameter kekuatan geser yang dimodifikasi. Kemudian parameter-parameter c' dan ϕ' didapat dari:

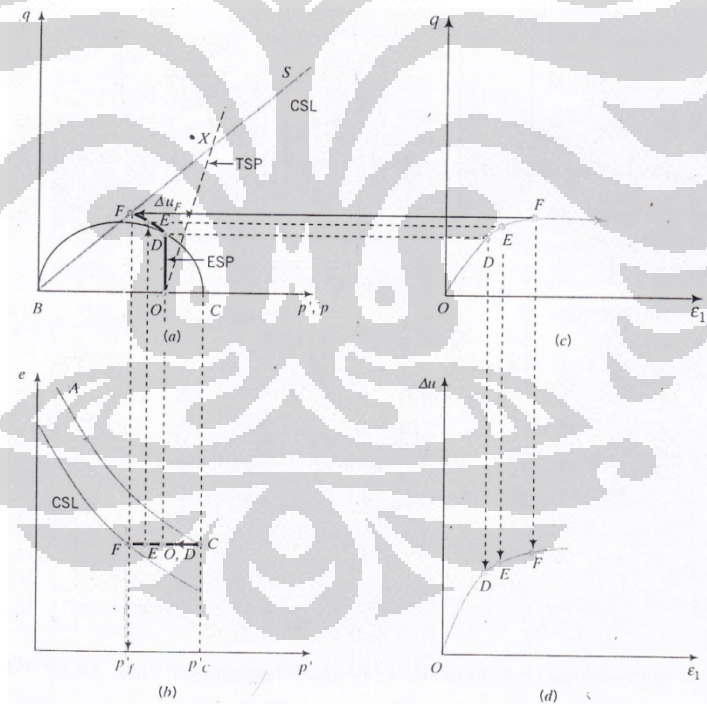
$$\phi' = \sin^{-1} (\tan \alpha') \quad (2.5)$$

$$c' = \frac{a'}{\cos \phi'} \quad (2.6)$$

Selain kriteria Mohr-Coulomb, keruntuhan geser pada tanah dapat didealisasi dengan menggunakan model kritis sebagaimana dikemukakan oleh Roscoe, Schoefield, dan Wroth. Ide dasar dari model kritis ini adalah bahwa tanah akan runtuh pada suatu bidang runtuh (bidang p' , q , dan e). q merupakan selisih tegangan utama (tegangan deviator) dan p' merupakan tegangan efektif rata-rata.

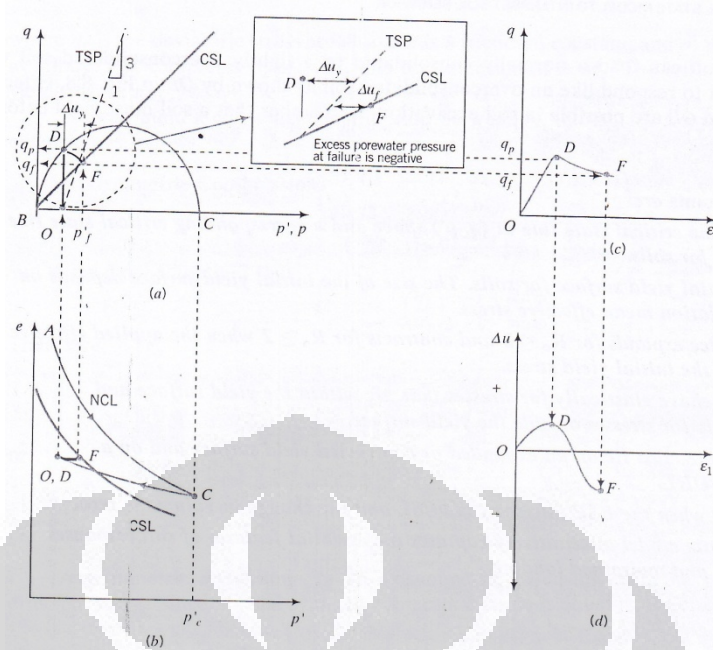
$$q = \sigma_1 - \sigma_3 \quad (2.7)$$

$$p' = \frac{\sigma'_1 + \sigma'_3}{3} = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{3} - \Delta u \quad (2.8)$$



Gambar 2.7 Illustrative Predictive Results from a CU Test Using the CSM ($R_o \leq 2$)

Sumber: Muni Budhu (2002)



Gambar 2.8 Illustrative Predictive Results from a CU Test Using the CSM ($R_o \geq 2$)

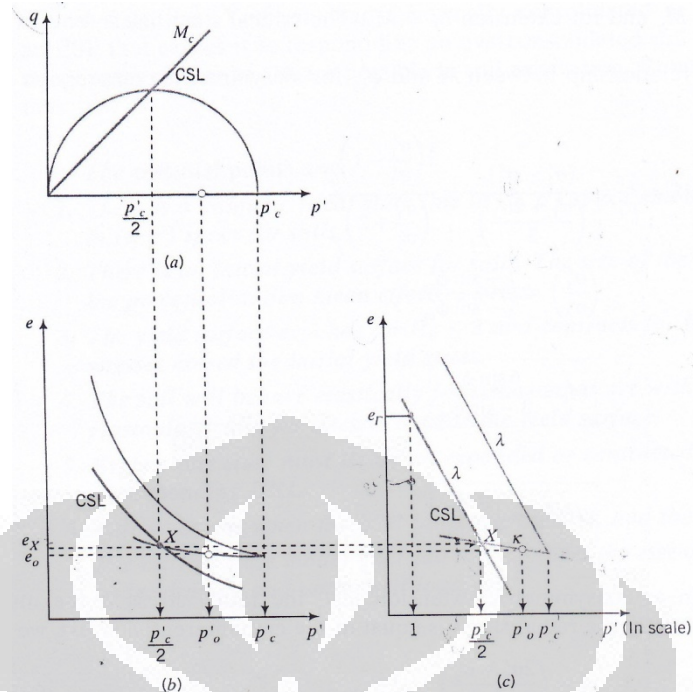
Sumber: Muni Budhu (2002)

Keruntuhan tanah terjadi pada ruang p' dan q dimana $q_f = M p'_f$ sehingga parameter keruntuhan yang didapat adalah M dan q_0 . Hubungan M dan q_0 dengan ϕ' dan c' adalah sebagai berikut:

$$\sin \phi' = \left[\frac{3M}{6+M} \right] \quad (2.9)$$

$$c' = \left[\frac{3 - \sin \phi'}{6 - \sin \phi'} \right] q_0 \quad (2.10)$$

Selain kriteria kekuatan tanah, dapat diketahui juga kriteria hubungan antara volume spesifik ($v = 1 + e$) dengan $\ln p'$.



Gambar 2.9 v , N , Γ , λ , dan κ

Sumber: Muni Budhu (2002)

Dari kriteria di atas didapatkan hubungan:

1. *Normally consolidated line* (NCL) $\rightarrow v = N - \lambda \ln p'$
2. *Critical state line* (CSL) $\rightarrow v = N - \lambda \ln p'$
3. *Swelling dan rekompresi*, $v = v_\kappa - \kappa \ln p'$

Menurut Schofield (1968) persamaan Mohr-Coulomb salah menginterpretasikan parameter kekuatan geser (sudut friksi dan kohesi). Mohr-Coulomb mengambil parameter kekuatan pada keruntuhan puncak dengan mengabaikan regangan yang terjadi. Hal ini tidaklah kredibel bahwa kekuatan puncak terjadi pada waktu yang sama di semua tempat pada permukaan badan tanah yang luas di bawah tekanan terbatas. Pada semua uji tanah kita mengetahui bahwa regangan mempengaruhi kekuatan tanah. Jadi sebuah teori yang tidak memperhitungkan regangan hanya benar untuk keadaan aliran plastis keadaan kritis dengan regangan relatif besar, tetapi tidak benar menyatakan keruntuhan tanah pada *peak strength*. Berdasarkan hal tersebut Schofield dan Wroth (1968) dari Universitas Cambridge

memperkenalkan Teori Keadaan Kritis. Teori keadaan kritis ini setuju atau menyesuaikan dengan hukum Coulomb dan merupakan pengembangan dari Metode Mohr-Coulomb. Yaitu dengan mengambil data kekuatan geser dari uji tanah yang memperhitungkan regangan (*stress path*) yang berada dalam kondisi residual *failure* (terjadi regangan dengan tegangan yang konstan). Berikut rangkumannya pada tabel 2.20.

Tabel 2.20 Kelebihan dan Kekurangan Teori Mohr-Coulomb

Kelebihan	Kekurangan
<ul style="list-style-type: none"> • Paling sering digunakan karena kesederhanaannya • Untuk jenis tanah yang tidak menunjukkan perbedaan yang jelas adanya tegangan puncak dan residual (tanah <i>Normally Consolidated</i>) ataupun tanah yang getas (runtuh tiba-tiba) teori ini tetap berlaku, karena tegangan puncak = tegangan residual 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak memperhitungkan adanya regangan, padahal dalam semua uji tanah regangan mempengaruhi kekuatan tanah • Mengambil parameter kekuatan geser pada keadaan tegangan puncak yang pada umumnya terjadi perubahan regangan • Teori ini tidak berlaku untuk tanah yang menunjukkan adanya keadaan puncak dan keadaan residual, karena untuk jenis tanah ini teori Coulomb benar jika mengambil parameter keadaan residual

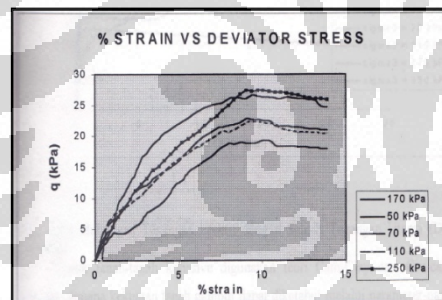
Sumber: Darpin Kuwatno (2000)

2.6 Properti Mekanik Kekuatan Tanah Gambut di Indonesia

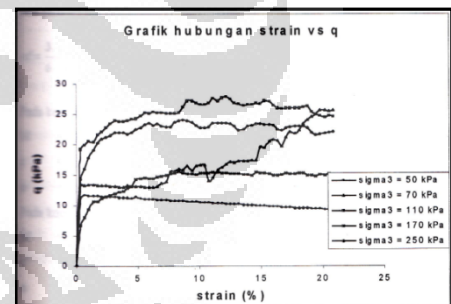
Kriteria keruntuhan tanah gambut dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: jenuh tidaknya tanah tersebut, pengaruh konsolidasi yang terjadi, dilakukan tidaknya pemadatan, kadar air proses pemadatan, dan metode pencarian kadar air rencana (proses pembasahan kembali atau proses pengeringan). Penelitian tanah gambut biasanya dibedakan atas dua macam, yaitu meneliti tanah gambut natural atau disebut juga kondisi *undisturbed* dan tanah gambut *compacted* atau tanah gambut yang dipadatkan pada kadar air tertentu yang biasanya dipadatkan pada kadar air optimum. Berikut pembahasan masing-masing untuk kedua kondisi tersebut.

2.6.1 Kondisi *Undisturbed*

Penelitian yang dilakukan untuk tanah *undisturbed* yang pernah dilakukan yaitu membandingkan tanah dalam kondisi jenuh sebagian dan jenuh penuh, dan kemudian membandingkan tanah dalam kondisi *normally consolidated* dan *over consolidated*. Penelitian yang pernah dilakukan untuk membandingkan kekuatan tanah jenuh sebagian (*partly saturated*) dan jenuh penuh (*fully saturated*) yang pernah dilakukan sebelumnya adalah oleh Kantina Dahlia Sari, Universitas Indonesia (1999) yang meneliti tanah gambut Desa Tampan. Parameter kekuatan tanah gambut yang dibandingkan adalah *deviator stress* yang terjadi pada saat runtuh, regangan saat runtuh, kohesi, dan sudut gesernya. Terdapat perbedaan antara tanah pada saat kondisi *partly saturated* dan *fully saturated* pada parameter di atas yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini dan perbandingan antara %regangan pada saat runtuh dan *deviator* yang terjadi sesaat sebelum runtuh pada gambar 2.10a dan gambar 2.10b:



Gambar 2.10a %Strain vs. Deviator Stress pada Kondisi *Partly Saturated*



Gambar 2.10b %Strain vs. Deviator Stress Kondisi *Fully Saturated*

Sumber: Kantina D.S. (1999)

Tabel 2.21 Perbandingan Nilai Properti Fisik Partly Saturated dan Fully Saturated pada Tanah Gambut di Indonesia

Lokasi Tanah Gambut	Desa Tampan			
Kondisi <i>Saturated</i>	<i>Partly Saturated</i>		<i>Fully Saturated</i>	
σ_3 (kPa)	$q = \sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	% <i>Strain</i>	$q = \sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	% <i>Strain</i>
50	19.2936	10.069	13	0
70	22.7699	9.028	15	19.79
110	22.3589	9.375	22	12.15
170	26.5715	9.375	24	8.33
250	27.4413	9.722	27	8.68
c (kPa)	9.328		8.412	
Φ (°)	1.068		0.946	

Sumber: Kantina Dahlia Sari (1999)

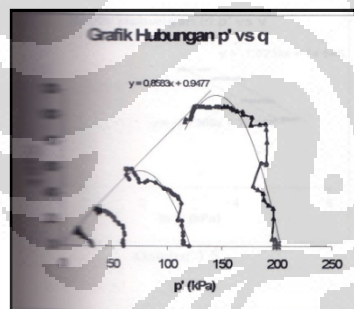
Tanah yang jenuh sebagian memiliki rongga kosong yang lebih banyak, sehingga terdapat ruang untuk penyusunan kembali partikel tanah saat diberi tekanan sel sehingga %*strain* terjadi lebih besar dan tegangan deviator juga lebih besar. Nilai c pada tanah jenuh lebih kecil karena partikel-partikel pada tanah sulit terjadi karena terhalang air pori. Tanah gambut juga akan memberikan perilaku yang berbeda juga pada saat kondisi *normally consolidated* dan *over consolidated*. Pada kondisi *over consolidated* air pori lebih banyak keluar sehingga gesekan antara butirannya semakin besar mengakibatkan nilai tahanan tanah gambut semakin besar juga. Penelitian yang pernah dilakukan untuk membandingkan kekuatan tanah *normally consolidated* dan *over consolidated* yang pernah dilakukan sebelumnya adalah oleh Johan Andromeda, Universitas Indonesia (1999) yang meneliti tanah gambut Desa Tampan yaitu pada tabel 2.22.

Tabel 2.22 Perbandingan Nilai Properti Fisik Normally Consolidated dan Over Consolidated Tanah Gambut di Indonesia

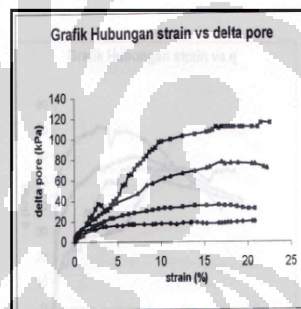
Lokasi Tanah Gambut	Desa Tampan	
	Normally Consolidated	Over Consolidated Ratio = 2
M	0.8583	0.1033
q_0 (kPa)	0.9477	49.89
Δu	selalu positif	negatif kemudian positif sampai kondisi <i>steady</i>
%strain	11.11-15.97	9.44-17.71
N atau Γ	14.546	13.165
λ	1.8234	1.7368

Sumber: Johan Andromeda (1999)

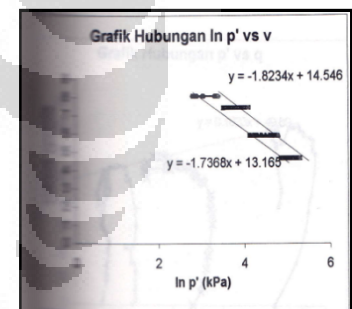
Sedangkan hubungan antara p' vs. q , *strain* vs. *delta pore*, dan $\ln p'$ vs. volume spesifik diberikan pada gambar-gambar di bawah ini untuk masing-masing kondisi, yaitu kondisi *Normally Consolidated* dan *Over Consolidated*.



Gambar 2.11a Hubungan p' vs q
(Normally Consolidated)



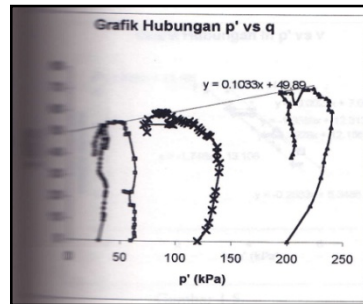
Gambar 2.11b Hubungan
strain vs *delta pore*
(Normally Consolidated)



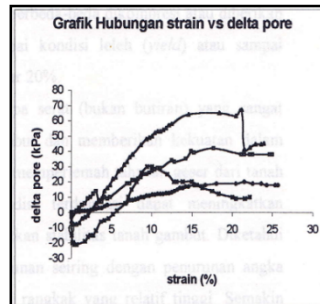
Gambar 2.11c Hubungan $\ln p'$ vs volume spesifik
(Normally Consolidated)

Gambar 2.11 Kondisi *Normally Consolidated*

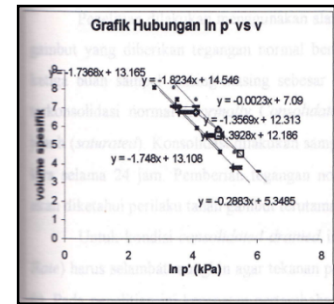
Sumber: Johan Andromeda (1999)



Gambar 2.12a Hubungan p' vs q
(*Over Consolidated*)



Gambar 2.12b Hubungan
strain vs delta pore (*Over Consolidated*)



Gambar 2.12c Hubungan $\ln p'$ vs v
vs volume spesifik (*Over Consolidated*)

Gambar 2.12 Kondisi *OverConsolidated*

Sumber: Johan Andromeda (1999)

Kita dapat melihat perbandingan pada gambar 2.11a dan 2.12a bahwa pada *over consolidated* nilai q_0 yang didapat lebih besar dan regangan yang terjadi pada saat regangan lebih besar, hal tersebut disebabkan karena pada saat proses konsolidasi, air pori lebih banyak yang keluar sehingga yang menahan beban tanah hanya butiran padat, sehingga ketika terbebani kondisi *over consolidated* butiran tanah lebih banyak yang bergesekan sehingga nilai q_0 yang didapat juga lebih besar. Kemudian kita dapat melihat perbandingan pada gambar 2.11b dan 2.12b bahwa pada *over consolidated* adanya penurunan tegangan normal total dimana struktur tanah cenderung mengembang hingga mencapai batas tertentu sehingga pada awalnya terjadi penurunan tekanan pori hingga suatu nilai tertentu kemudian secara bertahap bertambah hingga mencapai suatu nilai stabil. Kemudian untuk hubungan antara $\ln p'$ vs. volume spesifik secara lebih detail untuk kondisi *over consolidated* diberikan pada tabel 2.23. Dari tabel 2.23 kita dapat mengetahui, bahwa pada tegangan sel yang rendah, tanah gambut akan runtuh pada regangan yang lebih besar karena tanah tertahan oleh partikel padatnya karena air pori telah keluar lebih banyak akibat konsolidasi, sedangkan pada tegangan sel yang lebih besar *over consolidated* mengalami kegagalan pada regangan lebih kecil karena contoh tanah terjadi pemampatan yang terlalu besar sehingga tanah benar-benar tipis atau terperas.

Tabel 2.23 Perbandingan Swelling pada Kondisi Over Consolidated Tanah Gambut di Indonesia

Lokasi Tanah Gambut	Desa Tampan ⁸	
	v_k	κ
σ'_3 (kPa)		
30	7.09	0.0023
60	12.313	1.3569
120	12.186	1.3928
200	5.3485	0.2883

Sumber: Johan Andromeda (1999)

2.6.2 Kondisi *Compacted*

Kemudian tanah gambut juga akan memiliki nilai kekuatan yang berbeda jika dilakukan pemadatan atau tidak. Penelitian untuk mendapatkan kekuatan tanah yang dilakukan melalui pemadatan pada kadar air optimum pernah dilakukan yaitu pada sampel tanah gambut Palangkaraya yang diteliti oleh Roman F. Wungkana, Universitas Indonesia (1996) sedangkan kekuatan sampel *undisturbed* pernah juga dilakukan yaitu pada sampel desa Tampan yang diteliti oleh Shelly Anita, Universitas Indonesia (2002) yang secara lebih jelas diberikan pada tabel 2.24. Tanah gambut Palangkaraya memiliki nilai q_0 lebih besar karena proses pemadatan yang dilakukan, sehingga gesekan antar butiran padat bertambah mengakibatkan nilai kohesi menjadi besar, berbeda dengan sampel *undisturbed* yang gesekan antar butirannya terhalang oleh banyaknya air pori yang terdapat pada sampel. Kemudian tanah gambut juga akan memiliki nilai kekuatan yang berbeda antara tempat yang satu dengan lainnya walaupun dilakukan pada kadar air optimum pada masing-masing lokasi tanah gambut tersebut. Andhika Ajengtyas S., Universitas Indonesia (2006) melakukan penelitian untuk membandingkan kekuatan tanah pada beberapa variasi kadar air pada sampel tanah gambut Palangkaraya yang hasilnya dapat dilihat pada tabel 2.25. Dari tabel 2.25 diketahui bahwa pada kadar air optimum, tanah akan memiliki nilai kohesi yang besar karena gesekan antar butiran padatnya semakin besar juga dibandingkan tanah yang tidak. Andhika Ajengtyas S.-pun, Universitas Indonesia (2006) melakukan penelitian untuk membandingkan kekuatan tanah akibat proses pembasahan

kembali dan proses pengeringan pada tanah gambut sampel Palangkaraya pada tabel 2.26. Dari data pada tabel 2.26 diketahui bahwa pada metode pembasahan kembali akan didapat kekuatan tanah lebih besar, karena pada awalnya tanah akan mengalami pengeringan berlebih sehingga struktur serat rusak dan tidak mampu menampung air kembali ke dalam struktur mikropori. Semakin banyak gambut dapat menampung air pada struktur mikroporinya maka kekuatan tanah gambut akan semakin melemah.

Tabel 2.24 Perbandingan Kekuatan Tanah Gambut Undisturbed dan Dilakukannya Pematatan di Indonesia

Lokasi Tanah Gambut	Palangkaraya	Desa Tampan
M	0.5251	1.8026
q _o (kPa)	81.239	5.2477

Sumber: Shelly A. (2002) dan Roman F.W. (1996)

Tabel 2.25 Perbandingan Kekuatan Tanah Gambut pada Beberapa Variasi Kadar Air Proses Pembasahan Kembali

Kadar Air	80%	100%	120%
M	0.56	0.79	1.07
q _o (kPa)	245.51	160.69	113.17
Φ (°)	14.84	20.40	22.07
c (kPa)	117.28	75.39	51.94

Sumber: Andhika Ajengtyas S. (2006)

Tabel 2.26 Perbandingan Kekuatan Tanah Gambut pada Beberapa Variasi Kadar Air Proses Pembasahan Kembali

Kadar Air	80%		100%		120%	
	1	2	1	2	1	2
Metode	1	2	1	2	1	2
M	0.56	0.97	0.79	1.49	1.07	1.47
q _o (kPa)	245.51	83.026	160.69	33.36	113.17	-4.3
Φ' (°)	14.84	24.68	20.4	36.62	22.07	36.14
c' (kPa)	117.28	38.41	75.39	14.84	51.94	1.91

Catatan: Metode 1 = proses pembasahan kembali, Metode 2 = proses pengeringan

Sumber: Andhika Ajengtyas S. (2006)

2.6.3 Perbandingan Kekuatan Tanah Gambut dengan Tanah Lainnya

Tanah gambut memiliki nilai tahanan yang sangat lemah dibandingkan tahanan jenis tanah yang lain. Anggoro Aji Gunawan (1999) pernah meneliti seberapa besar perbandingan parameter kekuatan tanah gambut Desa Tampan dan tanah liat Depok pada tes triaksial CD yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.27 dan tabel 2.28. Tanah liat akan memiliki parameter kekuatan tanah yang jauh lebih besar karena tanah gambut memiliki kadar air yang tinggi dan kompresibilitas yang tinggi. Kemudian Peck dan Meyerhof pun membuat klasifikasi tanah berdasarkan kerapatannya dilihat dari sudut geser pada tabel 2.29 dan Terzaghi pun membuat klasifikasi tanah berdasarkan konsistensinya berdasarkan nilai c' pada tabel 2.30. Catatan: $c' = \frac{1}{2} Q_u$.

Tabel 2.27 Perbandingan Tegangan dan Regangan Tanah Liat dan Gambut

Tegangan Isotropis (kPa)	Tegangan Deviator (kPa)		Regangan (%)	
	Clay	Gambut	Clay	Gambut
30	110.9	83.096	12.12	> 26.7
60	218.16	181.155	13.453	> 29.9
120	354.224	261.67	8.28	> 26.3

Sumber: Anggoro Aji Gunawan (1999)

Tabel 2.28 Perbandingan Parameter Kekuatan Tanah pada Tanah Liat dan Gambut

Parameter	Tanah Liat-Depok	Tanah Gambut-Riau
M	1.4363	1.1732
λ_{NCL}	0.5722	1.9575
λ_{CSL}	0.6894	2.4194
N	5.0197	14.514
Γ	5.9039	15.548

Sumber: Anggoro Aji Gunawan (1999)

Tabel 2.29 Nilai Sudut Geser Tanah Berdasarkan Peck dan Meyerhof

SPT-N Value	Compactness	Relative Density Dr (%)	Φ	
			Peck	Meyerhof
4	<i>Very Loose</i>	< 20	< 28.5	< 30
4-10	<i>Loose</i>	20-40	28.5-30	30-35
10-30	<i>Medium Dense</i>	40-60	30-36	35-40
30-50	<i>Dense</i>	60-80	36-41	40-45
50	<i>Very Dense</i>	80-100	> 41	> 45

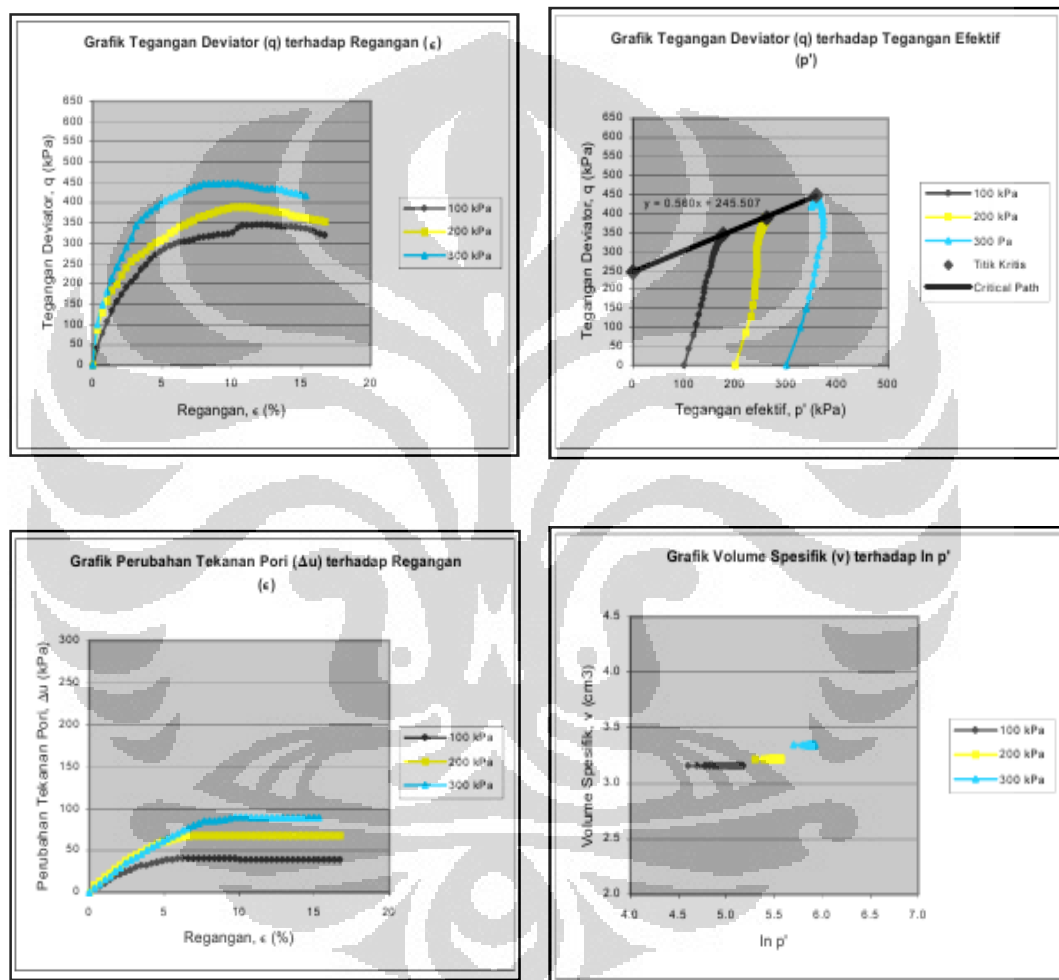
Tabel 2.30 Tabel Terzaghi

SPT-N Value	Consistency	Qu (kg/cm ²)
< 2	<i>Very Soft</i>	< 0.25
2- 4	<i>Soft</i>	0.25-0.5
4-8	<i>Medium Stiff</i>	0.5-1
8-16	<i>Stiff</i>	1-2
16-32	<i>Very Stiff</i>	2-4
> 32	<i>Hard</i>	> 4

2.7 Stress Path Triaxial Consolidated Undrained Tanah Gambut di Indonesia

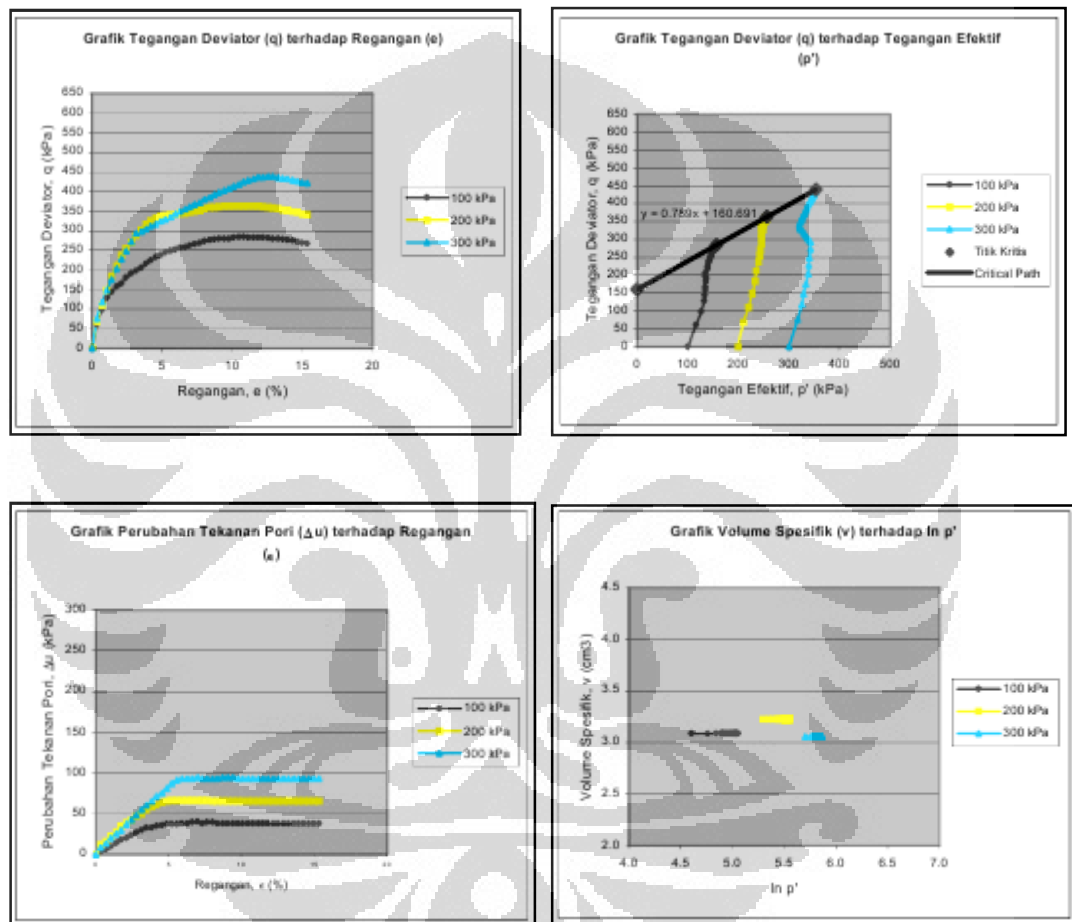
Terdapat beberapa penelitian yang pernah dilakukan terhadap tanah gambut untuk melihat *critical stress path* dari tanah gambut, yaitu yang dilakukan Andhika Ajengtyas S. (2006) meneliti studi karakteristik geser tanah gambut yang dipadatkan pada kadar air rendah pada tanah gambut Desa Tampan dan Palangkaraya, Anita Shelly (2002) meneliti tes triaksial *stress path* pada stabilisasi tanah gambut dengan *peat solid* pada kondisi *compacted consolidated undrained*, Roman Franca Wungkana (1996) yang menganalisa lintasan tegangan dari data uji triaksial dalam kondisi terkonsolidasi tak terdrainasi pada tanah gambut Sumatera Selatan dan Riau, Johan Andromeda (1999) yang meneliti pengaruh konsolidasi berlebihan terhadap lintasan tegangan pada tanah gambut kondisi terkonsolidasi tak terdrainasi, Rudy Yulianto (2000) yang meneliti tanah gambut Bereng Bengkel pada pengaruh tingkat konsolidasi berlebihan (OCR 1, 2, 3, dan 4) pada kekuatan geser tanah gambut Kalimantan dalam kondisi terkonsolidasi tak terdrainasi, dan Mauli Ahmad (2000) yang meneliti tanah gambut Bereng Bengkel pada pengaruh

konsolidasi berlebihan (OCR 4, 6, 8) terhadap lintasan tegangan pada tanah gambut kondisi *consolidated undrained*.



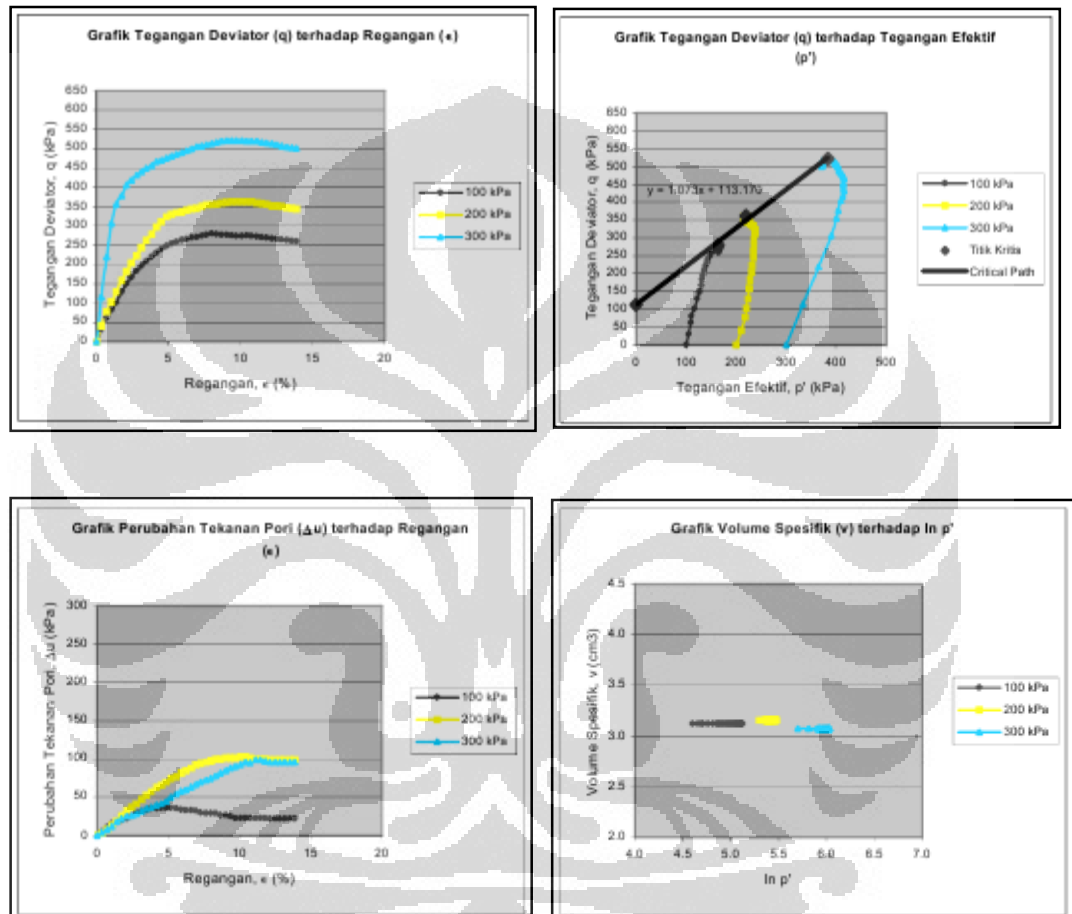
Gambar 2.13 Tanah Gambut Palangkaraya Proses Pembasahan Kembali $w=80\%$

Sumber: Andhika Ajengtyas S. (2006)



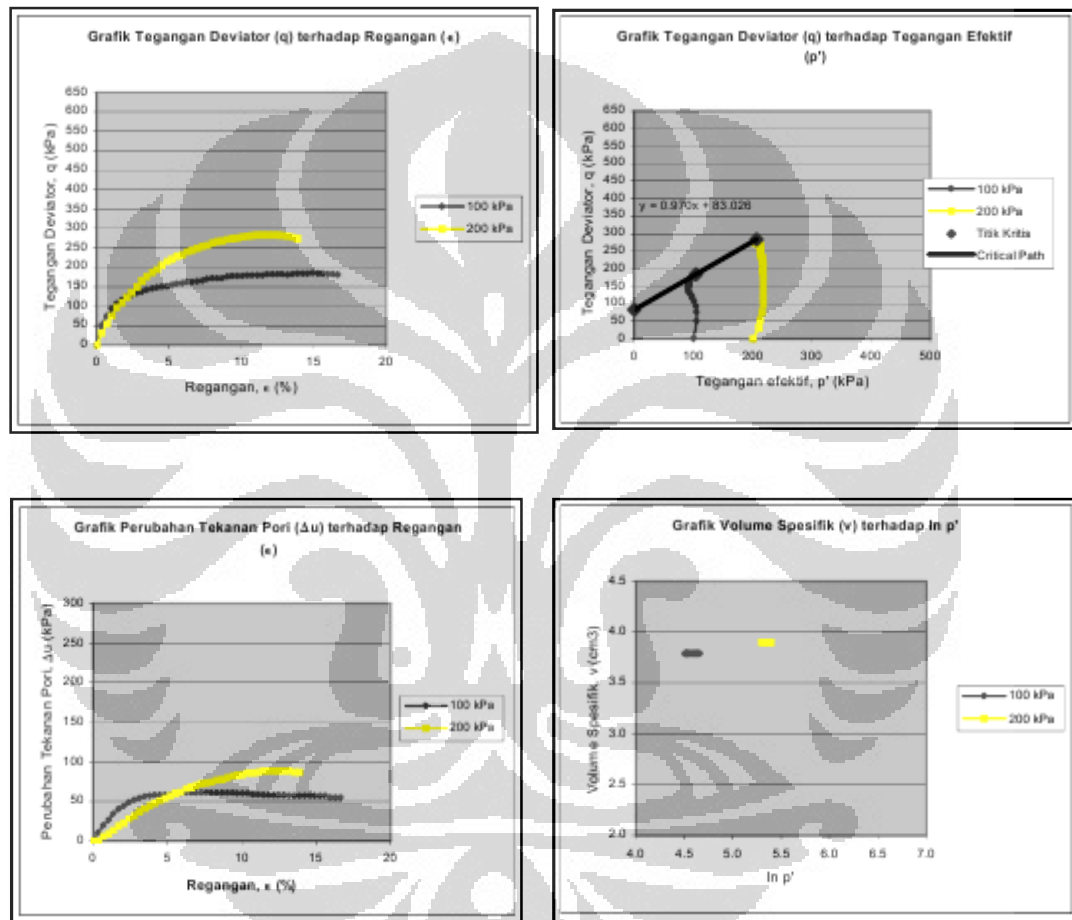
Gambar 2.14 Tanah Gambut Palangkaraya Proses Pembasahan Kembali $w=100\%$

Sumber: Andhika Ajengtyas S. (2006)



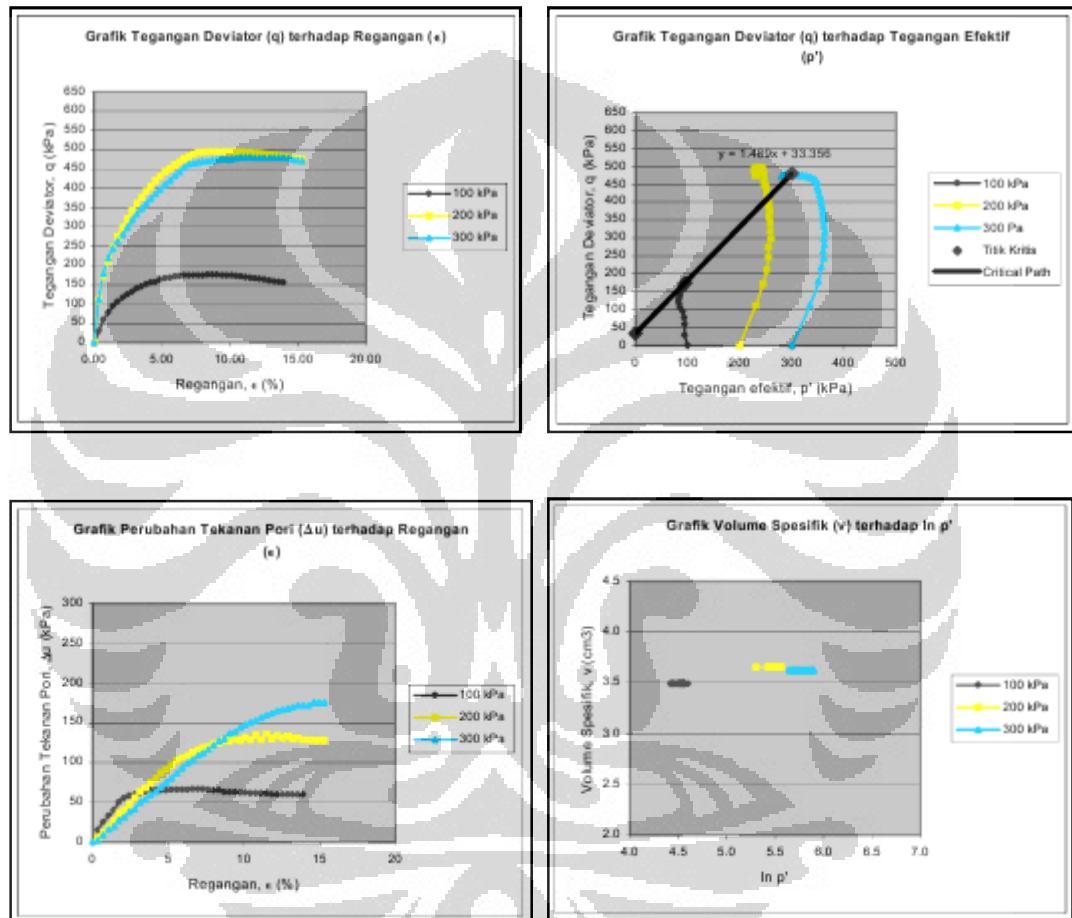
Gambar 2.15 Tanah Gambut Palangkaraya Proses Pembasahan Kembali $w=120\%$

Sumber: Andhika Ajengtyas S. (2006)



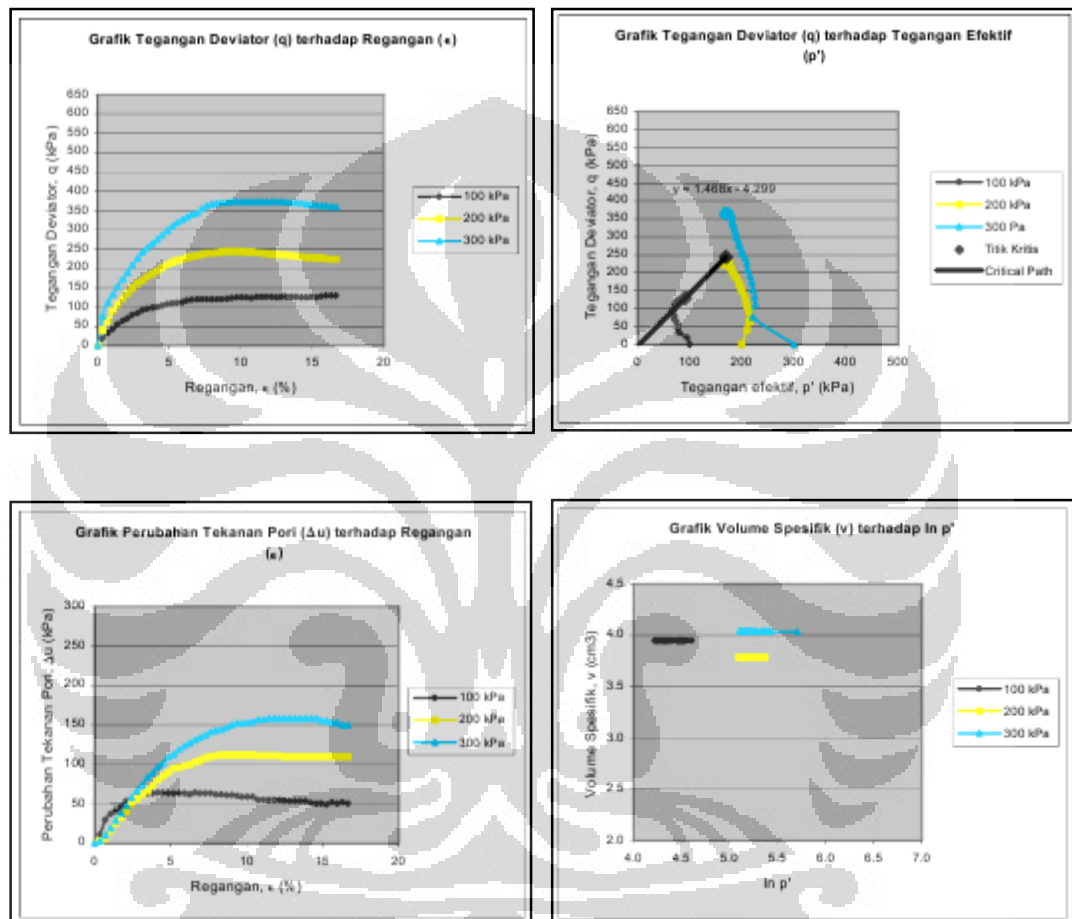
Gambar 2.16 Tanah Gambut Palangkaraya Proses Pengeringan $w=80\%$

Sumber: Andhika Ajengtyas S. (2006)



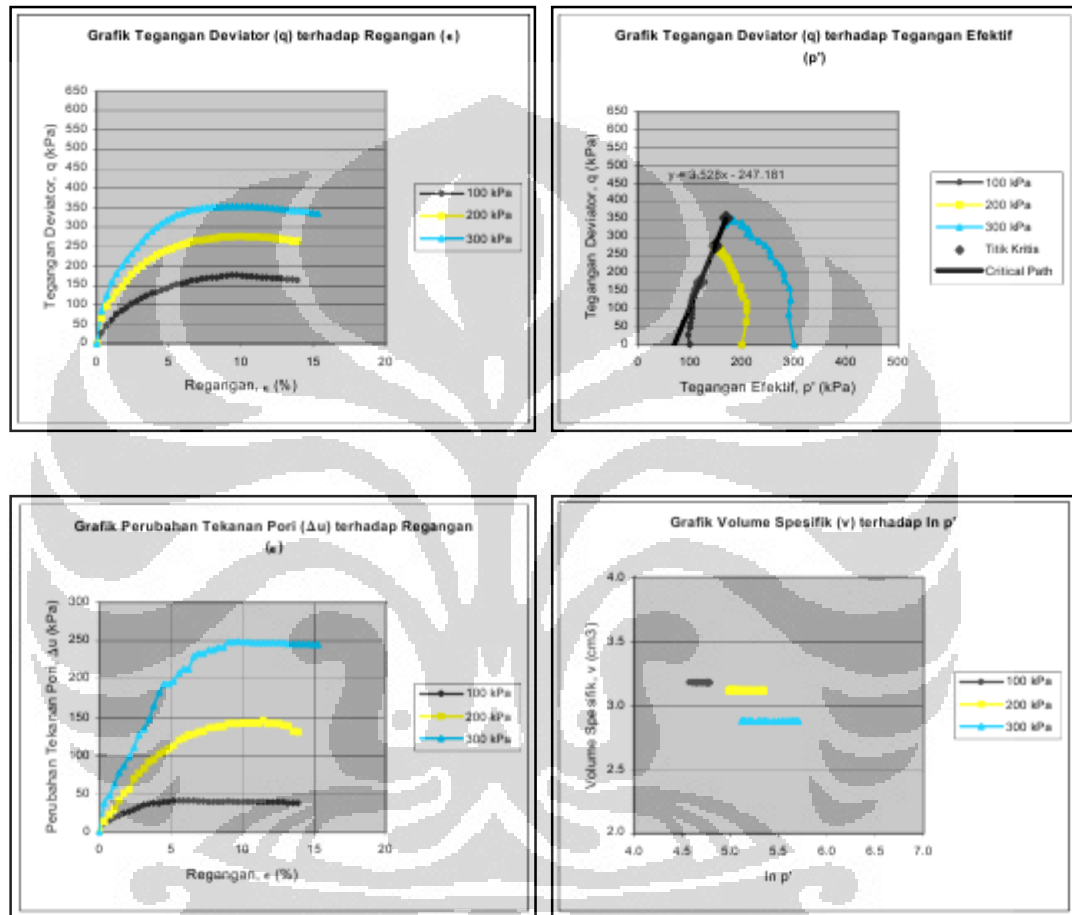
Gambar 2.17 Tanah Gambut Palangkaraya Proses Pengeringan $w=100\%$

Sumber: Andhika Ajengtyas S. (2006)



Gambar 2.18 Tanah Gambut Palangkaraya Proses Pengeringan $w=120\%$

Sumber: Andhika Ajengtyas S. (2006)



Gambar 2.19 Tanah Gambut Desa Tampan Proses Pengeringan $w=100\%$

Sumber: Andhika Ajengtyas S. (2006)

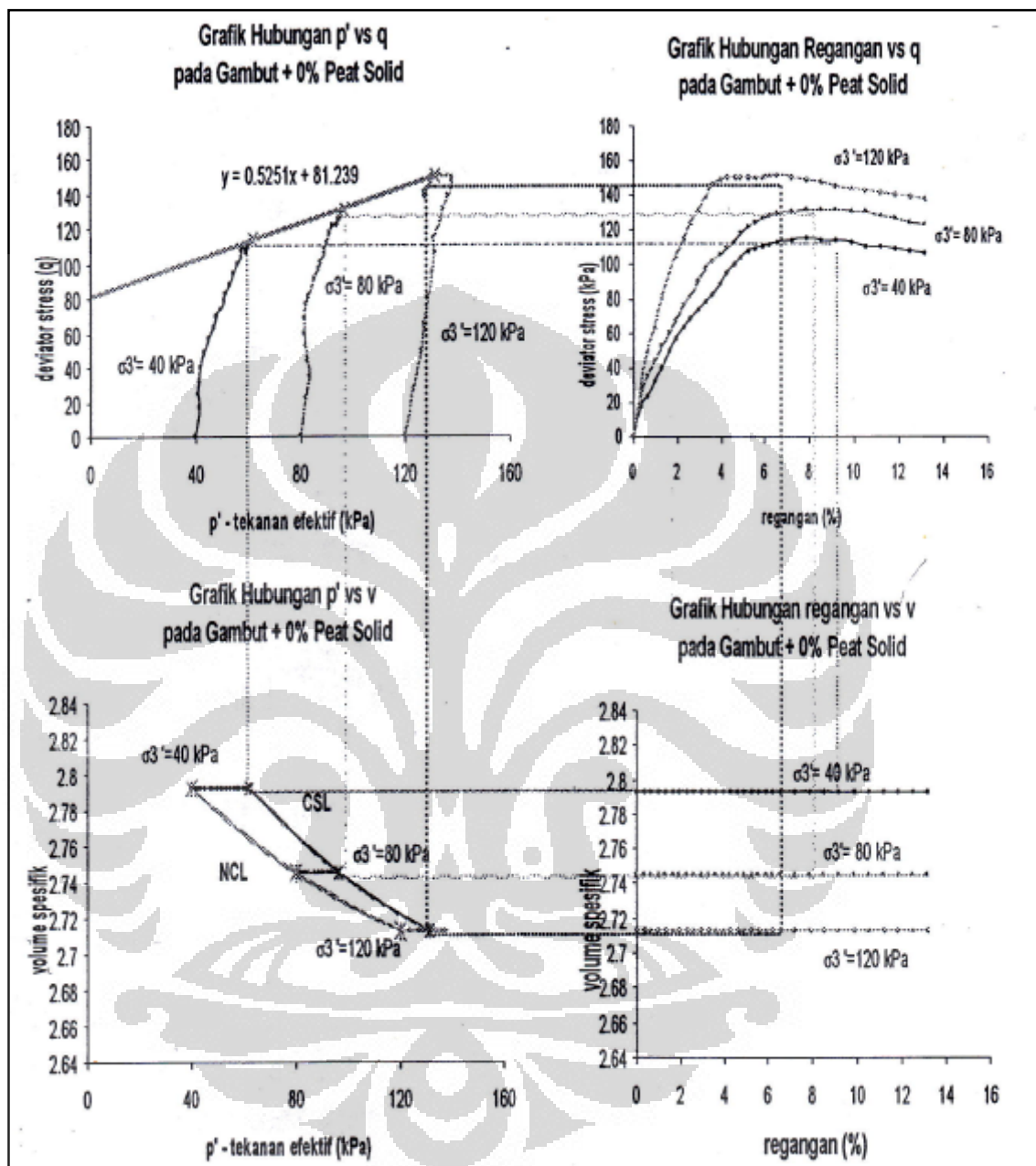
Tabel 2.31 Nilai Parameter Critical Stress Path Triaxial CU Tanah Gambut Palangkaraya & Desa Tampan Kondisi Compacted

Lokasi Tanah		Palangkaraya				
Parameter/ Kondisi		PK: w=80%	PK: w=100%	PK: w=120%	P: w=80%	P: w=100%
p' (kPa)	$\sigma_3 = 100$ kPa	176.172	156.6506	164.1099	104.428	95.5242
	$\sigma_3 = 200$ kPa	261.7728	256.0506	219.6403	206.3806	236.9182
	$\sigma_3 = 300$ kPa	359.2669	353.3538	383.8369	-	299.9978
q' (kPa)	$\sigma_3 = 100$ kPa	345.5161	283.9519	279.3296	184.2839	175.5725
	$\sigma_3 = 200$ kPa	389.3184	363.1518	361.9209	283.1417	494.7547
	$\sigma_3 = 300$ kPa	447.8008	439.0615	521.5108	-	479.9935
% strain	$\sigma_3 = 100$ kPa	12.19	10.79	7.99	14.93	9.05
	$\sigma_3 = 200$ kPa	10.45	9.4	9.38	11.46	9.75
	$\sigma_3 = 300$ kPa	10.1	12.88	9.72	-	11.49
ΔV (cm ³)	$\sigma_3 = 100$ kPa	2.67	1.96	1.57	2.35	6.76
	$\sigma_3 = 200$ kPa	3.69	3.14	2.52	2.82	1.25
	$\sigma_3 = 300$ kPa	3	3.61	3.61	-	3.93
v (cm ³)	$\sigma_3 = 100$ kPa	3.1599	3.0839	3.1235	3.7904	3.4917
	$\sigma_3 = 200$ kPa	3.2146	3.2248	3.1601	3.899	3.6555
	$\sigma_3 = 300$ kPa	3.35	3.0565	3.0726	-	3.6288
Δu	$\sigma_3 = 100$ kPa	39	38	29	57	63
	$\sigma_3 = 200$ kPa	68	65	101	88	128
	$\sigma_3 = 300$ kPa	90	93	90	-	160
M		0.56	0.789	1.073	0.97	1.489
q _o		245.507	160.691	113.17	83.026	33.356
Φ		14.84	20.4	22.07	24.68	36.62
c		117.28	75.39	51.94	38.408	14.84

Lokasi Tanah		Palangkaraya	Desa Tampan
Parameter/ Kondisi		P: w=120%	P: w=100%
p' (kPa)	$\sigma_3 = 100$ kPa	91.1608	119.5369
	$\sigma_3 = 200$ kPa	169.4656	149.327
	$\sigma_3 = 300$ kPa	171.5752	169.7467
q' (kPa)	$\sigma_3 = 100$ kPa	129.4823	175.6108
	$\sigma_3 = 200$ kPa	244.3968	276.981
	$\sigma_3 = 300$ kPa	373.7255	353.2402
%strain	$\sigma_3 = 100$ kPa	16.32	9.72
	$\sigma_3 = 200$ kPa	9.38	10.07
	$\sigma_3 = 300$ kPa	10.07	9.38
ΔV (cm ³)	$\sigma_3 = 100$ kPa	5.5	2.67
	$\sigma_3 = 200$ kPa	8.33	4.87
	$\sigma_3 = 300$ kPa	4.95	9.74
v (cm ³)	$\sigma_3 = 100$ kPa	3.9498	3.1763
	$\sigma_3 = 200$ kPa	3.7849	3.1178
	$\sigma_3 = 300$ kPa	4.0343	2.877
Δu	$\sigma_3 = 100$ kPa	52	39
	$\sigma_3 = 200$ kPa	112	143
	$\sigma_3 = 300$ kPa	153	248
M		1.468	3.528
q ₀		-4.299	-247.181
Φ		36.14	-
c		1.91	-

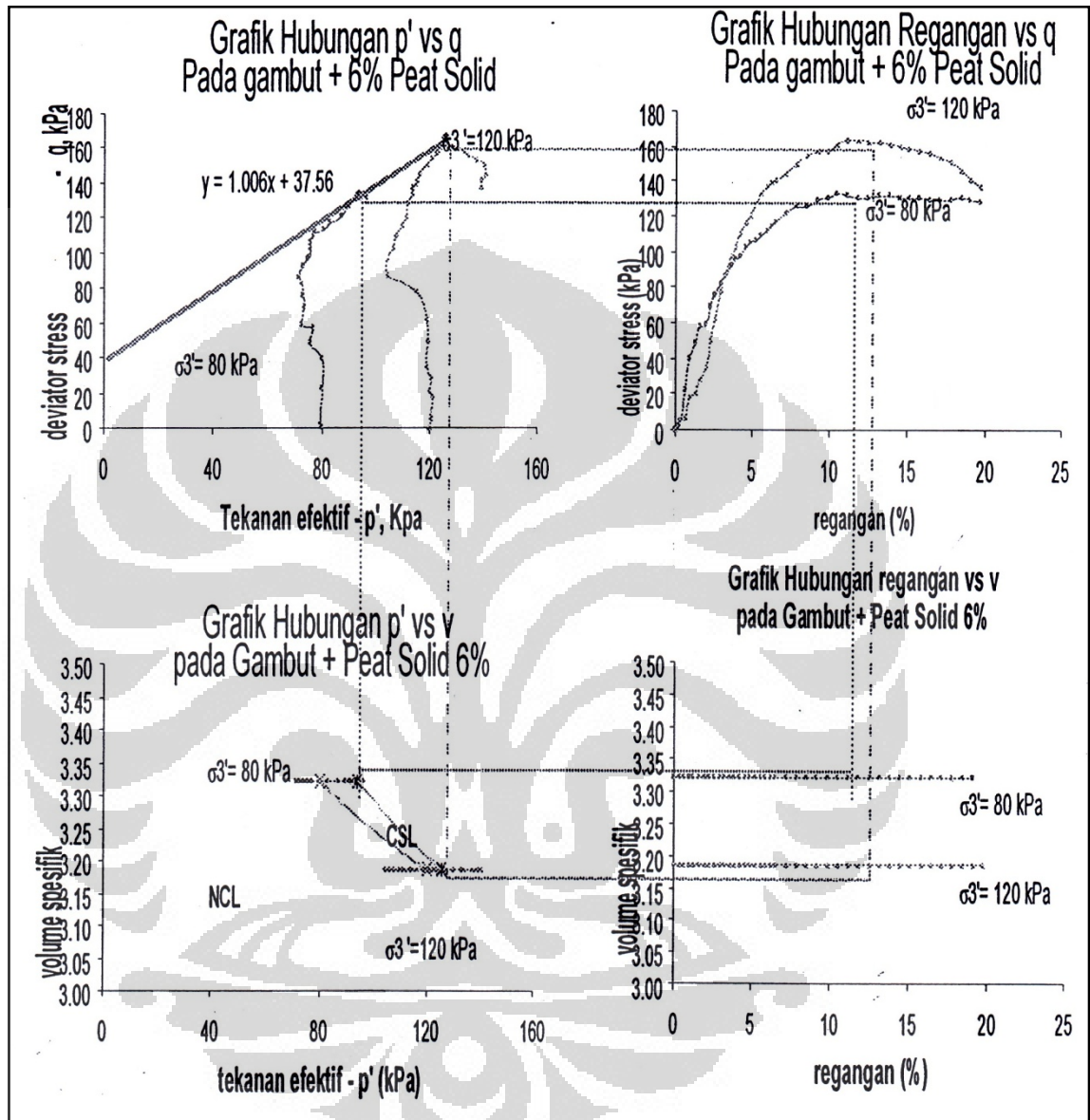
Catatan: PK = proses pengeringan kembali, P = proses pengeringan

Sumber: Andhika Ajengtyas S. (2006)



Gambar 2.20 Tanah Gambut Asli Bereng Bengkel

Sumber: Anita Shelly (2002)



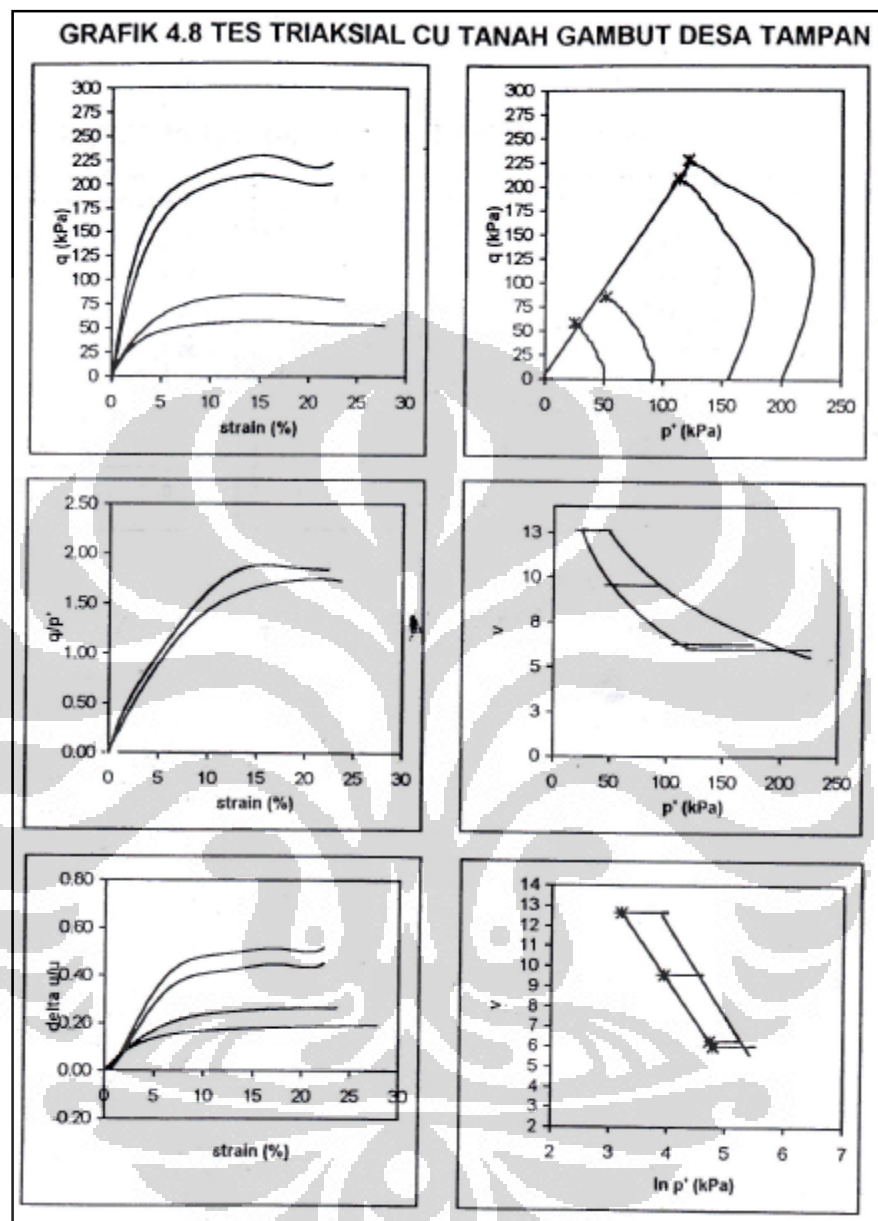
Gambar 2.21 Tanah Gambut Asli Bereng Bengkel + Peat Solid 6%

Sumber: Anita Shelly (2002)

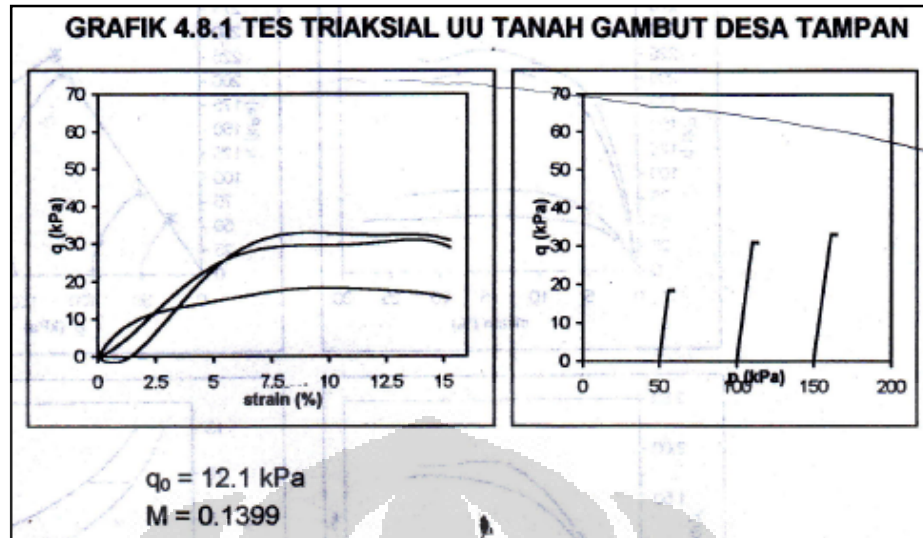
Tabel 2.32 Nilai Parameter Critical Stress Path Triaxial CU
Tanah Gambut Bereng Bengkel + Peat Solid
Kondisi Compacted

Lokasi Tanah		Bereng Bengkel	
Parameter/ Kondisi		Tanah Asli (Compacted)	Tanah Asli + Peat Solid 6% (Compacted)
p' (kPa)	$\sigma_3 = 40$ kPa	62.6691	62.1298
	$\sigma_3 = 80$ kPa	114.0623	96.6415
	$\sigma_3 = 120$ kPa	168.6571	131.2219
q' (kPa)	$\sigma_3 = 40$ kPa	92.0072	114.3895
	$\sigma_3 = 80$ kPa	132.1868	130.9245
	$\sigma_3 = 120$ kPa	163.9712	150.6657
%strain	$\sigma_3 = 40$ kPa	11.1842	7.8947
	$\sigma_3 = 80$ kPa	10.52632	9.21053
	$\sigma_3 = 120$ kPa	11.84211	6.57895
Δu	$\sigma_3 = 40$ kPa	8	16
	$\sigma_3 = 80$ kPa	10	27
	$\sigma_3 = 120$ kPa	6	39
N		3.0596	4.7935
λ (NCL)		0.0723	0.3358
Γ		3.2334	5.4583
λ (CSL)		0.1068	0.4701
M		0.5251	1.006
q_0		81.239	37.56

Sumber: Anita Shelly (2002)

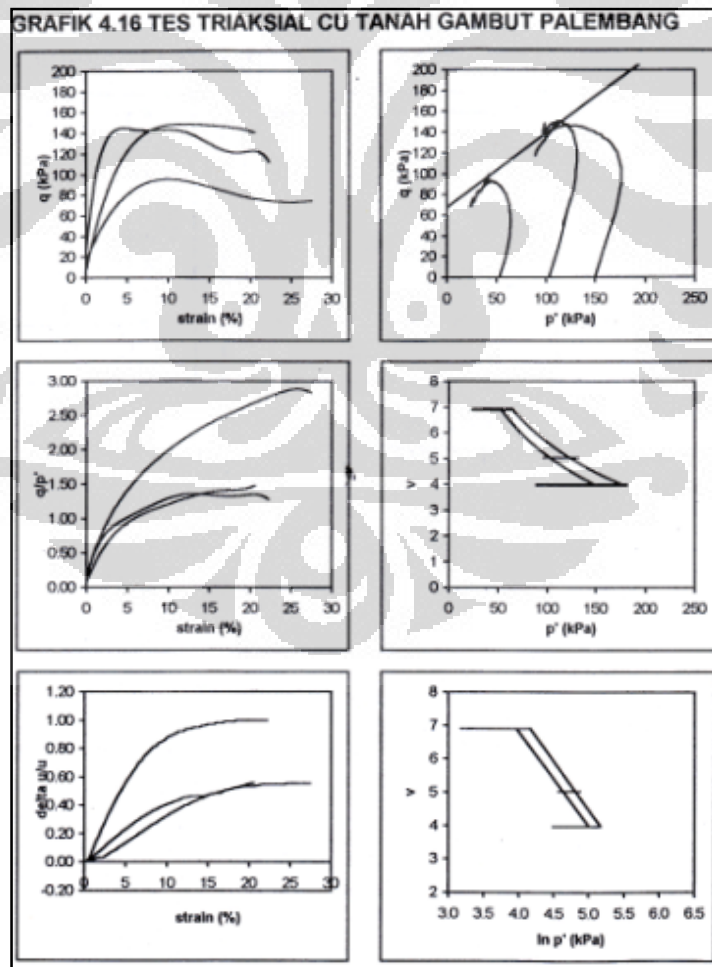


q_0	= 5.2477 kPa	v_{k1}	= 12.6391
M	= 1.8026	v_{k2}	= 9.5749
Γ	= 25.954	v_{k3}	= 6.2872
λ	= 4.1565	v_{k4}	= 6.0169
κ	= 1.5429	W_L	= 309 %
		W_p	= 235.9 %

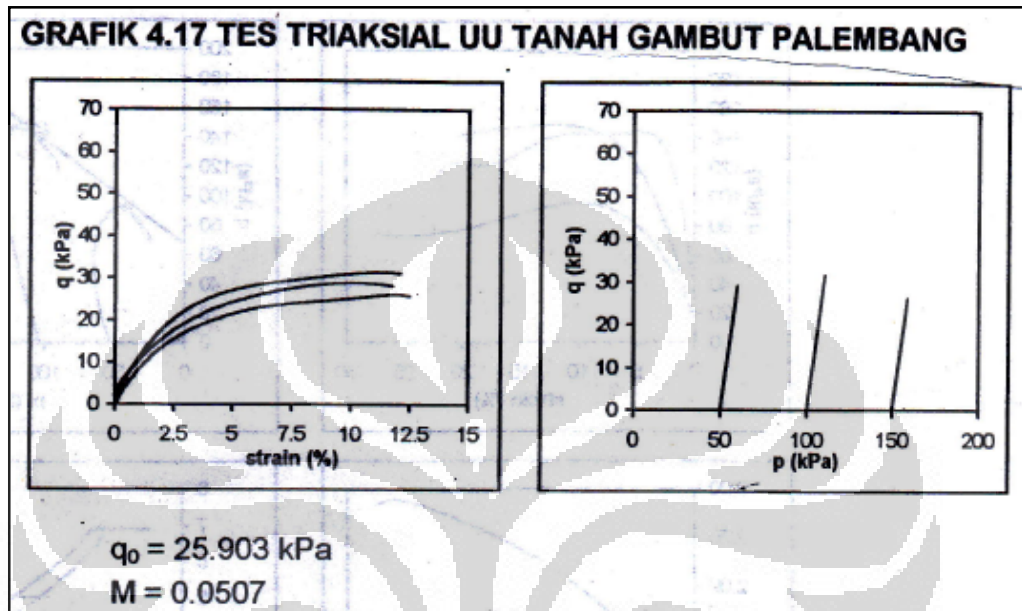


Gambar 2.22 Tanah Gambut Desa Tampan

Sumber: Roman Franca Wungkana (1996)



q_0	= 69.478 kPa	v_{k1}	= 6.8985
M	= 0.7065	v_{k2}	= 5.0275
Γ	= 19.167	v_{k3}	= 3.9636
λ	= 2.8127	W_L	= 274 %
κ	= 1.5294	W_p	= 194.2 %



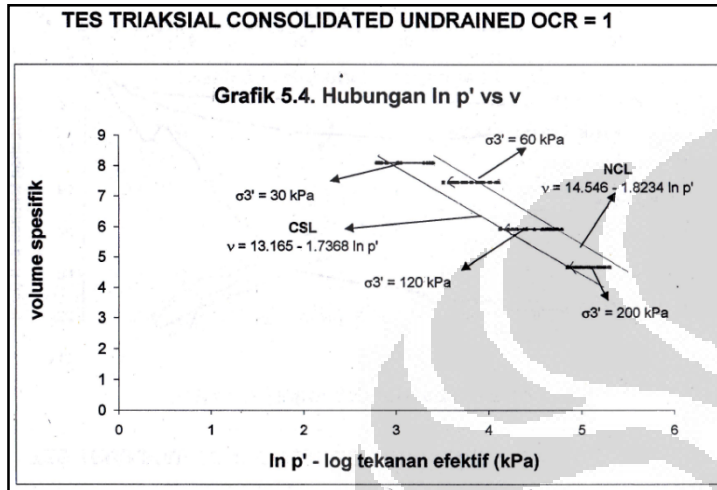
Gambar 2.23 Tanah Gambut Palembang

Sumber: Roman Franca Wungkana (1996)

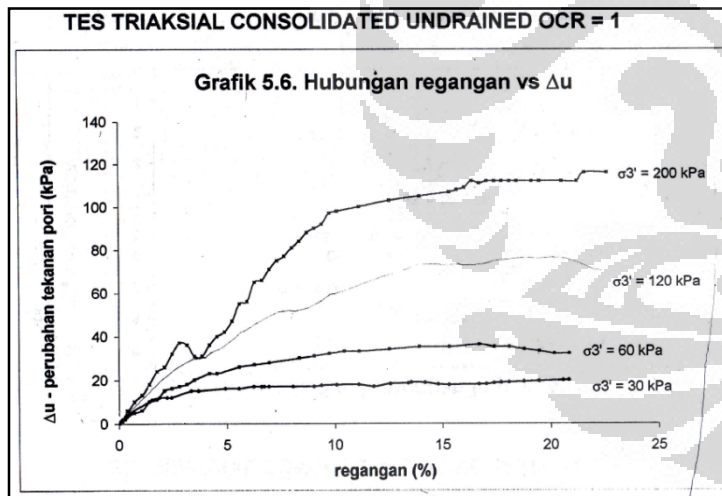
Tabel 2.33 Nilai Parameter Critical Stress Path Triaxial CU Tanah Gambut Desa Tampan & Palembang Kondisi Undisturbed

Lokasi Tanah		Desa Tampan	Palembang
Parameter/ Kondisi		Tanah Asli (Undisturbed)	Tanah Asli (Undisturbed)
p' (kPa)	$\sigma_3 = 50$ kPa	24.616	41.403
	$\sigma_3 = 100$ kPa	51.278	117.086
	$\sigma_3 = 150$ kPa	113.474	123.67
	$\sigma_3 = 200$ kPa	121.077	-
q' (kPa)	$\sigma_3 = 50$ kPa	58.792	95.542
	$\sigma_3 = 100$ kPa	85.434	169.791
	$\sigma_3 = 150$ kPa	208.423	146.01
	$\sigma_3 = 200$ kPa	228.295	-
% strain	$\sigma_3 = 50$ kPa	17.37	14.28
	$\sigma_3 = 100$ kPa	13.89	13.89
	$\sigma_3 = 150$ kPa	12.85	7.29
	$\sigma_3 = 200$ kPa	15.28	-
Δu	$\sigma_3 = 50$ kPa	43.019	44.612
	$\sigma_3 = 100$ kPa	67.981	42.488
	$\sigma_3 = 150$ kPa	110	76
	$\sigma_3 = 200$ kPa	155	-
v (cm ³)	$\sigma_3 = 50$ kPa	12.6391	6.8985
	$\sigma_3 = 100$ kPa	9.5749	5.0275
	$\sigma_3 = 150$ kPa	6.2872	3.9636
	$\sigma_3 = 200$ kPa	6.0168	-
λ (NCL)		4.1565	2.8127
Γ		25.594	19.167
λ (CSL)		1.5429	1.5294
M		1.8026	0.7065
q ₀		5.2477	69.478

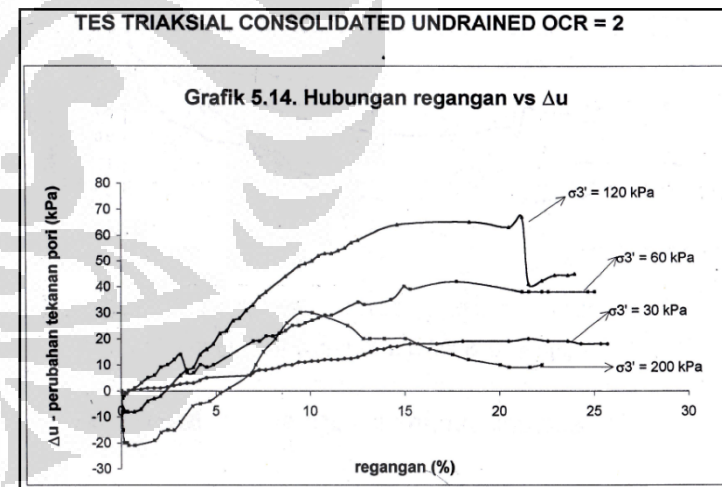
Sumber: Roman Franca Wungkana (1996)



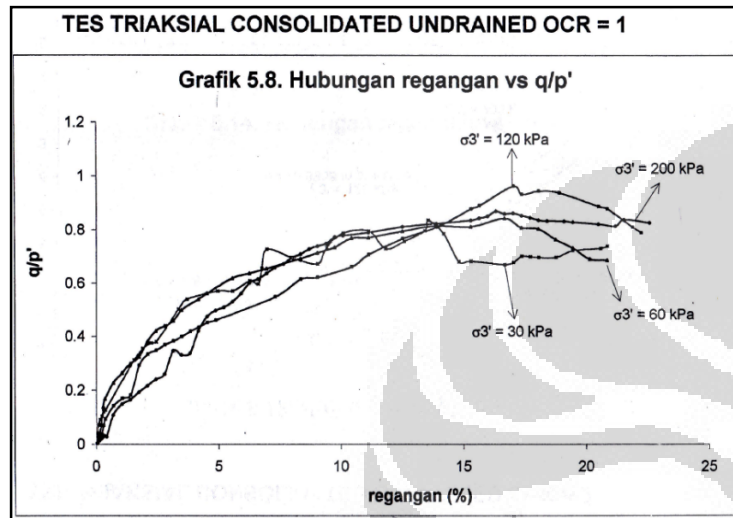
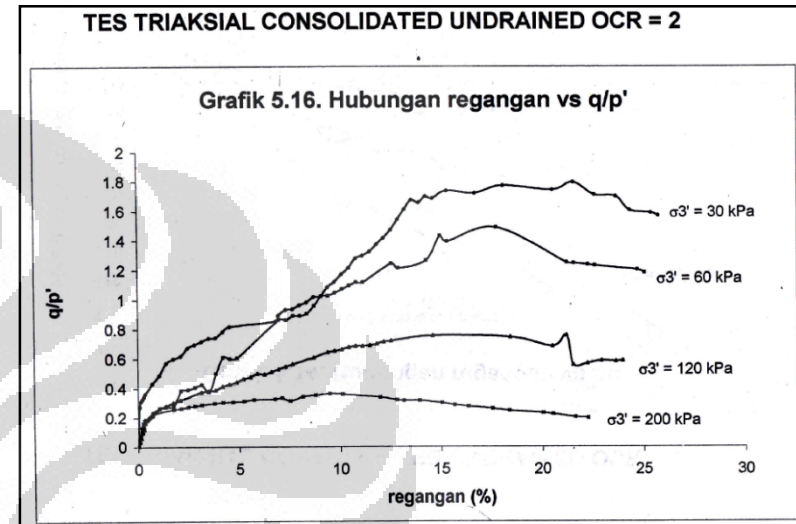
(a) $\ln p'$ vs v OCR = 1



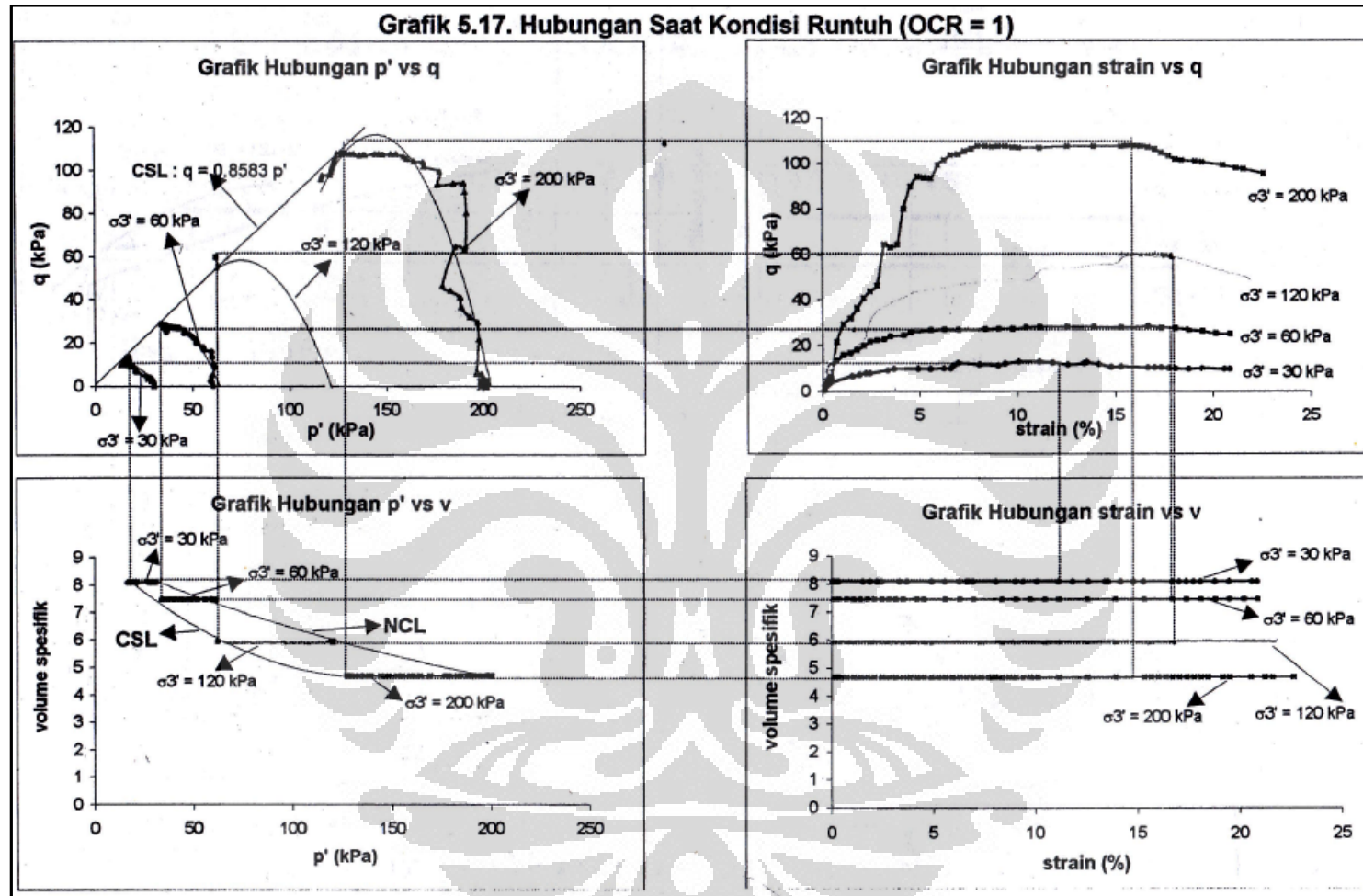
(b) %strain vs Δu OCR = 1



(c) %strain vs Δu OCR = 2

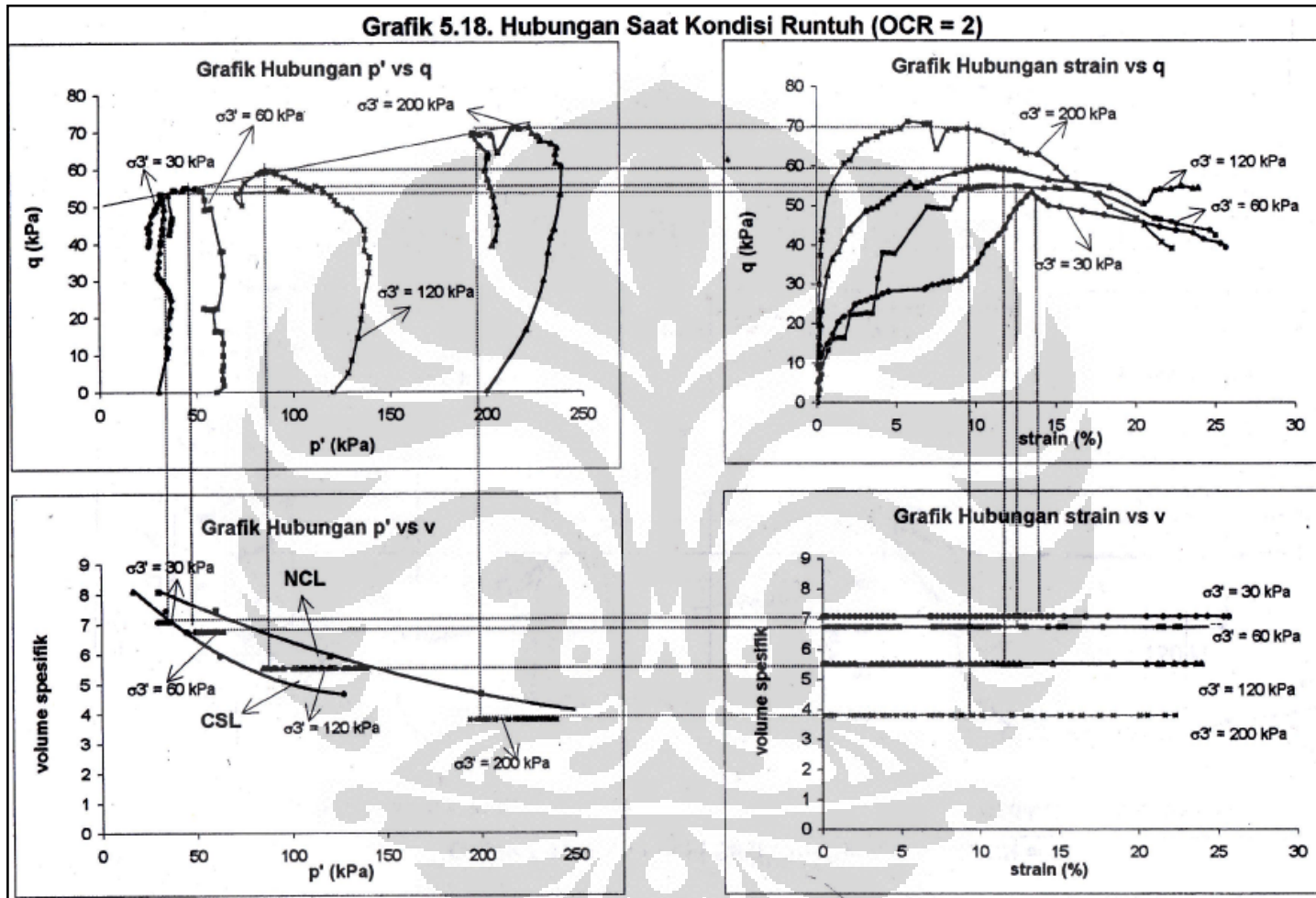
(d) %strain vs q/p' OCR = 1(e) %strain vs q/p' OCR = 2**Gambar 2.24** Tanah Gambut Asli Bereng Bengkel + Peat Solid 6%

Sumber: Anita Shelly (2002)



Gambar 2.25 Hubungan Saat Kondisi Runtuh (OCR = 1)

Sumber: Johan Andromeda (1999)



Gambar 2.26 Hubungan Saat Kondisi Runtuh (OCR = 2)

Sumber: Johan Andromeda (1999)

Tabel 2.34 Nilai Parameter Critical Stress Path Triaxial CU
Tanah Gambut Desa Tampan OCR=1 & OCR=2

Lokasi Tanah		Desa Tampan	
Parameter/ Kondisi		OCR = 1	OCR = 2
p' (kPa)	$\sigma_3 = 30$ kPa	16.45952	31.73222
	$\sigma_3 = 60$ kPa	33.38163	44.31648
	$\sigma_3 = 120$ kPa	61.83209	84.75949
	$\sigma_3 = 200$ kPa	126.966	193.2157
q' (kPa)	$\sigma_3 = 30$ kPa	13.07856	53.19666
	$\sigma_3 = 60$ kPa	28.1449	54.94944
	$\sigma_3 = 120$ kPa	59.49528	59.27846
	$\sigma_3 = 200$ kPa	107.898089	69.64703
%strain	$\sigma_3 = 30$ kPa	11.11111	13.54167
	$\sigma_3 = 60$ kPa	16.66667	12.5
	$\sigma_3 = 120$ kPa	17.01389	11.60556
	$\sigma_3 = 200$ kPa	15.97222	9.44444
Δu	$\sigma_3 = 30$ kPa	17.9	16
	$\sigma_3 = 60$ kPa	36	34
	$\sigma_3 = 120$ kPa	78	55
	$\sigma_3 = 200$ kPa	109	30
v (cm ³)	$\sigma_3 = 30$ kPa	8.083	7.082
	$\sigma_3 = 60$ kPa	7.447	6.757
	$\sigma_3 = 120$ kPa	5.924	5.518
	$\sigma_3 = 200$ kPa	4.673	3.821
N		14.546	-
λ (NCL)		1.8234	-
Γ		13.165	-
λ (CSL)		1.7368	-
M		0.8583	-
q _o		0	-

Sumber: Johan Andromeda (1999)

Tabel 2.35 Nilai Parameter Critical Stress Path Triaxial CU Tanah Gambut Bereng Bengkel
OCR=1,2,3&4

Lokasi Tanah		Bereng Bengkel			
Parameter/ Kondisi		OCR = 1	OCR = 2	OCR = 3	OCR = 4
p' (kPa)	$\sigma_3 = 30$ kPa	15.19883	23.92698	32.65267	63.54932
	$\sigma_3 = 60$ kPa	45.75365	44.438	72.01963	123.1117
	$\sigma_3 = 100$ kPa	76.32949	92.09485	124.9412	188.6672
	$\sigma_3 = 150$ kPa	-	106.5657	-	-
	$\sigma_3 = 200$ kPa	129.7642	181.468	-	-
q' (kPa)	$\sigma_3 = 30$ kPa	9.596476	15.08093	28.958	21.14797
	$\sigma_3 = 60$ kPa	17.26095	19.31401	36.35889	30.3352
	$\sigma_3 = 100$ kPa	30.98847	27.28454	44.82352	41.00173
	$\sigma_3 = 150$ kPa	-	26.89721	-	-
	$\sigma_3 = 200$ kPa	59.29246	40.40409	-	-
%strain	$\sigma_3 = 30$ kPa	8.881579	14.14474	6.25	3.684211
	$\sigma_3 = 60$ kPa	7.236842	10.21053	6.597222	2.960526
	$\sigma_3 = 100$ kPa	8.092105	7.894737	5.902778	2.5
	$\sigma_3 = 150$ kPa	-	12.5	-	-
	$\sigma_3 = 200$ kPa	8.223684	5.592105	-	-
Δu	$\sigma_3 = 30$ kPa	18	11.1	7	-26.5
	$\sigma_3 = 60$ kPa	20	22	0.1	-53
	$\sigma_3 = 100$ kPa	34	17	-10	-75
	$\sigma_3 = 150$ kPa	-	52.4	-	-
	$\sigma_3 = 200$ kPa	90	32	-	-
v (cm ³)	$\sigma_3 = 30$ kPa	7.956	7.29	7.06	6.5
	$\sigma_3 = 60$ kPa	6.908	6.66	6.2	5.7
	$\sigma_3 = 100$ kPa	6.565	5.972	5.6	5
	$\sigma_3 = 150$ kPa	-	5.227	-	-
	$\sigma_3 = 200$ kPa	5.465	4.7	-	-
vk	$\sigma_3 = 30$ kPa	-	8.105	8.853	8.63
	$\sigma_3 = 60$ kPa	-	8.5116	8.766	8.168
	$\sigma_3 = 100$ kPa	-	8.751	8.818	7.439
	$\sigma_3 = 150$ kPa	-	-	-	-
	$\sigma_3 = 200$ kPa	-	5.662	-	-
κ	$\sigma_3 = 30$ kPa	-	0.257	0.154	0.513
	$\sigma_3 = 60$ kPa	-	0.488	0.587	0.606
	$\sigma_3 = 100$ kPa	-	0.575	0.6677	0.466

	$\sigma_3 = 150 \text{ kPa}$	-	-	-	-
	$\sigma_3 = 200 \text{ kPa}$	-	0.069	-	-
N		1.269	-	-	-
λ (NCL)		12.246	-	-	-
Γ		1.095	-	-	-
λ (CSL)		11.034	-	-	-
M		0.454	-	-	0.158
q_0		0	12.5	25	10

Sumber: Rudy Yulianto (2000)

Tabel 2.36 Nilai Parameter Critical Stress Path Triaxial CU
Tanah Gambut Bereng Bengkel OCR=4,6,&8

Lokasi Tanah		Bereng Bengkel		
Parameter/ Kondisi		OCR = 4	OCR = 6	OCR = 8
p' (kPa)	$\sigma_3 = 30 \text{ kPa}$	31.74935	55.1124	74.80515
	$\sigma_3 = 60 \text{ kPa}$	90.14703	150.8813	173.1759
	$\sigma_3 = 120 \text{ kPa}$	225.3105	329.3464	358.3694
q' (kPa)	$\sigma_3 = 30 \text{ kPa}$	9.464892	10.85545	12.97032
	$\sigma_3 = 60 \text{ kPa}$	11.59769	18.26099	22.48064
	$\sigma_3 = 120 \text{ kPa}$	14.84857	23.34309	22.46108
% strain	$\sigma_3 = 30 \text{ kPa}$	12.64299	11.54354	10.88391
	$\sigma_3 = 60 \text{ kPa}$	12.20317	11.21372	9.564644
	$\sigma_3 = 120 \text{ kPa}$	7.915567	12.8628	8.245383
Δu	$\sigma_3 = 30 \text{ kPa}$	1.40561	-21.49392	-40.48171
	$\sigma_3 = 60 \text{ kPa}$	-26.28113	-84.79432	-105.6823
	$\sigma_3 = 120 \text{ kPa}$	-100.361	-201.5654	-260.8824
v (cm ³)	$\sigma_3 = 30 \text{ kPa}$	5.05	4.2	3.82
	$\sigma_3 = 60 \text{ kPa}$	4.57	3.94	3.56
	$\sigma_3 = 120 \text{ kPa}$	4.22	3.73	3.36
v_k	$\sigma_3 = 30 \text{ kPa}$	0.0162	0.0069	-
	$\sigma_3 = 60 \text{ kPa}$	0.0067	0.0194	-
	$\sigma_3 = 120 \text{ kPa}$	0.0285	0.0103	-
κ	$\sigma_3 = 30 \text{ kPa}$	5.1061	4.2275	-
	$\sigma_3 = 60 \text{ kPa}$	4.6002	3.8424	-
	$\sigma_3 = 120 \text{ kPa}$	4.3743	3.7898	-
Γ		0.4244	0.2627	-
λ (CSL)		6.5057	5.2546	-

Sumber: Mauli Ahmad (2000)

2.8 Stabilitas Tanah Gambut di Indonesia

Sifat tanah gambut yang jelek membuat perlu dilakukannya stabilisasi. Stabilisasi pada intinya adalah upaya untuk menurunkan batas cair (*liquid limit*), menurunkan kadar air optimum, menaikkan berat isi kering maksimum, menaikkan nilai kepadatan dengan naiknya nilai CBR, dan menaikkan nilai ϕ dan nilai c hasil dari pengujian triaksial. Penelitian stabilitas yang pernah dilakukan adalah oleh Boy Irwandi (2000) yang melakukan stabilitas tanah gambut dengan campuran *peatsolid* dan tanah gambut dengan campuran abu gambut, Subagio (1995) yang melakukan stabilisasi dengan semen Portland dan geosta-A sebagai bahan tambah, Widik Ciphadi (1996) yang melakukan stabilisasi dengan bahan kimia cair *consolid*, Vincentia Endah S. (1997) yang melakukan stabilisasi dengan bahan *supercement*, dan Binawati Prihandajani (1996) yang melakukan stabilisasi dengan penambahan *clean set* tipe CS-10. Perubahan parameter sifat fisik dan nilai CBR dapat diberikan pada tabel 2.37, 2.38, 2.39, 2.40, 2.41, 2.42, dan 2.43. Sedangkan untuk tes triaksial dengan perlakuan stabilisasi pernah dilakukan oleh Shelly Anita (2002) yang menguji penambahan *peat solid* pada tanah gambut. Hasilnya parameter kekuatan gambut meningkat. Parameter tersebut dapat dilihat pada tabel 2.44.

Tabel 2.37 Data Perbandingan Tanah Gambut Sebelum dan Setelah Distabilisasi dengan Peat Solid

Parameter	Tanah Asli	+ PS 2%	+ PS 4%	+ PS 6%	+ PS 10%	
Gs	1.39	-	-	1.29	-	
LL	347.225	170.51	167.365	139.17	138.22	
W _{opt.}	128	-	-	92	-	
γ_{dry} maks.	0.478	-	-	0.553	-	
Φ (°)	13.167	-	-	21.008	-	
c (kPa)	28.262	-	-	66.492	-	
CBR	LP					
CBR US	0 hari	2.7725	-	-	6.0895	-
CBR S	0 hari	2.423	-	-	7.3335	-

Sumber: Boy Irwandi (2000), Tanah Gambut Bereng Bengkel, Palangkaraya

Tabel 2.38 Data Perbandingan Tanah Gambut Sebelum dan Setelah Distabilisasi dengan Abu Gambut

Parameter	Tanah Asli	+ AG 2%	+ AG 4%	+ AG 6%	+ AG 10%
Gs	1.39	-	1.39	-	-
LL	347.225	268.005	270.145	268.3275	251.6925
W _{opt.}	128	-	110	-	-
γ _{dry} maks.	0.478	-	0.503	-	-
Φ (°)	13.167	-	17.032	-	-
c (kPa)	28.262	-	35.824	-	-
CBR	LP				
CBR US	0 hari	2.7725	-	1.866	-
CBR S	0 hari	2.423	-	2.6435	-

Sumber: Boy Irwandi (2000), Tanah Gambut Bereng Bengkel, Palangkaraya

Tabel 2.39 Data Perbandingan Tanah Gambut Sebelum dan Setelah Distabilisasi dengan Semen Portland

Parameter	Tanah Asli	+ S 5%	+ S 10%	+ S 15%
Gs	1.547	1.541	1.5478	1.5649
LL	304.62	226.361	215.83	210.707
PL	235.9	196.765	191.571	187.283
PI	68.72	29.596	29.596	23.424
W _{opt.}	181.5	164	152	143
γ _{dry} maks.	0.377	0.415	0.438	0.457
CBR	LP			
CBR US	0 hari	2.03	2.67	3.15
CBR S	0 hari	1.63	3.36	4.16
Swelling	0 hari	0.6366	0.571	0.5563
CBR US	3 hari	-	3.31	3.63
CBR S	3 hari	-	3.84	4.53
Swelling	3 hari	-	0.5276	0.4882
CBR US	7 hari	-	3.84	4.16
CBR S	7 hari	-	3.95	4.64
Swelling	7 hari	-	0.4473	0.3833
CBR US	10 hari	-	4.05	4.59
CBR S	10 hari	-	4.21	4.8
Swelling	10 hari	-	0.3538	0.2847

Sumber: Subagio (1995), Tanah Gambut Desa Tampan, Riau

Tabel 2.40 Data Perbandingan Tanah Gambut Sebelum dan Setelah Distabilisasi dengan Konsolid

Parameter		Tanah Asli	+ 0.055% C	+ 0.0825% C	+ 0.11% C
Gs		1.816	1.648	1.6092	1.596
LL		274	120.5	110	102.5
PL		194.21	77.25	75.53	72.05
PI		79.79	43.25	35.47	30.45
$w_{opt.}$		79.4	76.2	96.3	103.4
$\gamma_{dry maks.}$		0.725	0.726	0.628	0.621
CBR	LP				
CBR US	0 hari	9.28	10	10.8	10.4
CBR S	0 hari	7.6	8.26	10.4	10.1
CBR US	3 hari	-	11.6	12.3	11.8
CBR S	3 hari	-	9.6	11.2	10.6
CBR US	10 hari	-	12	13.1	12.2
CBR S	10 hari	-	10.6	12.2	11.4

Sumber: Widik C., Tanah Gambut Musi Banyuasin, Sumatera Selatan (1996)

Tabel 2.41 Data Perbandingan Tanah Gambut Sebelum dan Setelah Distabilisasi dengan Semen Clean Set Tipe CS-10

Parameter		Tanah Asli	+ SC 2%	+ SC 4%	+ SC 6%
Gs		1.549	1.643	1.773	1.899
LL		440.53	459.9	425.713	421.542
PL		377.346	391.899	363.781	360.245
PI		63.184	68.001	61.932	61.297
CBR	LP				
CBR US	0 hari	1.44	1.866	1.974	2.532
CBR US	3 hari	-	2.133	2.4	2.667
CBR US	7 hari	-	3.306	4.32	6.399
CBR S	7 hari	-	1.494	2.613	4.401
Swelling	7 hari	-	0.155	0.22	0.213
CBR US	14 hari	-	4.677	6.555	9.978
CBR S	14 hari	-	1.761	3.519	4.854
Swelling	14 hari	-	0.079	0.214	0.199

Sumber: Binawati P. (1996), Tanah Gambut Desa Duri, Riau

Tabel 2.42 Data Perbandingan Tanah Gambut Sebelum dan Setelah Distabilisasi dengan Super Cement

Parameter		Tanah Asli	+ SC 2%	+ SC 4%	+ SC 6%	+ SC 8%
Gs		1.5124	1.5689	1.5597	1.6832	1.703
LL		274	117	119.75	116	102
PL		194.21	109.57	108.81	105.62	98.65
PI		79.79	7.43	10.94	10.38	3.35
W _{opt.}		72	62	61	58	62
γ_{dry} maks.		0.658	0.667	0.703	0.725	0.71
CBR	LP					
CBR US	0 hari	8.94	11.3	11.752	11.883	11.117
CBR S	0 hari	8.306	-	-	-	-
Swelling	0 hari	0.222	-	-	-	-
CBR US	4 hari	-	11.755	12.267	12.65	16.867
CBR S	4 hari	-	11.5	11.752	12.01	16.356
Swelling	4 hari	-	0.56	1.07	0.925	1.74
CBR US	7 hari	-	12.267	12.267	13.54	17.12
CBR S	7 hari	-	14.567	16.1	16.1	18.4
Swelling	7 hari	-	0.1542	0.13	0.1752	0.239
CBR US	14 hari	-	12.522	14.311	16.61	18.91
CBR S	14 hari	-	17.63	18.783	20.3167	17.63
Swelling	14 hari	-	0.0947	0.07351	0.095	0.082
pH		4	5	5.8	6	7.2

Sumber: Vincentia, Tanah Gambut Karang Agung, Sumatera Selatan (1997)

Tabel 2.43 Persen Peningkatan dari Stabilisasi-Stabilisasi Terhadap Tanah Gambut pada Parameter Fisik Tanah dan Nilai CBR

Parameter		+ PS 2%	+ PS 4%	+ PS 6%	+ PS 10%	+ AG 2%	+ AG 4%	
Gs		-	-	-7.19%	-	-	0	
LL		-50.89%	-51.8%	-59.92%	-60.19%	-22.82%	-22.2%	
W _{opt.}		-	-	-28.13%	-	-	-14.06%	
γ _{dry maks.}		-	-	+26.76%	-	-	+135.27%	
Φ (°)		-	-	+29.35%	-	-	+59.35	
CBR	LP							
CBR S	0 hari	-	-	-32.70%	-	-	+119.64%	
CBR US	0 hari	-	-	+9.10%	-	-	+202.66%	

Parameter		+ AG 6%	+ AG 10%	+ S 5%	+ S 10%	+ S 15%	+S5%+GA1%	
Gs		-	-	-0.39%	+0.05%	+1.16%	-2.99%	
LL		-22.72%	-27.51%	-25.69%	-29.15%	-30.83%	-32.01%	
PL		-	-	-16.59%	-18.79%	-20.61%	-14.79%	
PI		-	-	-56.93%	-64.7%	-65.91%	-91.12%	
W _{opt.}		-	-	-9.39%	-16.02%	-20.99%	-16.8%	
γ _{dry maks.}		-	-	+10.08%	+16.18%	+21.22%	+13.26%	
CBR	LP							
CBR US	10 hari	-	-	+99.51%	+126.11%	+128.57%	+118.23%	
CBR S	10 hari	-	-	+158.28%	+194.48%	+214.11%	+226.99%	
Swelling	10 hari	-	-	-44.42%	-55.28%	-61.45%	-49.87%	

Parameter		+S5%+GA2%	+S5%+GA3%	+0.055% C	+0.0825% C	+0.11% C
Gs		-1.91%	-2.05%	-9.25%	-11.39%	-12.11%
LL		-29.88%	-26.42%	-56.02%	-59.85%	-62.59%
PL		-14.97%	-11.99%	-60.22%	-61.22%	-62.9%
PI		-80.95%	-75.95%	-45.79%	-55.54%	-61.83%
W _{opt.}		-15.15%	-14.05%	-4.03%	+21.28%	+30.23%
γ _{dry maks.}		+11.67%	+11.41%	+0.14%	+21.28%	+30.23%
CBR	LP					
CBR US	0 hari	-	-	+7.7%	+16.3%	+12.07%
CBR S	0 hari	-	-	+8.6%	+36.8%	+31.5%
CBR US	3 hari	-	-	+25%	+32.5%	+27.2%
CBR S	3 hari	-	-	+26%	+47.4%	+39.5%
CBR US	10 hari	+118.23%	+110.34%	+29%	+41.16%	+31.5%
CBR S	10 hari	+220.86%	+214.11%	+39.47%	+60.52%	+50%
Swelling	10 hari	51.16%	48.17%	-	-	-

Parameter		+ SC 2%	+ SC 4%	+ SC 6%	+ SC 8%	+ CS 5%	+ CS 10%
Gs		+3.7358%	+1.8051%	+11.2933%	+12.6025%	+6.068%	+14.461%
LL		-57.299%	-56.296%	-57.664%	-62.7737%	+4.397%	-3.363%
PL		-43.582%	-43.975%	-45.6156%	-49.204%	+3.857%	-3.595%
PI		-90.688%	-86.289%	-86.99%	-95.8015%	+7.264%	-1.981%
W _{opt.}		-1.889%	-15.278%	-19.44%	-13.889%	-	-
γ _{dry maks.}		+1.36778%	+6.8389%	+10.1824%	+7.9027%	-	-
CBR	LP						
CBR US	14 hari	+40.067%	+60.078%	+85.794%	+121.527%	+50.513%	+200.769%
CBR S	14 hari	+112.256%	+126.138%	+144.602%	+112.256%	+224.792%	+355.208%
Swelling	14 hari	-57.342%	-66.887%	-57.207%	-63.063%	+34.711%	+76.859%
pH		+25%	+45%	+50%	+80%	-	-
Kandungan Organik		-4.835%	-10.2718%	-12.7038	-15.6223%	-	-

Parameter	+ CS 15%	
Gs	+22.595%	
LL	-4.31%	
PL	-4.532%	
PI	-2.987%	
W _{opt.}	-	
γ_{dry} maks.	-	
CBR	LP	
CBR S	14 hari	+592.917%
CBR US	14 hari	+314.872%
Swelling	14 hari	+64.463%

Keterangan: PS = Peat Solid, AG = Abu Gambut, S = Semen Portland, GA = Geosta-A, C = Consolid, SC = Super Cement, CS = Clean Set Tipe-10

Sumber: Boy I. (2000), Subagio (1995), Widik C. (1996), Vincentia (1997), Binawati P. (1996)

Tabel 2.44 Perbandingan Kekuatan Tanah Gambut Sebelum dan Setelah Distabilisasi Peat Solid

Parameter	Gambut	Gambut + 6% Peat Solid
M	0.5251	1.006
N	3.0596	4.7935
λ_{NCL}	0.0723	0.3358
Γ	3.2334	5.4583
λ_{CSL}	0.1068	0.4701

Sumber: Shelly A. (2002)

2.9 Stabilitas Tanah Gambut dengan Pupuk Hayati EM4 untuk Mempercepat Dekomposisi

Sekitar tahun 1980, Prof. Dr. Teruo Higa dari Jepang mengembangkan teknologi Mikroorganisme Efektif (ME) sebagai alternatif dalam mewujudkan konsep pertanian alami. Mikroorganisme efektif adalah suatu larutan yang terdiri dari kultur pertanian alami dan merupakan kultur campuran berbagai mikroba yang bermanfaat bagi tanaman dan berfungsi sebagai bio-inokulan. Menurut Higa dan Widiana (1994) setiap spesies mikroba mempunyai fungsi dan peranan masing-masing yang bersifat saling menunjang dan bekerja secara sinergis. Larutan ME di pasaran umum diperdagangkan dengan merek

EM4. Pada nantinya metodologi yang digunakan pada pencampuran pada tanah gambut mengikuti konsep yang sudah diterapkan pada pertanian. Higa dan Wididana (1994) menyatakan bahwa *effective microorganism 4* (EM4) mengandung lima jenis mikroorganisme utama yaitu *Lactobacillus sp.* (bakteri asam laktat) dalam jumlah besar, bakteri fotosintetis, ragi, *Actinomycetes*, dan jamur fermentasi, yang bekerja secara sinergis untuk menyuburkan tanah dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Bakteri fotosintetik berperan untuk mengikat N dari udara bebas, memakan gas-gas beracun dan panas dari hasil proses pembusukan sehingga populasi bakteri pembusuk di dalam tanah menjadi berkurang. Ragi dan jamur berfungsi untuk memfermentasi bahan organik menjadi senyawa-senyawa asam laktat yang dapat diserap oleh tanaman. *Actinomycetes* yang secara morfologi berada antara jamur dan bakteri mampu memfiksasi N udara dan antibiotik yang bersifat toksik terhadap patogen atau penyakit, serta dapat melarutkan ion-ion fosfat dan ion mikro lainnya. Keuntungan dan manfaat dari penggunaan EM4 yaitu memperbaiki sifat biologis, fisik, dan kimia tanah; meningkatkan produksi tanaman dan menjaga kestabilan produksi; memfermentasikan bahan organik tanah dan mempercepat dekomposisi; meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil pertanian yang berwawasan lingkungan; meningkatkan keragaman mikroba yang menguntungkan di dalam tanah; meningkatkan ketersediaan nutrisi, dan senyawa organik tanah; meningkatkan fiksasi nitrogen atau bintil akar; dapat mengurangi kebutuhan pupuk kimia dan pestisida; dan dapat digunakan untuk semua jenis tanaman dan tanah (PT. Songgolangit Persada, 2011). Pada nantinya, tanah gambut dilakukan penambahan EM4 yang dalam istilah pertanian disebut pengomposan sehingga menyuburkan tanah, sedangkan untuk bidang teknik sipil itu sendiri ketika tanah gambut menjadi humus maka sifat-sifat mekanisnya berubah menjadi lebih baik. Penelitian stabilitas tanah gambut dengan memberikan mikroorganisme yang pernah dilakukan adalah oleh Siti Muslikah (2011), yaitu dengan memberikan mikroorganisme asli gambut, EM4, dan P2000Z. Tes yang dilakukan untuk mengetahui proses dekomposisi yang terjadi adalah uji kadar serat, uji gula pereduksi, uji total mikroorganisme, uji C/N, dan uji pH. Berikut nilai hasil uji

proses degradasi secara kimia dan biologi sampel tanah gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan yang dilakukan oleh Siti Muslikah (2011) pada tabel 2.45.

Tabel 2.45 Hasil Uji Proses Degradasi Secara Kimia dan Biologi dan Pengujian pH Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan

No.	Pengujian	Tanah Asli	+ Mikroorganisme Ali & Pupuk Hayati				
			+ 15%MA	+ 30%MA	+ 5%MA + 5%E + 5%P	+ 10%MA + 10%E + 10%P	+ 15%E + 15%P
1	Kadar serat (%)	32,600	23,81	27,27	26,67	19,51	24,44
2	Gula pereduksi	6,18	68,743	98,414	88,788	74,858	77,123
3	Total mikroorganisme	8,0556 x 10 ⁶	3,800 x 10 ⁷	2,653 x 10 ⁷	1,120 x 10 ⁸	5,500 x 10 ⁸	3,800 x 10 ⁷
4	Rasio C/N	42,00	41,00	26,00	21,00	17,00	15,00

*keterangan: MA = Mikroorganisme Asli Gambut, E = EM4, P = P2000z

Sumber: Siti Muslikah, (2011)

Menurut penelitian yang pernah dilakukan oleh Siti Muslikah (2011) pada gambut yang telah terdekomposisi akan memiliki kadar serat yang lebih rendah dibandingkan sebelumnya, hal ini disebabkan karena aktivitas mikroorganisme. Kemudian gambut yang telah diberi mikroorganisme akan terlihat pada kenaikan nilai gula pereduksi. Gula pereduksi yang dihasilkan berkaitan dengan aktivitas enzim dimana semakin tinggi aktifitas enzim maka semakin tinggi pula gula pereduksi yang dihasilkan. Kemudian diujikan pula nilai C/N, pada umumnya tanah gambut pada awalnya memiliki nilai C/N yang kecil, dan setelah terdekomposisi maka nilai C/N akan lebih besar. Di dalam SNI rasio C/N yang diizinkan adalah 10-20. Tanah gambut pada umumnya memiliki pH < 4, kemudian setelah terjadi dekomposisi maka asam-asam organik akan menjadi netral dan gambut menjadi matang ditunjukkan dengan pH antara 6-8. Pupuk hayati juga digunakan untuk menaikkan nilai pH. Kemudian Siti Muslikah (2011) meneliti juga seberapa besar %strain dari pembebanan 3 kPa, 6 kPa, 12 kPa, 25 kPa, 50 kPa, dan 100 kPa. Berikut %strain maksimum yang terjadinya pada tabel 2.46. Pada tabel 2.47 terlihat

bahwa %penurunan $\Delta H/ H_0$ yang paling kecil adalah pada penambahan mikroorganisme asli 30%. Hal tersebut disebabkan karena mikroorganisme asli tersebut telah beradaptasi dan telah dipilih jenis mana yang efektif dapat memakan kandungan serat yang ada di dalam gambut tersebut. Sedangkan untuk nilai C_v -nya yang pernah diteliti oleh Siti Muslikah (2011) baik menggunakan oedometer standar maupun oedometer modifikasi adalah sebagai berikut pada tabel 2.47. Pada tabel 2.48 dan tabel 2.49 terlihat bahwa nilai C_v yang paling tinggi terletak pada penambahan mikroorganisme asli. Semakin tanah gambut cepat terdekomposisi maka kandungan serat tanah gambut semakin kecil, sehingga kadar air yang ada semakin sedikit sehingga waktu terkonsolidasi hingga 90% lebih cepat. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai C_v semakin kecil. Sedangkan untuk nilai C_c dan C_α -nya yang pernah diteliti juga oleh Siti Muslikah (2011) dengan sampel yang sama adalah seperti yang disajikan pada tabel 2.50 dan 2.51. Pada tanah gambut yang telah terdekomposisi maka nilai e -nya menjadi lebih kecil, sehingga dengan perbedaan tegangan yang sama akan menghasilkan perubahan angka pori yang lebih kecil, dapat ditunjukkan pada nilai C_c semakin kecil dengan menggunakan oedometer modifikasi.

Tabel 2.46 Perentasi Penurunan Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan Oedometer Standar dan Modifikasi

Pengujian	(% Penurunan $\Delta H/H_0$)	
	Standar	Modifikasi
Tanah Asli	70.850	41.868
+ 15%MA	71.967	-
+ 30%MA	48.574	39.540
+ 5%MA + 5%E + 5%P	61.995	-
+ 10%MA + 10%E + 10%P	56.257	47.824
+ 15%E + 15%P	64.977	-

*keterangan: MA = Mikroorganisme Asli Gambut, E = EM4, P = P2000z

Sumber: Siti Muslikah, 2011

Tabel 2.47 Nilai Kadar Serat dan Perubahan Angka Pori (Δe) Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan Oedometer Modifikasi

Pengujian	Kadar Serat	Perubahan Angka Pori Δe
Tanah Asli	32.6	4.191
+ 30%MA	27.27	3.982
+ 10%MA + 10%E + 10%P	19.51	4.816

*keterangan: MA = Mikroorganisme Asli Gambut, E = EM4, P = P2000z

Sumber: Siti Muslikah, 2011

Tabel 2.48 Nilai Koefisien (C_v) Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan Menggunakan Oedometer Standar

Pressure (kPa)	Coeff. Of Consol. (C_v) ($m^2/tahun$)					
	Tanah Asli	+ 15%MA	+ 30%MA	+ 5%MA + 5%E + 5%P	+ 10%MA + 10%E + 10%P	+ 15%E + 15%P
3	3.886	6.824	6.389	20.111	2.418	0.626
6	2.04	3.359	6.837	2.142	0.677	1.379
12	0.95	1.424	1.671	3.382	0.27	0.168
25	0.085	0.241	1.322	0.719	0.6	0.027
50	0.088	0.001	0.39	0.14	0.076	0.001
100	1.424	0.582	0.209	0.001	0.007	0.081

*keterangan: MA = Mikroorganisme Asli Gambut, E = EM4, P = P2000z

Sumber: Siti Muslikah, 2011

Tabel 2.49 Nilai Koefisien (C_v) Sampel Tanah Gambut
Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan
Menggunakan Oedometer Modifikasi

Pressure (kPa)	Coeff. Of Consol. (C_v) ($m^2/tahun$)		
	Tanah Asli	+ 30%MA	+ 10%MA + 10%E + 10%P
3	29,044	14,148	6,099
6	47,682	41,553	7,858
12	31,994	34,406	7,778
25	11,407	24,172	12,093
50	21,914	7,548	7,202
100	9,244	10,042	7,841

*keterangan: MA = Mikroorganisme Asli Gambut, E = EM4, P = P2000z

Sumber: Siti Muslikah, 2011

Tabel 2.50 Nilai Indeks Kompresi (C_c) Sampel Tanah Gambut
Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan
Menggunakan Oedometer Standar dan Modifikasi

Pengujian	C_c	
	Standar	Modifikasi
Tanah Asli	3.44	3.31
+ 15%MA	4.81	-
+ 30%MA	3.62	2.98
+ 5%MA + 5%E + 5%P	3.71	-
+ 10%MA + 10%E + 10%P	3.62	3.73
+ 15%E + 15%P	3.23	-

*keterangan: MA = Mikroorganisme Asli Gambut, E = EM4, P = P2000z

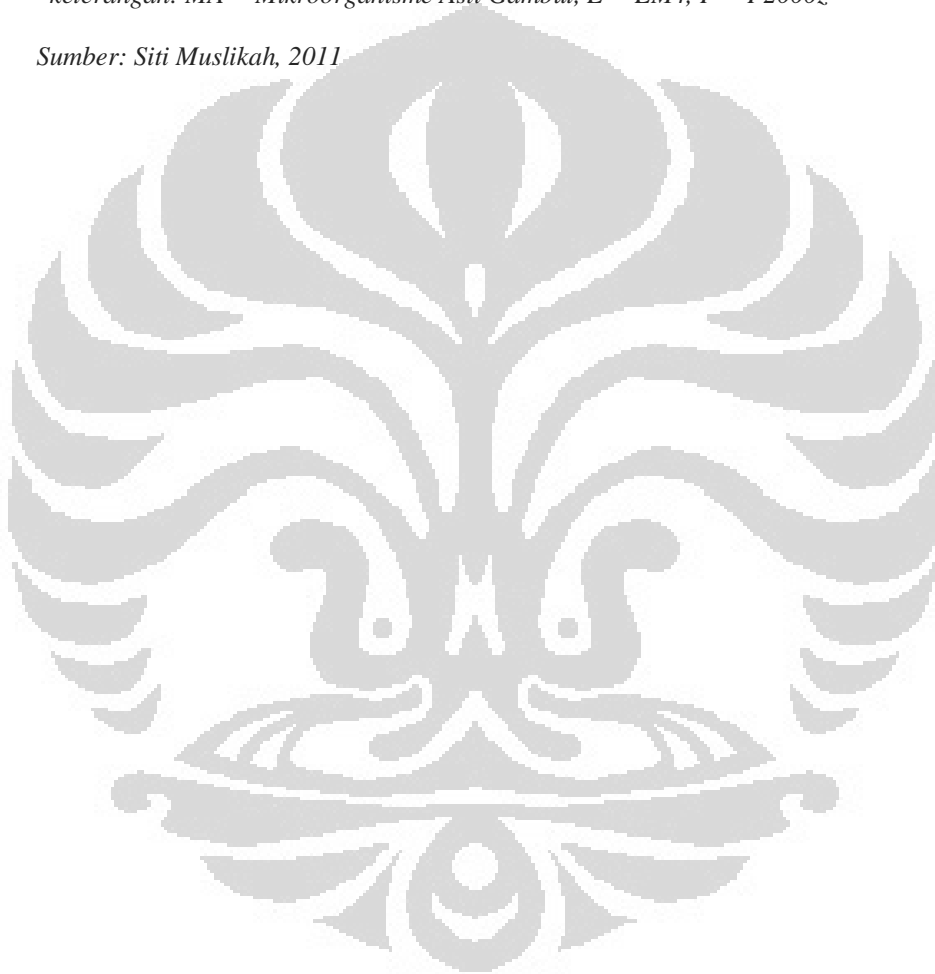
Sumber: Siti Muslikah, 2011

Tabel 2.51 Nilai Koefisien Konsolidasi Sekunder (C_{α}) Sampel Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan Oedometer Modifikasi

Pengujian	Nilai C_{α}
Tanah Asli	0.084
+ 30%MA	0.187
+ 10%MA + 10%E + 10%P	0.320

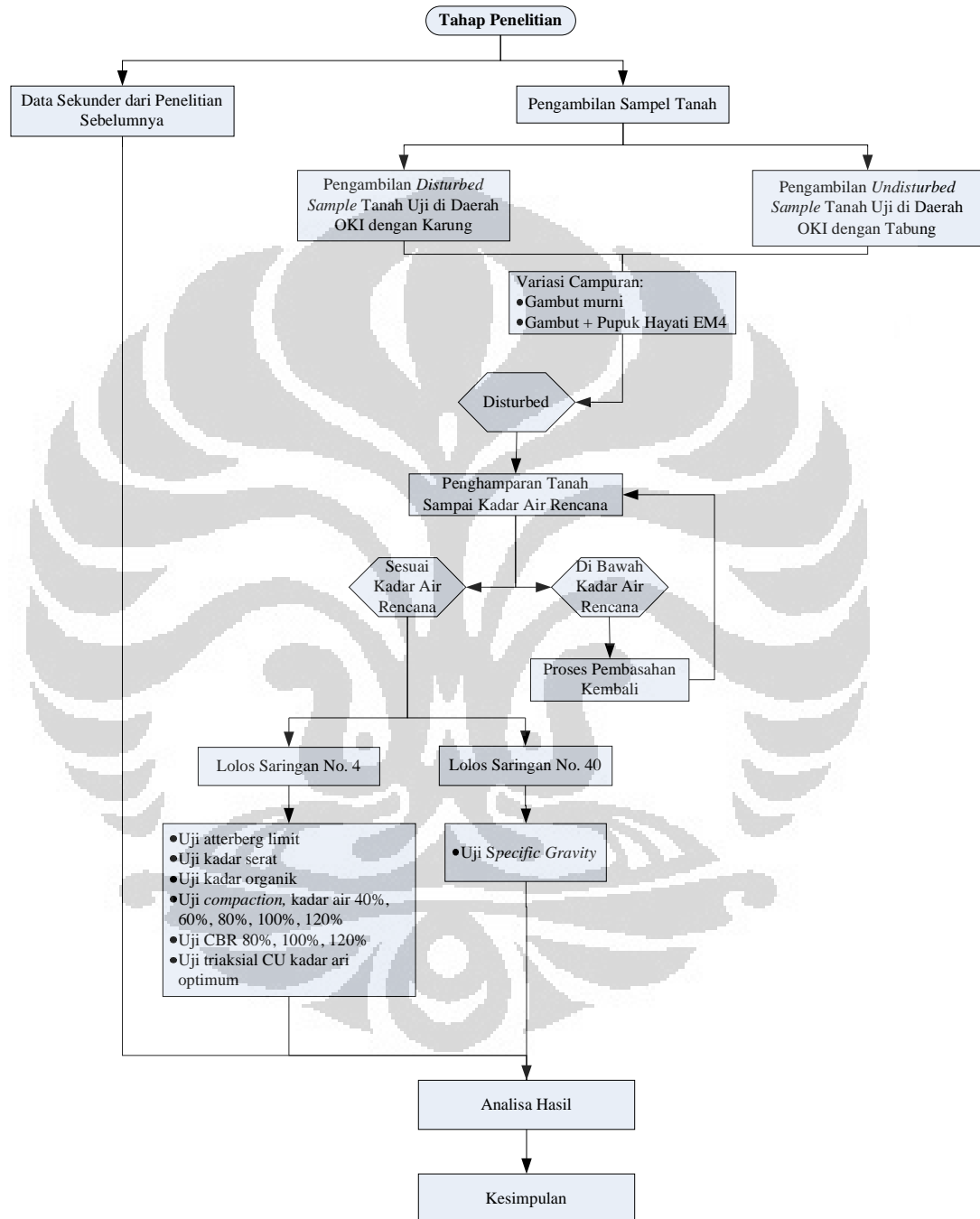
*keterangan: MA = Mikroorganisme Asli Gambut, E = EM4, P = P2000z

Sumber: Siti Muslikah, 2011



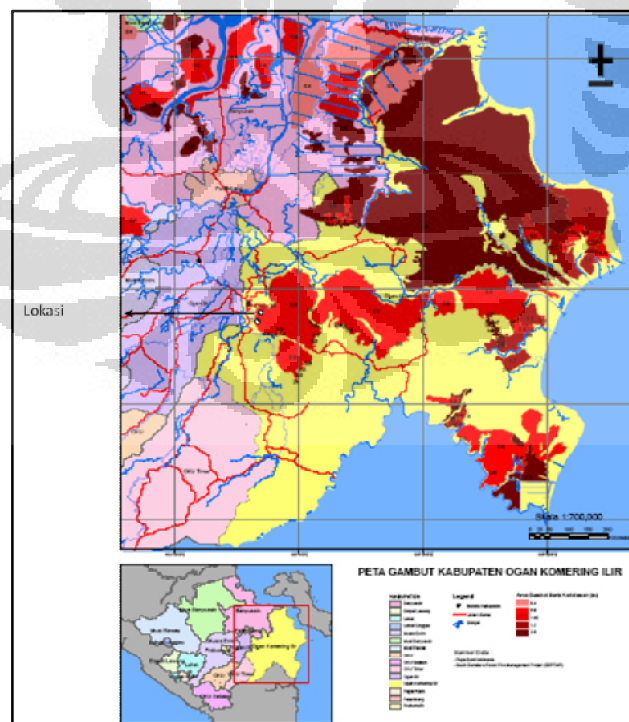
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Kegiatan Penelitian



Gambar 3.1 Alur Kegiatan Penelitian

Data sekunder properti fisik tanah gambut yaitu mengacu kepada penelitian yang dilakukan Siti Muslikah (2011) yang meneliti tanah pada lokasi yang sama. Data sekunder yang diambil adalah data *specific gravity*, *atterberg limit*, kadar pH, kadar organik, kadar serat, dan kadar CN-ratio. Kemudian pengambilan tanah yaitu dilakukan dengan 2 cara yaitu *undisturbed* dan *disturbed*. Sampel *undisturbed* diambil dengan pipa paralon karena sampel tanah gambut termasuk tanah sangat lunak, sedangkan sampel *disturbed* diambil dengan mencangkul tanah dengan sebelumnya dikupas permukaan tanah ± 50 cm. Sampel tanah diambil di Seriang Kuning, Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan. *Atterberg limit* didapatkan dengan menghamparkan tanah sampai kadar air rencana. Pada percobaan *atterberg limit* tanah tidak dikeringkan udara kemudian ditumbuk, tetapi dihampar dan langsung dites *atterberg limit*. Hal ini karena tanah gambut yang kekeringan tidak akan mampu lagi menyerap air dalam jumlah yang banyak. Kemudian untuk *specific gravity*, tanah dikering oven dan lolos saringan no. 40. Pada saat pengetesan *specific gravity* digunakan minyak tanah sebagai media pengganti air untuk mengendapkan tanah tersebut.



Gambar 3.2 Lokasi Pengambilan Sampel Tanah Gambut

Sumber: South Sumatera Forest Fire Management Project SSFFMP

Uji *compaction* yang dilakukan adalah dengan metode standard proctor yaitu 3 layer dengan 25 tumbukan di masing-masing layer-nya. Berikut elemen-elemen standar uji pemadatan tersebut dapat dilihat pada tabel 3.1. Uji *compaction* yang dilakukan pada kadar air 40%, 60%, 80%, 100%, dan 120%. Sedangkan CBR dilakukan pada kadar air 80%, 100%, dan 120% yaitu dengan standar, yaitu 3 layer 56 kali tumbukan per layer-nya. Air yang digunakan pada percobaan ini menggunakan air gambut yang diambil pada lokasi pengambilan sampel tanah gambut atau air gambut yang dibuat dengan mencampurkan air suling dengan tanah gambut dan diudiamkan selama 1 bulan. Sedangkan uji triaksial CU dilakukan dengan 3 sampel setiap serinya dengan $\sigma'_3 = 100$ kPa, $\sigma'_3 = 150$ kPa, dan $\sigma'_3 = 200$ kPa. Untuk variasi penambahan pupuk hayati mikroba EM4 pada sampel *undisturbed* dapat dilakukan pencampuran seca manual dengan menggunakan tanagn, sedangkan untuk sampel *disturbed* dilakukan dengan menggunakan metode penyuntikan dimasukkan sampel sesuai dengan kondisi aslinya di lapangan.

Tabel 3.1 Elemen-Elemen Uji Pemadatan Standar

	Standar (ASTM D698)	Modifikasi (ASTM D1557)
Palu	24,5 N (5,5 lb)	44,5 (10 lb)
Tinggi jatuh palu	305 mm (12 in)	457 mm (18 in)
Jumlah lapisan	3	5
Jumlah tumbukan/ lapisan	25	25
Volume cetakan tanah	0,0009422 m ³ (1/30 ft ³) saringan no. 4	
Energi pemadatan	595 kJ/m ³ (12.400 lb*ft/ft ³)	2698 kJ/m ³ (56.250 lb*ft/ft ³)

Sumber: ASTM D698 dan ASTM D1557

3.2 Pengujian Properti Fisik

Kadar air adalah perbandingan berat air terhadap berat kering dari massa tanah yang akan diujicobakan. Standar yang digunakan untuk menguji kadar air tanah organik adalah ASTM D2974-87 dimana suhu tanah akan dioven dalam suhu 105°C. Kadar air yang dimaksud disini adalah kadar air yang habis teruapkan pada suhu tersebut sampai tidak terjadi perubahan massa lagi. Percobaan dilakukan dengan memasukkan sejumlah massa tanah basah yang telah ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam oven 105°C. Setelah 24 jam didapat massa tanah kering tersebut sehingga diketahui kadar airnya. Perhitungan kadar airnya adalah sebagai berikut:

$$\% \text{Kadar Air} = \frac{W_{\text{wet+can}} - W_{\text{dry+can}}}{W_{\text{dry+can}} - W_{\text{can}}} \times 100\% \quad (3.1)$$

Sedangkan yang dimaksud dengan kadar air natural adalah kadar air tanah sesuai kondisi aslinya di lapangan. Sehingga pada percobaan nantinya digunakan tanah. Percobaan kadar air dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah FTUI.

Percobaan *atterberg limit* ada 3 percobaan yaitu *liquid limit*, *plastic limit*, dan *shrinkage limit*. *Liquid limit* adalah batas cair dari suatu tanah dengan standar yaitu tanah tersebut akan merapat sepanjang $\frac{1}{2}$ inch di ke-25 ketukan pada alat *cassagrande*. Standar yang membahas percobaan ini adalah ASTM D 4318-84. Pada percobaan ini tanah dihampar dari tanah basah sampai tanah menemukan nilai batas cairnya. Pada percobaan tanah biasa tanah akan ditumbuk terlebih dahulu kemudian disaring dengan saringan no. 40 dan ditambahkan air suling. Sedangkan pada tanah gambut berbeda metode pengerjaannya karena tanah gambut tidak boleh dibiarkan terlalu kering karena tanah gambut tidak dapat menyerap air lagi seperti kondisi semula. Jika kadar air tanah gambut di bawah nilai batas plastis maka tanah tersebut ditambahkan dengan air gambut karena air gambut lebih mudah menyerap. Kemudian percobaan lainnya yaitu *palstic limit*. Tanah dililin sampai $\pm 1/8$ inchi sampai kondisi tanah retak-retak halus. Pada saat kondisi tersebut berarti tanah berada pada kondisi batas plastisnya. Kemudian pengujian yang terakhir

adalah *shrinkage limit* untuk mengetahui kondisi tanah dimana tanah tidak akan berubah secara volume walaupun dilakukan pengoven pada suhu 105°C. Pada percobaan ini digunakan air raksa yang sifatnya sangat kohesif sehingga tidak akan bercampur dengan tanah. Pengujian atterberg limit dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah FTUI.

Specific gravity adalah perbandingan massa tanah dengan massa air pada suhu 4°C pada volume yang sama. Standar yang membahas percobaan ini adalah ASTM D 854-83. Pada percobaan ini tanah dioven terlebih dahulu pada suhu 105°C untuk membuang semua kadar air dari tanah gambut tersebut. Kemudian tanah disaring pada saringan no. 40. Pada percobaan ini tidak digunakan air suling seperti tanah biasanya, tetapi digunakan kerosen karena air suling tidak dapat mengendapkan tanah gambut dalam artian rongga udara tidak dapat dimasuki air suling tersebut. Pengujian *specific gravity* dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah.

Standar yang membahas percobaan kadar organik adalah ASTM D 2974-87. Kadar organik yang dimaksud pada percobaan ini adalah bagian tanah gambut yang habis terbakar ketika dilakukan pada suhu yang tinggi yaitu 440°C. Awalnya tanah dikeringovenkan pada suhu 105°C. Kemudian setelah didapatkan tanah kering oven, tanah kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan kapasitas tinggi hingga suhu 440°C kemudian didapatkan sisa abu dari pengovenan dalam suhu yang tinggi tersebut. Kemudian didapatkan kadar abu yaitu perbandingan massa abu terhadap berat kering oven 105°C. Sedangkan sisanya dianggap persentase organik. Berikut perhitungan kadar abu dan kadar organik pada persamaan 3.2 dan persamaan 3.3.

$$\% \text{Kadar Abu} = \frac{W_{\text{abu+can}} - W_{\text{can}}}{W_{\text{dry oven 105°C+can}} - W_{\text{can}}} \quad (3.2)$$

$$\% \text{Kadar Organik} = 100\% - \% \text{Kadar Abu} \quad (3.3)$$

Percobaan kadar organik ini dilakukan di Laboratorium Metalurgi FTUI.

3.3 Pengujian Properti Mekanis

Percobaan pemadatan tanah dilakukan untuk mendapatkan kerapatan kering maksimum dari kadar air optimum. Standar yang membahas percobaan ini adalah ASTM D 698. Tanah yang digunakan pada percobaan ini adalah tanah yang lolos saringan no. 4. Tanah yang diatas kadar air rencana maka di hamparkan sampai kadar air rencana yang ditentukan, sedangkan jika di bawah kadar air rencana, maka ditambahkan air gambut. Pemadatan yang dilakukan menggunakan standar proctor dengan 25 tumbukan per layernya dengan spesifikasi alat sebagai berikut:

1. diameter *mold* : 6 in.
2. tinggi *mold* : 4.57 in.
3. berat hammer : 5.5 lb.
4. tinggi jatuh : 12 in.

Pemadatan dilakukan pada titik 40%, 60%, 80%, 100%, 120%, dan 140%.

Percobaan CBR bertujuan untuk perbandingan *stress* pada tanah dengan kedalaman tertentu yaitu 0.1 dan 0.2 *inch* dengan gradasi batu rapat 100%. Sama seperti percobaan pemadatan tanah, tanah yang digunakan lolos saringan no. 4. Proses pencarian kadar air rencananya pun sama. Perbedaannya adalah *mold* yang digunakan lebih besar dan jumlah tumbukannya 56 per layernya sebanyak 3 layer. Kemudian tanah yang ada di dalam *mold* diuji pada alat CBR untuk mengetahui kerapatannya. Pada kondisi tersebut dinamakan kondisi *unsoaked*. Kemudian tanah direndam selama 4 hari untuk mengetahui kondisi *swelling* yang terjadi. Setelah 4 hari tersebut tanah dites lagi dengan alat CBR sehingga didapatkan nilai CBR *soaked*. CBR dilakukan pada titik pemadatan di kuva *compaction*.

Pada pengujian triaksial CU dilakukan dengan 3 tahap, yaitu saturasi, konsolidasi, dan kompresi. Penjelasan tiap tahapnya adalah sebagai berikut.

- (1) Tahap saturasi. Semua katup dicek dalam kondisi tertutup. Hasil kalibrasi nilai awal tekanan pori dicatat, dimana nantinya menjadi faktor pengurang untuk pembacaan tekanan pori. Volume tekanan sel awal dicatat, kemudian tekanan sel diberikan hingga 50 kPa, katup sel dibuka, ditunggu

sekitar 5 menit hingga pembacaan konstan. Kemudian katup tekanan pori dibuka, sedangkan katup tekanan balik tetap tertutup. Setelah sekitar 10-15 menit, besarnya tekanan pori dan perubahan volume sel dicatat. Nilai koefisien B dihitung dengan rumus yang ada. Katup tekanan pori ditutup, sedangkan katup tekanan sel tetap terbuka. Tekanan balik dinaikkan hingga 10 kPa di bawah tekanan pori (40 kPa), volume tekanan balik awal dicatat, kemudian katup tekanan balik dan tekanan pori dibuka. Setelah kira-kira stabil sambil mengatur kontrol regulator, tekanan pori dan perubahan volume tekanan balik yang terjadi dicatat. Nilai tekanan pori diamati hingga mencapai nilai yang relatif sama dengan nilai tekanan balik, bila tercapai katup tekanan balik dan katup tekanan sel ditutup. Kemudian tekanan sel dinaikkan sebesar 50 kPa sehingga akan tercapai tekanan sel sebesar 100 kPa. Langkah 1 dan 2 kemudian diulang hingga mencapai nilai B lebih besar dari 0.9. Dengan catatan, kenaikan tekanan sel berikutnya adalah setiap 50 kPa. Pada saat B mencapai lebih besar dari 0.95, maka kenaikan tekanan sel dan tekanan balik tidak diperlukan lagi, proses saturasi dihentikan dengan menutup katup tekanan sel, tekanan pori, dan tekanan balik. Selanjutnya tanah siap untuk proses konsolidasi.

- (2) Tahap konsolidasi. Nilai tegangan efektif untuk pengujian ini adalah $\sigma_3' = 100, 200, \text{ dan } 300 \text{ kPa}$. Seluruh katup yang berhubungan dengan sel triaksial ditutup. Dari kondisi akhir saat saturasi selesai, tekanan sel dinaikkan atau tekanan balik diturunkan untuk memberikan tegangan efektif yang dibutuhkan. Setelah nilai tekanan konsolidasi isotropik tercapai lalu secara berurutan katup sel dibuka disusul secara bersamaan katup tekanan pori dan tekanan balik. Sebelumnya disiapkan *stopwatch* untuk mencatat tekanan pori dan volume tekanan balik untuk $t = 1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81, \text{ dan } 100$ menit hingga sekitar 24 jam atau pada saat pembacaan tekanan pori telah mendekati atau sama dengan tekanan balik yang ada. Dengan kata lain, konsolidasi selesai bila grafik hubungan antara perubahan volume tekanan balik dengan akar kuadrat waktu telah mencapai nilai yang asimptosis. Pada saat akhir konsolidasi, katup tekanan balik ditutup untuk selanjutnya disiapkan untuk proses kompresi.

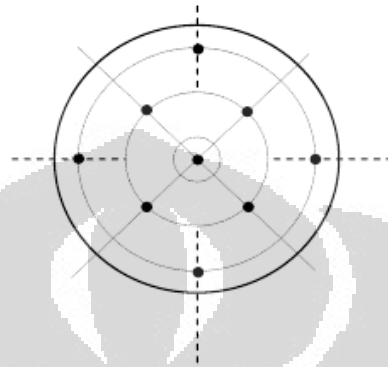
(3) Tahap kompresi. Pada uji triaksial *consolidated undrained*, air tidak diperbolehkan mengalir pada saat kompresi (setelah proses konsolidasi selesai). Sehingga tekanan pori akan mengalami kenaikan hingga tanah mengalami keruntuhan. Untuk mendapatkan kondisi seperti ini maka kecepatan penurunan yang terjadi harus cukup besar. Selama percobaan harus dipastikan bahwa piston penekan telah menyentuh *top loading cap*, setelah itu tangkai persneling dipindahkan ke posisi mendatar sehingga motor penggerak gigi dapat menggerakkan sel triaksial untuk menekan contoh tanah. Pembacaan *axial force reading* dan *displacement reading* diatur supaya menunjukkan angka nol. Proses kompresi dimulai dengan cara menyalakan *power-on* mesin triaksial, lalu gigi roda akan menggerakkan sel triaksial ke atas, menekan contoh tanah. Pembacaan tekanan pori setiap *displacement* tertentu dilakukan dengan memutar kontrol regulator hingga level air raksa tepat sejajar jarum jam nol indikator. Pada saat yang sama juga dibaca *axial load* yang terjadi dengan $LRC = 0,15 \text{ kg/div}$. Pembacaan dilakukan hingga contoh tanah mengalami keruntuhan atau *axial load*-nya makin berkurang. Setelah pengujian selesai, motor penggerak dimatikan, katup tekanan pori ditutup, air dalam sel dikeluarkan dengan cara menurunkan tekanan sel dan membuka sekrup pembuang udara hingga air terdorong keluar. Karet *O-rings* dilepas dan membran karet dikeluarkan dari contoh tanah. Contoh tanah dikeurakan dari sel triaksial, kemudian dicari kadar airnya. Lalu karet *O-rings* dibersihkan, membran karet dibuang, batu pori dan *top loading cap* dibersihkan. Seluruh tekanan dipastikan dalam kondisi nol dan seluruh katup tekanan dalam kondisi terbuka.

3.4 Pencampuran dengan Pupuk Hayati EM4

Pencampuran persentase pupuk hayati EM4 yang dilakukan yaitu berdasarkan berat kering. Pada awalnya tanah gambut di dalam karung diambil sampelnya untuk mengetahui kadar airnya. Kemudian dari kadar air tersebut kita dapat mengetahui berat kering secara keseluruhan di dalam karung. Kemudian disiapkan wadah untuk media pencampuran yaitu baskom. Masukkan tanah gambut ke dalam baskom dengan diketahui terlebih dahulu berat kering tanah gambutnya. Kemudian siapkan campuran yaitu EM4. Cara pencampuran EM4 adalah mencampurkannya dengan air. Perbandingan antara EM4 dan air adalah 1:100 dalam satuan volume merujuk pada penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan oleh Siti Muslikah (2011), kemudian diinjeksikan seperti pada gambar 3.3 dan 3.4 Pupuk hayati EM4 yang digunakan adalah produk yang dihasilkan PT. Songgo Langit Persada. Namun pada penelitian ini tidak dilakukan injeksi seperti yang dilakukan oleh Siti Muslikah (2011), tetapi dengan pengadukan EM4 terhadap tanah gambut. Misalkan contoh pencampuran, tanah dalam sekarung mempunyai berat basah w_{wet} . Kemudian tanah dicari kadar airnya dan didapat kadar airnya yaitu w . Kemudian untuk mencampurnya, kita harus mengetahui berat kering w_{dry} seluruh tanah yang akan kita campur. w_{dry} dapat dicari dengan cara seperti berikut ini:

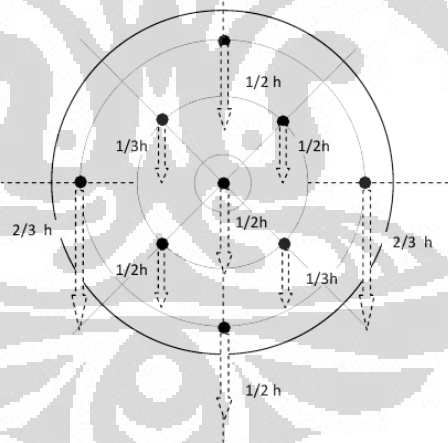
$$w_{dry} = \frac{w_{wet}}{1+w} \quad (3.4)$$

Kemudian setelah mengetahui w_{dry} maka dilakukan pencampuran EM4 20%. $w_{EM4} = 20\% \times w_{dry}$. Walaupun EM4 berbentuk cairan namun pada saat pencampuran tetap dengan beratnya karena proses pencampuran dalam tanah di lapangan lebih mudah menggunakan satuan volume. 20% pada pencampuran cairan ini adalah EM4, bukan gabungan antara EM4 dan air. Sehingga jika dilakukan perbandingan proporsi terhadap penelitian sebelumnya yaitu dapat dilihat pada tabel 3.2.



Gambar 3.3 Gambar Pola Pemberian/ Injeksi Mikrobiologi/ Pupuk Hayati ke Dalam Cawan yang Berisi Sampel Tanah Gambut (Tampak Atas)

Sumber: Siti Muslikah (2011)



Gambar 3.4 Variasi Kedalaman Injeksi Mikrobiologi/ Pupuk Hayati ke Dalam Cawan yang Berisi Sampel Tanah Gambut

Sumber: Siti Muslikah (2011)

Tabel 3.2 Parameter Perbandingan Campuran
Penelitian Sebelumnya

Parameter	Nilai
Kadar air natural	495.671%
Diamter cawan	8.82 cm
Tinggi cawan	3.62 cm
SG	1.798
Volume cawan (Volume tanah total)	221.06 cm ³
Volume air	198.76 cm ³
Volume solid	22.30 cm ³
w solid	40.10 gram
Volume campuran (Air + EM4) = 20%	44.21 cm ³
EM4 (1 : 100)	0.442 gram
w solid : EM4	1 : 1.982%

Sumber: Siti Muslikah 2011

Jika dikonversi dengan yang dilakukan Siti Muslikah berdasarkan satuan volume maka akan didapatkan bahwa untuk campuran EM4 dengan kadar 20% berdasarkan volume akan sama dengan 2% terhadap berat kering. Sehingga pencampuran pada tanah gambut berdasarkan berat kering pada penelitian ini mengandung EM4 dengan kadar 20% berdasarkan berat kering. Dengan kadar lebih banyak tersebut diharapkan aktivitas mikroorganismenya yang bekerja juga semakin banyak. Pada penelitian ini kadar air yang ditambahkan tidak 100 kali dari berat EM4 sesuai dengan percobaan sebelumnya, tetapi sampai tanah gambut benar-benar dalam kondisi lembab, karena jika 100 dari berat EM4 akan sangat becek dan tidak kondusif bagi perkembangan mikroorganismenya. Pencampuran pada percobaan ini tidak mengikuti situasi optimal bagi pertumbuhan mikroorganismenya. Pencampuran berdasarkan kadar air naturalnya yaitu 220% sehingga kira-kira perbandingan EM4 dan air adalah 1:11, air disini telah termasuk dengan air yang ada dalam tanah gambut tersebut, kemudian ditaruh di dalam baskom dan didiamkan selama 1 bulan. Hal ini dimaksudkan bahwa pada penelitian ini akan dimodelkan pada situasi seperti situasi di lapangan apa adanya. Sedangkan

untuk kondisi optimalnya dipengaruhi beberapa faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengomposan antara lain:

- (1) Rasio C/N yang efektif untuk proses pengomposan berkisar antara 30: 1 hingga 40:1. Mikroba memecah senyawa C sebagai sumber energi dan menggunakan N untuk sintesis protein. Pada rasio C/N di antara 30 sampai dengan 40 mikroba mendapatkan cukup C untuk energi dan N untuk sintesis protein. Apabila rasio C/N terlalu tinggi, mikroba akan kekurangan N untuk sintesis protein sehingga dekomposisi berjalan lambat.
- (2) Ukuran partikel. Aktivitas mikroba berada diantara permukaan area dan udara. Permukaan area yang lebih luas akan meningkatkan kontak antara mikroba dengan bahan dan proses dekomposisi akan berjalan lebih cepat. Ukuran partikel juga menentukan besarnya ruang antar bahan (porositas). Untuk meningkatkan luas permukaan dapat dilakukan dengan memperkecil ukuran partikel bahan tersebut.
- (3) Aerasi. Pengomposan yang cepat dapat terjadi dalam kondisi yang cukup oksigen (*aerob*). Aerasi secara alami akan terjadi pada saat terjadi peningkatan suhu yang menyebabkan udara hangat keluar dan udara yang lebih dingin masuk ke dalam tumpukan kompos. Aerasi ditentukan oleh porositas dan kandungan air bahan (kelembaban). Apabila aerasi terhambat, maka akan terjadi proses *anaerob* yang akan menghasilkan bau yang tidak sedap. Aerasi dapat ditingkatkan dengan melakukan pembalikan atau mengalirkan udara di dalam tumpukan kompos.
- (4) Porositas. Porositas adalah ruang diantara partikel di dalam tumpukan kompos. Porositas dihitung dengan mengukur volume rongga dibagi dengan volume total. Rongga-rongga ini akan diisi oleh air dan udara. Udara akan mensuplai oksigen untuk proses pengomposan. Apabila rongga dijenuhi oleh air, maka pasokan oksigen akan berkurang dan proses pengomposan juga akan terganggu.
- (5) Kelembaban (*moisture content*). Kelembaban memegang peranan yang sangat penting dalam proses metabolisme mikroba dan secara tidak

langsung berpengaruh pada suplai oksigen. Mikroorganisme dapat memanfaatkan bahan organik apabila bahan organik tersebut larut di dalam air. Kelembaban 40-60% adalah kisaran optimum untuk metabolisme mikroba. Apabila kelembaban di bawah 40%, aktivitas mikroba akan mengalami penurunan dan akan lebih rendah lagi pada kelembaban 15%. Apabila kelembaban lebih besar dari 60%, hara akan tercuci, volume udara berkurang, akibatnya aktivitas mikroba akan menurun dan akan terjadi fermentasi anaerobik yang menimbulkan bau tidak sedap.

- (6) Temperatur. Panas dihasilkan dari aktivitas mikroba. Ada hubungan langsung antara peningkatan suhu dengan konsumsi oksigen. Semakin tinggi temperatur akan semakin banyak konsumsi oksigen dan akan semakin cepat pula proses dekomposisi. Peningkatan suhu dapat terjadi dengan cepat pada tumpukan kompos. Temperatur yang berkisar antara 30-60°C menunjukkan aktivitas pengomposan yang cepat. Suhu yang lebih tinggi dari 60°C akan membunuh sebagian mikroba dan hanya mikroba termofilik saja yang akan tetap bertahan hidup. Suhu yang tinggi juga akan membunuh mikroba-mikroba patogen tanaman dan benih-benih gulma.
- (7) pH. Proses pengomposan dapat terjadi pada kisaran pH yang lebar. pH yang optimum untuk proses pengomposan berkisar antara 6.5 sampai 7.5. pH kotoran ternak umumnya berkisar antara 6.8 hingga 7.4. Proses pengomposan sendiri akan menyebabkan perubahan pada bahan organik dan pH bahan itu sendiri. Sebagai contoh, proses pelepasan asam, secara temporer atau lokal, akan menyebabkan penurunan pH (pengasaman), sedangkan produksi amonia dari senyawa-senyawa yang mengandung nitrogen akan meningkatkan pH pada fase-fase awal pengomposan. pH kompos yang sudah matang biasanya mendekati netral.
- (8) Kandungan hara. Kandungan P dan K juga penting dalam proses pengomposan dan biasanya terdapat di dalam kompos-kompos dari peternakan. Hara ini akan dimanfaatkan oleh mikroba selama proses pengomposan.

(9) Kandungan bahan berbahaya. Beberapa bahan organik mungkin mengandung bahan-bahan yang berbahaya bagi kehidupan mikroba. Logam-logam berat seperti Mg, Cu, Zn, Nickel, Cr adalah beberapa bahan yang termasuk kategori ini. Logam-logam berat akan mengalami imobilisasi selama proses pengomposan.



BAB 4

ANALISA HASIL

4.1 Analisa Klasifikasi Tanah Gambut

Tanah yang telah dilakukan pada percobaan kegiatan skripsi ini adalah tanah gambut. Tanah gambut pada dasarnya berbeda dengan tanah organik. Hal tersebut dapat dibedakan berdasarkan kadar abunya sesuai dengan tabel 4.1. Tanah gambut yang diujikan berikut ini berasal dari Seriang Kuning, OKI-Sumatera Selatan. Berdasarkan percobaan sebelumnya yang dilakukan Siti Muslikah (2011) seperti ditunjukkan dalam tabel 4.2 didapatkan kadar abu sebesar 23.63%. Berdasarkan tabel 4.1 baik menurut sistem pengklasifikasian OSRC, Jarrett, Davis, USSR, LGS, maupun ASTM D4427-92 tanah yang diujikan termasuk dalam pengklasifikasian tanah gambut (*peat soil*).

Tabel 4.1 Sistem Klasifikasi Tanah Gambut dan Tanah Organik

System	OSRC (Andrejko et al. 1983)	Jarrett (Andrejko et al. 1983)	Davis (1946)	USSR (Mankinen & Gelfer 1982)	LGS (Kearns & Davidson 1983)	ASTM D4427-92 (1997)	
Ash Content (%)	5	Low Ash Medium Ash High Ash PEAT	PEAT	PEAT	1	PEAT (Inorganic Texture)	PEAT
	10				2		
	15				3		
	20				4		
	25				5		
	30	Low Ash CALCAREOUS SEDIMENT	PEATY		6	PEATY MUCK (Inorganic Texture)	ORGANIC SOILS
	35						
	40	High Ash MUCK	Clayey/ Silty/ Sandy/ Gravelly	MUCK	NON-PEAT	MUCK (Inorganic Texture)	
	45						
	50						
	55						
	60						
	65	MINERAL SEDIMENT	ORGANIC CLAY OR SILT	MINERAL SOIL		Inorganic Texture MUCK	
	70						
	75						
	80						
	85						
90	MUCKY Inorganic Texture Inorganic Texture						
95							
100							

Sumber: E.C. Leong and C.Y. Chin (1999)

Tabel 4.2 Properti Fisik Tanah Gambut OKI
Sumatera Selatan

No.	Properti Fisik	Nilai Uji
1.	<i>Specific Gravity</i>	1.80
2.	<i>Liquid Limit</i>	383.23%
3.	<i>Plastic Limit</i>	217.67%
4.	Indeks Plastisitas	165.55%
5.	Kadar Air Rata-Rata (110°C)	495.67%
6.	Kadar Air Rata-Rata (60°C)	381.85%
7.	Kadar Abu	23.63%
8.	Kadar Organik	76.37%
9.	Kadar C-Organik Rata-Rata	33.45%
10.	Kadar Serat	32.60%
11.	pH	4.79

Sumber: Siti Muslikah (2011)

Sesuai dengan dasar teori, serat adalah material penyusun tanah gambut yang merupakan senyawa C, dapat berupa bentuk lignin atau selulosa. Sehingga berdasarkan ASTM D4427-92 tanah gambut yang diujikan ini termasuk dalam tanah gambut jenis *hemic*, yaitu tanah gambut dengan kadar serat antara 33% dan 67%. Kandungan serat berpengaruh pada kemampuan tanah tersebut untuk menampung air. Semakin banyak serat maka tanah gambut dapat menampung air sehingga kemampuan menahan beban akan semakin kecil, karena friksi antara partikel solid tanah terhalang oleh air. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan nilai kadar air optimum. Gambut yang mempunyai kandungan serat yang banyak akan memiliki kadar air optimum dengan kadar air yang lebih besar dan kerapatan kering dari tanah gambut tersebut akan kecil. Sedangkan berdasarkan kandungan abunya menurut ASTM D2974, tanah gambut yang diujikan termasuk dalam jenis *high ash*, yaitu tanah gambut dengan kadar abu > 15%. Kadar abu adalah kandungan yang tidak terbakar ketika dilakukan pemanasan pada suhu di atas 400°C. Bagian organik pada tanah gambut akan habis terbakar sehingga sisanya adalah abu yang merupakan tanah yang tidak habis terbakar. Semakin matang gambut, dalam

artian semakin selesainya terjadinya proses dekomposisi pada tanah maka tanah gambut semakin berubah menjadi humus atau tanah. Seharusnya terdapat korelasi antara kadar serat dan kadar abu, yaitu ketika kadar abu meningkat seharusnya diikuti dengan menurunnya kadar serat karena sebagian serat dari gambut telah terdekomposisi. Pada pembahasan selanjutnya akan dibahas korelasi tersebut dan perbandingan dengan tanah yang diujikan. Kemudian berdasarkan nilai pH-nya yaitu 4.79 maka tanah gambut yang diujikan termasuk dalam *moderately acidic* berdasarkan ASTM D2976. Tanah gambut yang telah semakin terdekomposisi maka nilai pH-nya akan semakin netral. Hal tersebut karena gambut tidak dapat menampung lagi banyak air dan mikroba pendekomposisi gambut telah membuat gambut menjadi semakin humus ditandai dengan kadar serat semakin turun dan kadar abu meningkat.

Kemudian untuk klasifikasi tanah gambut berdasarkan tingkat absorpsinya ASTM D2980 tanah gambut dilihat dari kadar air naturalnya. Kadar air naturalnya adalah 495.6711%. Nilai termasuk membuat gambut yang diujikan termasuk dalam *moderately absorbent*, yaitu tanah gambut yang dapat menampung air 300-800%. Kemudian untuk sistem klasifikasi Von Post (1992) tanah gambut yang diujikan termasuk dalam klasifikasi H6, yaitu gambut yang hampir separuhnya mengalami pembusukan dengan struktur tumbuhan yang sukar untuk dikenali. Jika diremas sekitar sepertiga bagian dari gambut akan keluar melewati sela-sela jari. Sisa-sisa tumbuhan tersebut hampir seluruhnya berbentuk seperti bubur dan menunjukkan struktur tumbuhan yang lebih mudah untuk dikenali dibandingkan sebelum diremas.

4.2 Analisa Properti Fisik Tanah Gambut Secara Keseluruhan

Pada pengujian yang akan dilakukan nantinya yaitu membandingkan tanah gambut asli dan tanah gambut yang telah dilakukan stabilisasi. Tanah gambut asli yang dimaksudkan disini adalah tanah gambut yang belum mendapatkan perlakuan stabilisasi atau sesuai dengan kondisi natural di lapangan. Properti fisik yang diujikan dalam penelitian ini adalah *specific gravity* dan *atterberg limit*. Berikut hasil yang didapatkan disajikan pada tabel 4.3 dan tabel 4.4 yang memuat properti tanah gambut lainnya.

Tabel 4.3 Properti Fisik Tanah Gambut OKI Sumatera Selatan & Peneliti Sebelumnya

No.	Properti Fisik	Nilai Uji				Siti Muslikah (2011)
		Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Rata-Rata	
1.	<i>Specific Gravity</i>	1.69	1.6355	1.6467	1.6574	1.8
2.	<i>Liquid Limit</i>	303.46%	302.43%	-	302.945%	383.23%
3.	<i>Plastic Limit</i>	183.7%	186.36%	-	185.03%	217.67%
4.	<i>Indeks Plastisitas</i>	119.76%	116.08%	-	117.92%	165.55%
5.	<i>Shrinkage Limit</i>	37.95%	35.06%	-	36.505%	-
6.	Kadar Air Rata-Rata (110°C)	-	-	-	-	495.67%
7.	Kadar Air Rata-Rata (60°C)	-	-	-	-	381.85%
8.	Kadar Abu	-	-	-	-	23.63%
9.	Kadar Organik	-	-	-	-	76.37%
10.	Kadar C-Organik Rata-Rata	-	-	-	-	33.45%
11.	Kadar pH	-	-	-	-	4.79

Pada tabel 4.3 dapat diketahui bahwa tanah gambut OKI dari kadar air natural, batas cair, batas plastis, dan batas susutnya tidak terlalu berbeda dari tanah gambut lainnya yang pernah diujikan pada berbagai lokasi. Sedangkan untuk *specific gravity*, kadar pH, kadar abu, kadar serat, dan kadar organik mempunyai karakteristik tertentu, hal tersebut akan dibahas pada pembahasan berikutnya yang lebih mendetail. Sedangkan dari tabel 4.4 kita dapat mengambil kesimpulan dari sifat properti fisik tanah gambut, yaitu: tanah gambut mempunyai kadar air natural yang sangat tinggi yaitu > 200%, hal inilah yang menghalangi adanya friksi antar butirannya, dan memperlemah kekuatannya. Sedangkan batas cair berada di antara 200-500%, batas plastis 100-400%, dan batas susut 20-70% dalam artian tanah gambut dapat menyerap air dalam jumlah besar, sehingga diperlukan stabilisasi agar gambut tidak dapat menyerap banyak air dengan memperkecil kandungan serat dengan cara mempercepat proses dekomposisinya. Kemudian nilai *specific gravity* < 2, kadar pH 3-7, kadar abu 0%-51%, dan kadar serat 30%-95%.

Tabel 4.4 Properti Fisik Tanah Gambut Sumatra, Kalimantan, Jawa dan OKI

Parameter	Sumatera			Kalimantan			Jawa	OKI	
	Duri	Tampan	Palembang	Pontianak	Banjarmasin	Palangkaraya	Rawa Pening	Sampel 1*	Sampel 2 [#]
Kadar Air	621.26	372.7-582.8	235.36	631.74	449.83	536.32-532.4	321.32-561.76	495.67	-
Batas Cair	440.53	309-466.5	274	259.66	182	227.8-355.4	-	383.23	302.95
Batas Plastis	377.35	235.9-307.9	194.21	196.37	147.6	134.4-198	-	217.67	185.03
Batas Susut	-	59.46	-	-	28.02	44.62	-	-	36.51
<i>Specific Gravity</i>	1.6	1.55-1.49	1.82	1.42	1.47	1.39-1.51	1.44-1.72	1.8	1.66
Berat jenis (kN/m ³)	-	-	11.23	-	9.64	10	-	-	-
Kadar pH									
Dalam Air Suling	3.99	3.61	3.38	4.8	6.47	4.5-5.5	-	4.79	-
Dalam CaCl ₂	3.91	3.06	3.28	-	6.38	-	-	-	-
Kadar Abu	21.96	8.1-21.1	50.74	1.2	4.26	0.72-7	37.73	23.63	-
Kadar Serat	74.08	23-78.9	71.89	79.45	61.33	93.1-92.9	62.12	33.45	25
Kadar Organik	-	87.3-96.5	-	98.8	95.38	98.91	-	76.37	-
Angka Pori	-	8.12	-	-	6.89	8.17	-	-	-

Sumber: R. Napitulu¹ (2000), S. Hadijah² (2006), A. Adha³ (2009), Y. Arief R.⁴ (2002), Siti Muslikah* (2011), Aditya Putra K.[#] (2012)

4.3 Analisa Properti Fisik Tanah Gambut Tanpa Campuran

Nilai kadar air yang lebih besar menandakan proses humifikasi yang masih baru berjalan. Semakin selesai proses humifikasinya maka semakin sedikit serat yang ada pada tanah gambut tersebut. Analisa dari kadar air natural tidak terlalu begitu akurat karena bisa jadi ketika melakukan praktikum, air yang dimasukkan di dalam oven terlalu banyak. Sehingga pada analisa selanjutnya harusnya menggunakan kandungan seratnya karena pada penentuan kadar serat tanah dioven terlebih dahulu pada suhu 100°C sehingga massanya tidak akan berkurang lagi. Tetapi secara garis besar jika tanah gambut telah mengalami dekomposisi lanjut maka kadar air naturalnya berkurang. Seharusnya tanah gambut OKI kadar air naturalnya lebih kecil daripada tanah gambut di Provinsi Riau, namun karena pengambilan sampelnya ketika terjadi pasang bisa jadi kadar air naturalnya meningkat.

Joseph E. Bowles (1999) melakukan pengelompokkan tanah dalam beberapa klasifikasi berdasarkan nilai *specific gravity* seperti pada tabel 4.5. Sehingga jika kita mengklasifikasikan hasil yang didapat dengan tabel 4.5 yang dibuat Joseph E. Bowles maka kita dapat mengklasifikasikan tanah kita termasuk dalam tanah organik.

Tabel 4.5 Nilai Gs Untuk Berbagai Jenis Tanah

Tipe Tanah	Gs
Pasir (<i>Sand</i>)	2.65-2.67
Pasir Kelanauan (<i>Silty Sand</i>)	2.67-2.70
Lempung Anorganik (<i>Inorganic Clay</i>)	2.70-2.80
Tanah dengan kandungan Mica atau Besi (<i>Soil with Miccas or Iron</i>)	2.75-2.80
Tanah Organic (<i>Organic Soil</i>)	≤ 2.00

Sumber: Joseph E. Bowles (1997)

Tabel 4.6 Properti Fisik Tanah Gambut OKI Sumatera Selatan

No.	Properti Fisik	Nilai Uji			
		Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Rata-Rata
1.	<i>Specific Gravity</i>	1.6900	1.6355	1.6467	1.6574
2.	<i>Liquid Limit</i>	303.46%	302.43%	-	302.945%
3.	<i>Plastic Limit</i>	183.70%	186.36%	-	185.03%
4.	Indeks Plastisitas	119.76%	116.08%	-	117.92%
5.	<i>Shrinkage Limit</i>	37.95%	35.06%	-	36.505%

Semakin tinggi *specific gravity* maka kerapatan tanah semakin besar atau angka pori kecil. Rapatnya antar butiran tanah mengakibatkan gesekan antar butiran lebih besar dibandingkan tanah yang tidak rapat. Butiran tanah yang lebih rapat akan memberikan daya dukung yang lebih tinggi dibandingkan yang tidak. Tanah gambut memiliki tahanan daya dukung yang kecil karena kerapatan tanahnya rendah. Sehingga nantinya pada upaya stabilisasi seharusnya nilai *specific gravity* yang didapatkan bertambah besar. Dari tabel 4.4 kita dapat mengetahui bahwa nilai *specific gravity* dari tanah gambut di OKI lebih besar daripada tanah gambut di pulau Kalimantan.

Kemudian indeks plastisitas adalah kemampuan tanah untuk berdeformasi pada volume tetap tanpa adanya remahan atau retakan. Berikut klasifikasi tanah berdasarkan indeks plastisitasnya yang diberikan pada tabel 4.7. Indeks plastisitas sangat berhubungan dengan kemampuan tanah untuk meregang sampai terjadinya kegagalan. Tanah yang kohesif memiliki kemampuan tanah untuk meregang lebih besar sampai terjadi kegagalan. Dari tabel yang diklasifikasikan Joseph E. Bowles maka tanah gambut diklasifikasikan dalam jenis *highly plastic*, dalam artian dapat menerima air dalam jumlah besar untuk meregang tanpa terjadi remahan. Semakin baik tanah untuk menerima beban biasanya kemampuan meregangnya semakin kecil, hal tersebut karena semua material yang kuat akan semakin kaku ketika kemampuan menahan bebannya semakin tinggi. Sehingga pada upaya stabilisasi nantinya seharusnya nilai indeks plastisitasnya menurun.

Tabel 4.7 Tingkat Plastisitas Tanah

Deskripsi	Indeks Plastisitas (%)
<i>Non Plastic</i>	0-5
<i>Moderate Plastic</i>	5-15
<i>Plastic</i>	16-35
<i>Highly Plastic</i>	> 35

Sumber: Joseph E. Bowles (1997)

Tabel 4.8 Properti Fisik Tanah Gambut OKI Sumatera Selatan

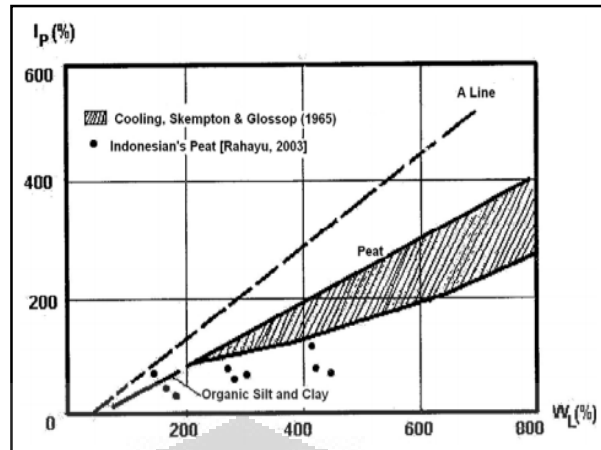
No.	Properti Fisik	Nilai Uji			
		Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Rata-Rata
1.	<i>Specific Gravity</i>	1.6900	1.6355	1.6467	1.6574
2.	<i>Liquid Limit</i>	303.46%	302.43%	-	302.945%
3.	<i>Plastic Limit</i>	183.70%	186.36%	-	185.03%
4.	Indeks Plastisitas	119.76%	116.08%	-	117.92%
5.	<i>Shrinkage Limit</i>	37.95%	35.06%	-	36.505%

Tabel 4.9 Klasifikasi Tanah Kohesif

Deskripsi Kohesi Tanah	Indeks Palstisitas (%)
<i>Cohesionless</i>	< 1
<i>Slightly cohesive</i>	1-10
<i>Medium cohesive</i>	10-20
<i>Cohesive</i>	20-30
<i>Very cohesive</i>	> 30

Sumber: Joseph E. Bowles, 1997

Kemudian sesuai dengan tabel 4.9 maka tanah gambut OKI termasuk dalam jenis tanah sangat kohesif. Tanah gambut termasuk dalam jenis tanah sangat kohesif karena dapat meregang tanpa terjadi regangan dalam jumlah kadar air yang besar. Tanah gambut memiliki indeks plastisitas yang tinggi karena bersifat kohesif, dan memiliki kadar liquid limit yang tinggi juga karena kemampuan tanahnya untuk mengadsorbsi air dalam jumlah tinggi.



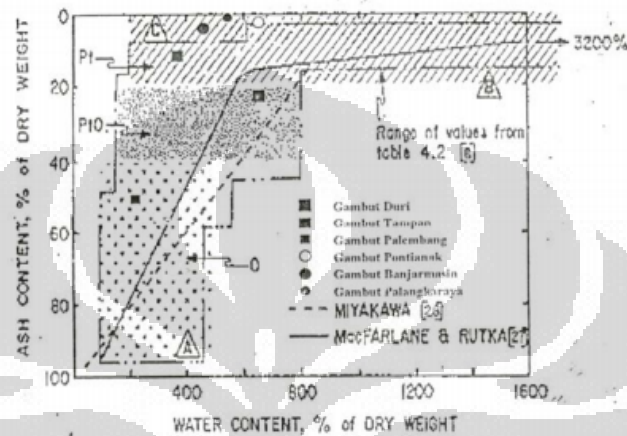
Gambar 4.1 Diagram Plastisitas Pada Tanah Organik

Sumber: Rahayu (2003)

Kemudian properti tanah yang lain adalah *shrinkage limit*. *Shrinkage limit* adalah batas kadar air dimana tanah tidak akan menyusut lagi jika dilakukan penguapan. *Shrinkage index* memperlihatkan seberapa besar sifat susutnya tanah. Tanah gambut memiliki nilai SI yang tinggi karena kemampuan tanah gambut untuk mengadsorbsi air dalam jumlah yang besar.

Kemudian properti tanah yang lain adalah nilai pH. Tanah gambut memiliki tingkat keasaman yang tinggi dibandingkan tanah jenis lainnya. Keasaman tanah gambut disebabkan oleh proses dekomposisi tanah gambut tersebut atau proses humifikasinya. Keasaman juga dapat dipengaruhi oleh drainase air gambut di lahan gambut tersebut. Tanah yang masih dalam tahap humifikasi, nilai pH-nya atau kadar keasaman lebih asam dibandingkan tanah gambut yang telah matang. Tanah gambut di Indonesia berkisar antara 3.0-6.5. Tanah gambut semakin matang maka nilai pH-nya semakin netral. Tanah gambut OKI ini jika dibandingkan tanah gambut Desa Tampan memiliki pH yang lebih netral. Pada kondisi netral mikroba pendekomposisi semakin optimum hidupnya dan dapat memakan serat yang merupakan material yang menyerap air sebagai penghalang friksi antar butiran. Kemudian properti tanah yang lain adalah kadar abu. Terdapat hubungan antara kadar air natural dan kadar abu pada tanah gambut Indonesia yang digambarkan pada grafik di bawah ini yang pernah dilakukan Rico Napitulu, 2000 pada buku *Muskeg*

Engineering. Semakin besar kadar air natural maka kadar abu semakin sedikit. Hal ini sesuai dengan proses humifikasinya, ketika tanah gambut baru mengalami humifikasi sempurna maka sisa tanaman yang ada sedikit, sehingga ketika dilakukan pengovenan maka yang menjadi abu sedikit.



Gambar 4.2 Hubungan Antara Kadar Air dengan Kadar Abu Tanah Gambut

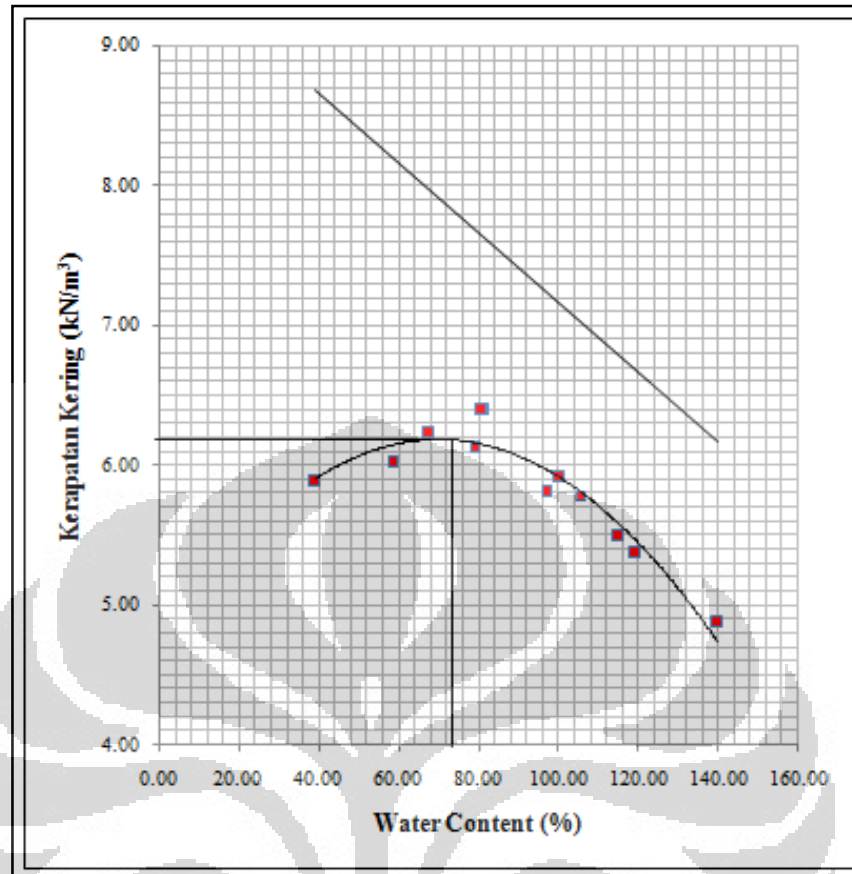
Sumber: Napitulu (2000)

Kemudian properti tanah yang lain adalah warna. Warna gambut disebabkan oleh proses humifikasinya. Proses humifikasi akan menyebabkan kadar serat semakin berkurang dengan dapat dilihat secara kasat mata warna tanah gambut menghitam, yang berarti sebagian tanah telah menjadi humus. Semakin lama proses dekomposisi yang telah terjadi maka warna tanah gambut semakin pekat.

4.4 Analisa Hasil Pemadatan Tanah Gambut Tanpa Campuran

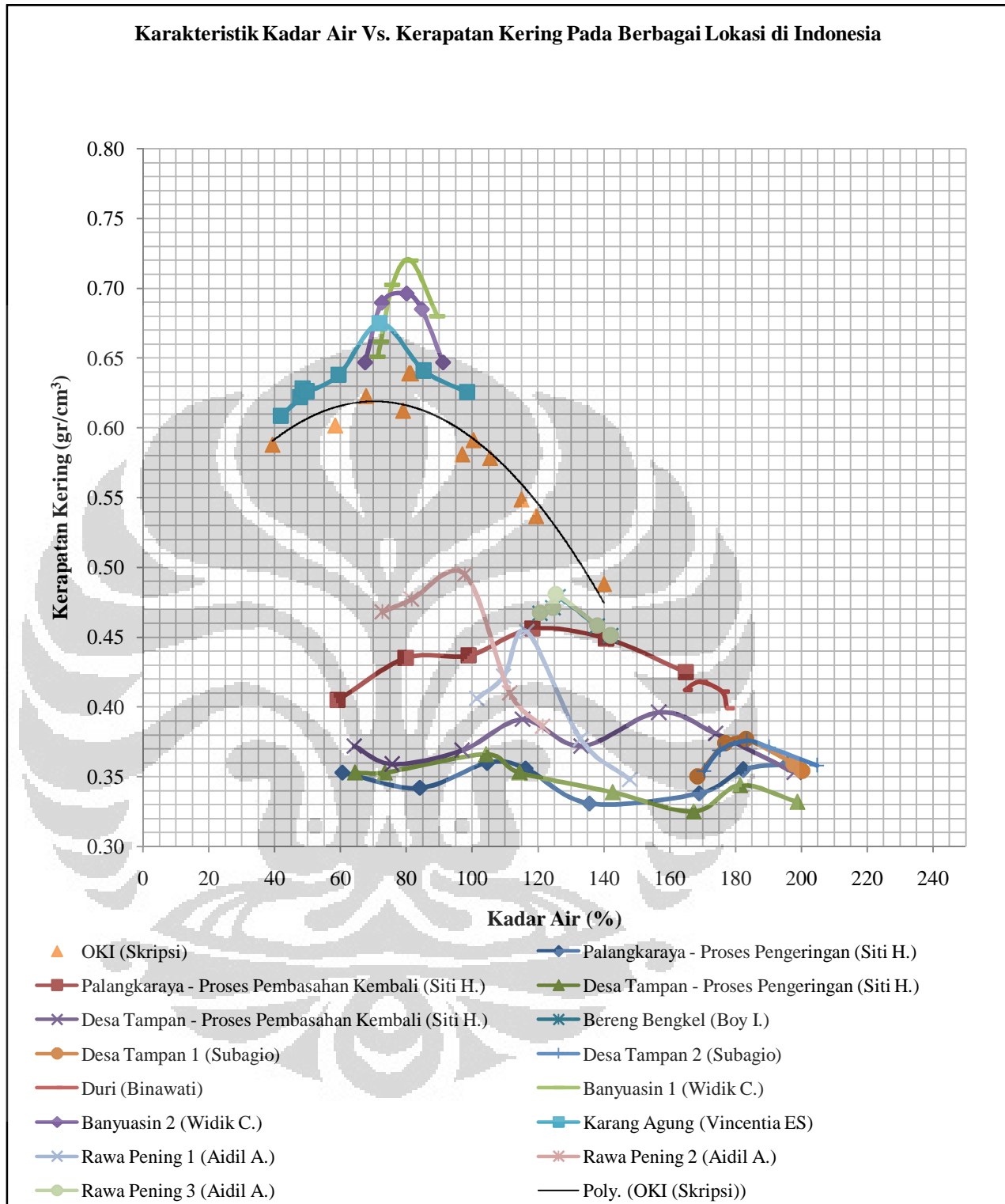
Pada percobaan *compaction*, kurva optimum didapat pada kadar air 76% dengan kerapatan kering 0.62 gr/cm^3 . Kurva optimum adalah kurva dimana dengan kadar air tertentu tanah tersebut mempunyai kepadatan kering maksimum dalam artian usaha pemadatan paling optimum terjadi disini. Pemadatan di bawah kadar air optimum cenderung mempunyai kerapatan kering yang lebih kecil karena adanya kecenderungan tanah untuk terdispersi

atau menyebar, sedangkan usaha pemadatan di atas kadar air optimum juga memiliki kerapatan kering yang lebih kecil karena usaha pemadatan terhalangi oleh semakin banyaknya air yang menghalangi friksi antar butiran akibat usaha pemadatan. Dari gambar 4.3 kita dapat mengetahui bahwa nilai *specific gravity* dari tanah gambut di OKI lebih besar daripada tanah gambut di pulau Kalimantan. Seharusnya properti fisik dari tanah gambut OKI harus lebih bagus dari tanah gambut di pulau Kalimantan. Hal tersebut terbukti dari percobaan *compaction* yang menggambarkan kadar air optimum tanah gambut OKI lebih kecil kadar airnya dengan kerapatan kering yang lebih besar. Hal tersebut bisa jadi karena proses dekomposisinya sudah lebih matang atau proses pembentukannya di area muara sungai, sehingga tanah gambut tercampur dengan lumpur yang dibawa oleh aliran sungai. Analisa proses pembentukannya akan dijelaskan lebih lanjut. Beberapa penelitian terkait dengan pemadatan tanah gambut diberikan pada gambar 4.4. Dari situ dapat dilihat bahwa keadaan tanah gambut OKI dari nilai kerapatan kering dan kadar air optimum menunjukkan bahwa tanah gambut OKI lebih baik dibandingkan dengan tanah gambut yang ada di pulau Kalimantan. Hal tersebut akibat tanah gambut OKI lebih matang atau lebih menyerupai humus sehingga tidak dapat menampung air, kadar serat lebih sedikit, dan kerapatan keringnya lebih tinggi. Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah pembasahan kembali, yaitu tanah dikeringkan di bawah kadar air rencana kemudian dilakukan pembasahan kembali untuk mendapatkan kadar air target yang direncanakan. Pada penelitian ini kadar air target dari rentang 80% sampai 140% didapatkan dari kadar air semula 70%-an, sedangkan untuk kadar air di bawahnya didapatkan dari kadar air mula-mula 30%-an.



Gambar 4.3 Kurva Pemadatan Tanah Gambut OKI
Tanpa Campuran

Pada gambar 4.4 diketahui bahwa pada beberapa jenis gambut memiliki kurva optimum, sedangkan pada kurva lainnya tidak. Kurva optimum ditunjukkan oleh tanah gambut yang berasal dari Provinsi Sumatera Selatan, hal tersebut dapat dikarenakan oleh proses terjadinya gambut yang tercampur oleh lumpur di area muara sungai. Sedangkan untuk tanah gambut yang tidak memiliki kurva yang berasal dari pulau Kalimantan dan Riau disebabkan oleh proses pembentukan gambutnya akibat pasang surut air laut yang airnya masuk ke daratan dan tergenang ketika surut.

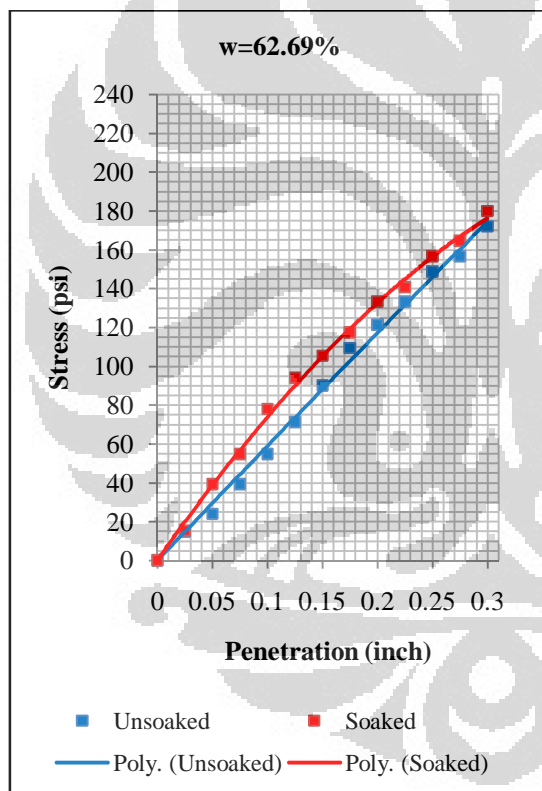


Gambar 4.4 Kerapatan Kering Tanah Gambut Indonesia

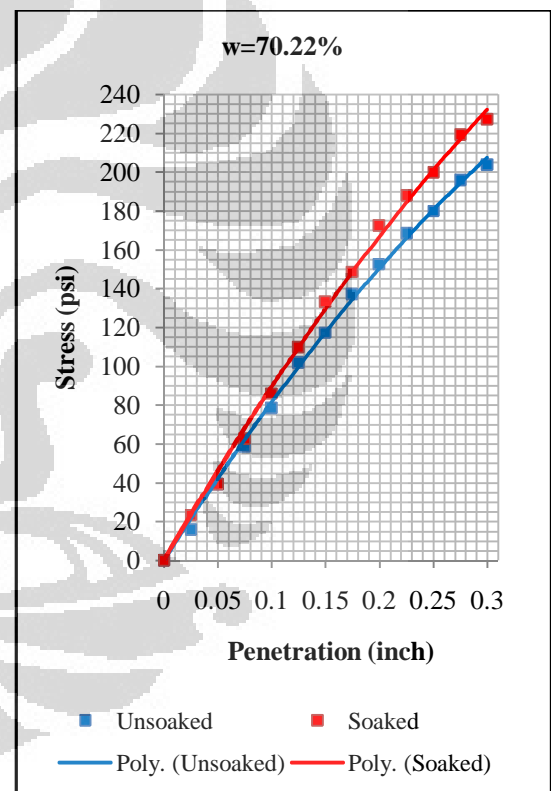
Sumber: Boy Irwandi (1999), S. Hadijah (2006), A. Adha (2009), Subagio (1995), Binawati P. (1996), Widik C. (1996)

4.5 Analisa Nilai *California Bearing Ratio* (CBR) Gambut Tanpa Campuran

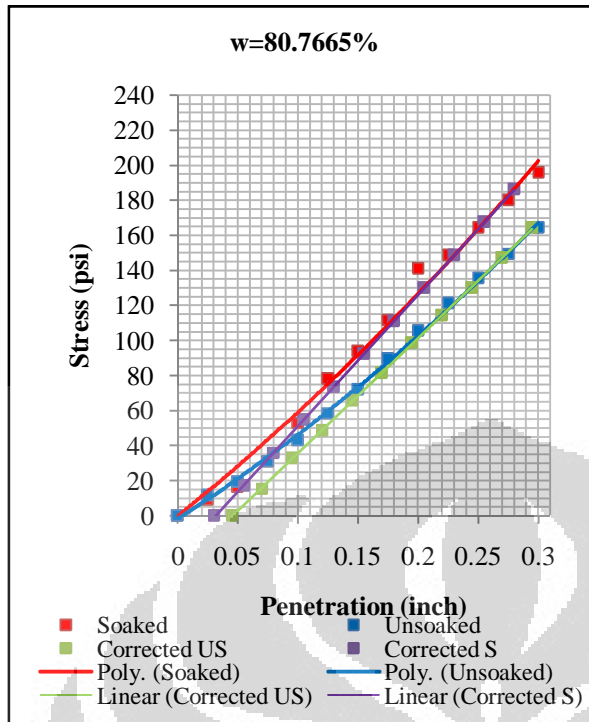
Nilai CBR yang dicari pada penelitian ini adalah nilai CBR yang didapat dari hasil pengujian di atas kadar air optimum dan dibawah kadar air optimum. Terlihat pada tabel 4.5 bahwa tanah gambut OKI dibandingkan tanah gambut pulau Kalimantan mempunyai nilai liquid limit dan plastic limit lebih rendah. Hal ini menandakan bahwa secara porperti mekanik tanah gambut OKI nantinya bakal lebih baik. Jika kondisi tanah tidak dapat mengadsorpsi air dalam jumlah banyak maka tanah akan semakin kuat karena tidak ada penghalang friksi antar butiran oleh air. Berikut data yang didapat dari hasil penelitian yang dilakukan diberikan pada gambar 4.5 sampai 4.12.



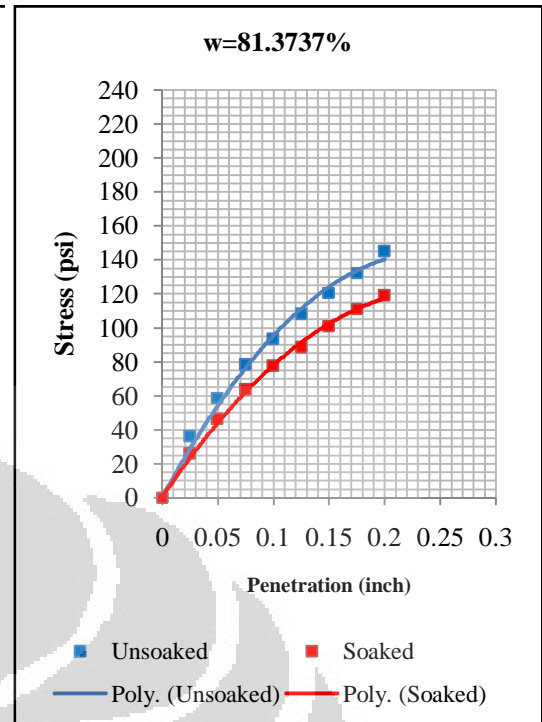
Gambar 4.5 Grafik Nilai CBR Tanpa Campuran
w=62.69%



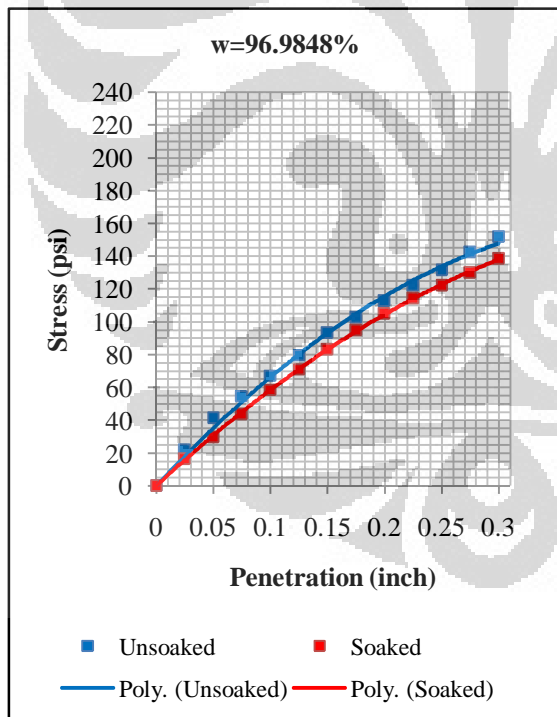
Gambar 4.6 Grafik Nilai CBR Tanpa Campuran
w=70.22%



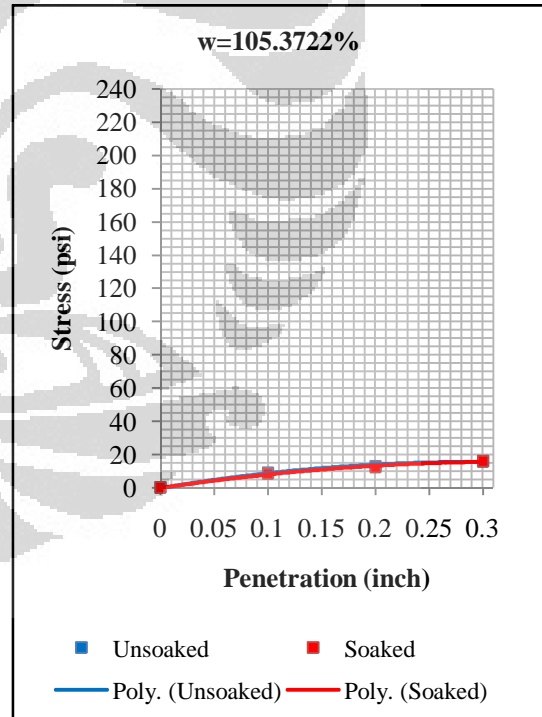
Gambar 4.7 Grafik Nilai CBR Tanpa Campuran w=80.7665%



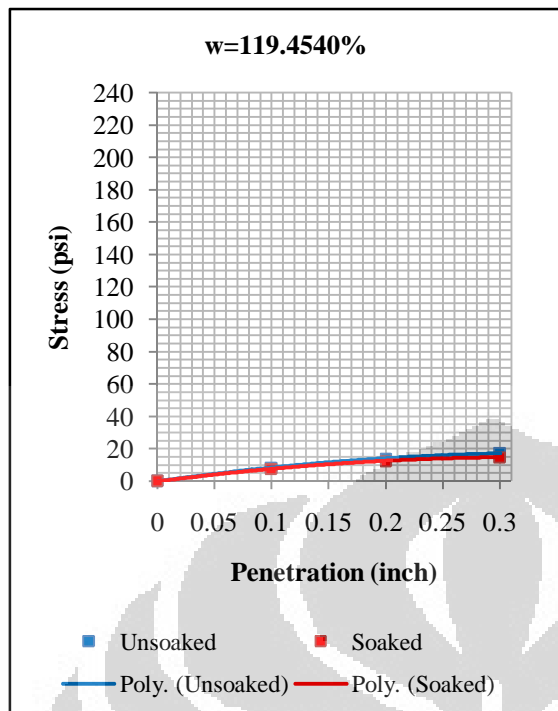
Gambar 4.8 Grafik Nilai CBR Tanpa Campuran w=81.3737%



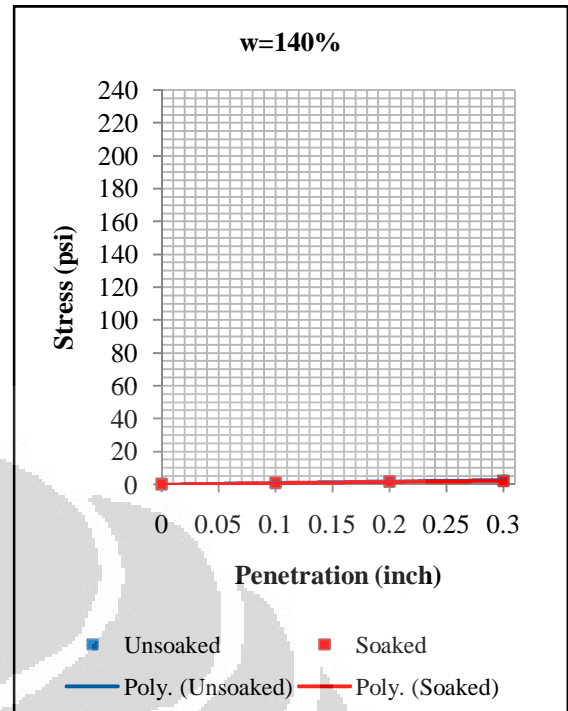
Gambar 4.9 Grafik Nilai CBR Tanpa Campuran w=96.9848%



Gambar 4.10 Grafik Nilai CBR Tanpa Campuran w=105.3722%



Gambar 4.11 Grafik Nilai CBR Tanpa Campuran
w=119.4540%



Gambar 4.12 Grafik Nilai CBR Tanpa Campuran
w=140%

Dari data yang didapat selama penelitian dapat dianalisa bahwa semakin mendekati kadar air optimum pada saat pemadatan, maka nilai CBR *unsoaked* yang didapat akan semakin besar. Hal tersebut berkorelasi dengan kerapatan kering maksimum yang didapat dimana butiran tanah semakin banyak dibandingkan volume yang ditempati oleh air dan udara. Kemudian terdapat pola tertentu untuk kondisi *unsoaked* dan *soaked* pada kondisi tertentu. Nilai CBR dapat meningkat ketika terjadi perendaman atau mengecil tergantung pada kondisi kadar air yang mana pemadatan dilakukan. Tanah yang dipadatkan di bawah kadar air optimum, nilai CBR ketika dilakukan perendaman akan meningkat karena terjadi penguatan ikatan antara butirannya, sehingga dari penelitian CBR yang telah dilakukan nilai *soaked* akan lebih besar daripada nilai *unsoaked*-nya. Sedangkan jika dilakukan pemadatan di atas kadar air optimum maka tanah akan cenderung melunak disebabkan kondisi perendaman membuat tanah melunak akibat masuknya air ke dalam pori-pori tanah. Hasil yang didapat dari percobaan dapat dirangkum pada tabel 4.10 sebagai berikut.

Tabel 4.10 Rangkuman Nilai CBR Unsoaked dan Soaked

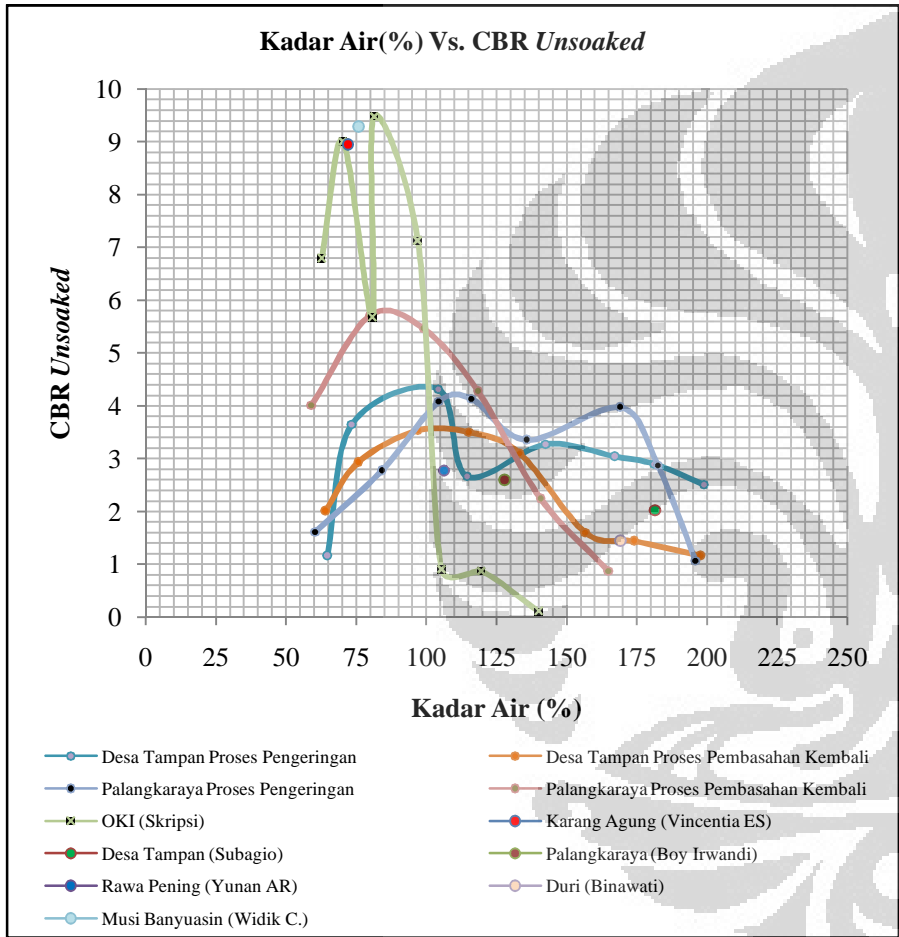
Kadar Air	Unsoaked		Soaked		Swelling
	0.1	0.2	0.1	0.2	
w = 62.69%	5.48	8.09	7.83	8.87	0.27%
w = 70.22%	7.83	10.18	8.61	11.48	0.35%
w = 80.7665%	6.57	8.66	7.36	9.91	0.56%
w = 81.3737%	9.31	9.65	7.75	7.93	0.55%
w = 96.9848%	6.73	7.51	5.87	6.99	0.44%
w = 105.3722%	0.94	0.89	0.86	0.83	-
w = 119.4540%	0.86	0.98	0.78	0.83	-
w = 140%	0.10	0.12	0.08	0.10	-

Dari tabel 4.10 masuknya air ke dalam tanah dapat dilihat pada nilai *swelling*-nya. Semakin besar nilai *swelling* berarti air masuk ke dalam pori-pori tanah dan memperkuat ikatan antar partikel tanahnya. Sedangkan jika nilai *swelling*-nya kecil maka tanah akan melunak dan memperkecil nilai CBR setelah perendaman. Dari tabel 4.11 kita dapat membandingkan nilai CBR yang didapat pada saat penelitian dan penelitian-penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya. Sama seperti penelitian sebelumnya, nilai CBR sangat bergantung pada kerapatan kering maksimum yang didapat. Semakin matangnya gambut maka kerapatan kering meningkat karena tanah gambut semakin berubah menjadi humus. Kemudian nilai batas cair dan *plastic limit* akan menurun karena tanah gambut tidak dapat mengadsorpsi lagi air dalam jumlah yang banyak tanpa terjadi remahan. Kemudian kadar abu akan meningkat dan kadar serat akan menurun. Kadar serat menurun menandakan tanah gambut semakin berubah menjadi humus. Gambut pada dasarnya terdiri dari mikropori dan makropori. Ketika kadar serat menurun maka kemampuan tanah gambut untuk memyerap air akan semakin kecil sehingga kemampuan menahan beban pun semakin besar. Sedangkan kadar abu pun meningkat atau dengan kata lain kadar organik menurun. Kadar organik adalah material gambut yang terbakar terjadi pengovenan dalam suhu tinggi, sedangkan abu tidak. Karena pada dasarnya tanah tidak akan terbakar ketika dilakukan pengovenan. Semakin banyak kadar organik maka kemampuan tanah gambut menerima beban akan semakin lemah.

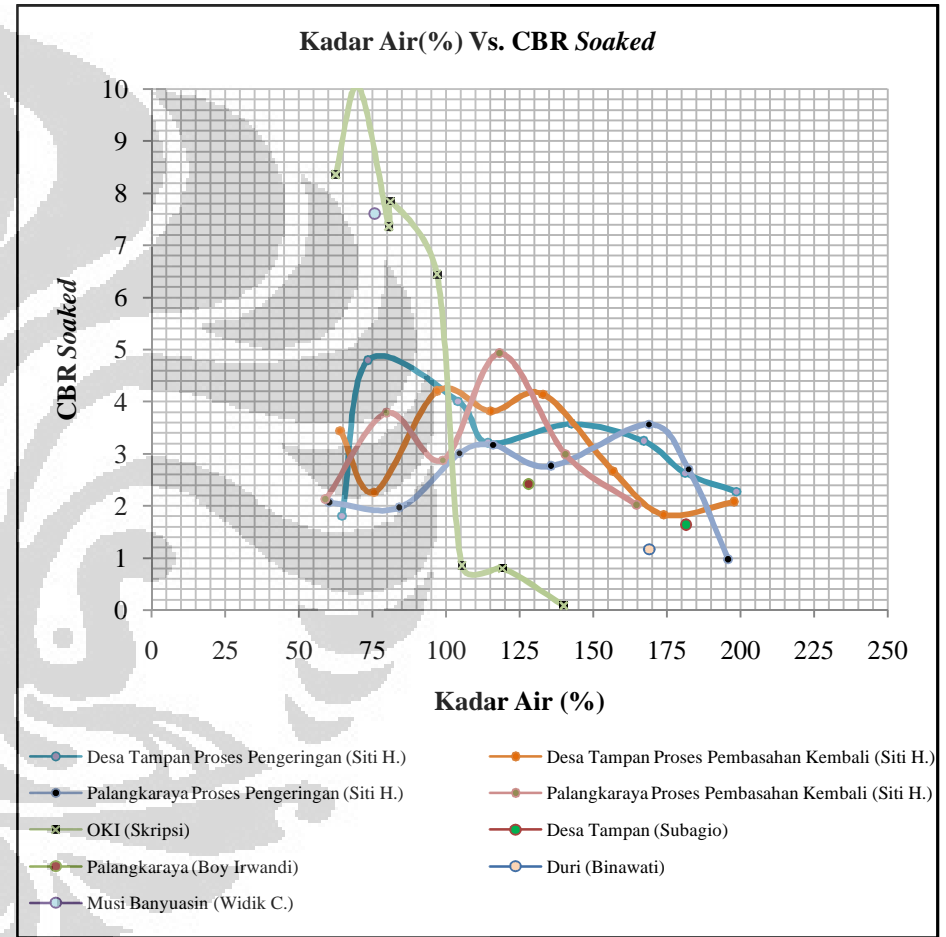
Tabel 4.11 Korelasi Nilai CBR Terhadap Indeks Properti

Parameter	Tampan ^{*x}	Tampan ^{*y}	Palangkaraya ^{*x}	Palangkaraya ^{*y}	Bereng Bengkel	Karang Agung	Tampan	Duri	Musi Banyu Asin	OKI
Range kadar air pepadatan(%)	64.9-198.8	64.2-197.8	60.5-195.9	59.2-164.9	120.59-142.1	41.70-98.46	-	-	-	-
γ_{dry} (g/cm ²)	0.33-0.37	0.35-0.4	0.33-0.36	0.405-0.456	0.45-0.48	0.61-0.68	0.38	0.42	0.73	0.62
CBR US (%)	1.17-4.32	1.17-3.54	1.08-4.14	0.88-5.71	-	-	2.03	1.44	9.28	9.48
CBR S (%)	1.81-4.79	1.84-4.2	0.97-3.57	2.01-4.92	-	-	1.63	1.17	7.6	8.35
Swelling (%)	0.18-1.12	0.04-0.59	0.26-1.3	0.087-0.131	-	-	0.64	0.121	-	0.56
w opt. (%)	104.2	156.7	104.5	118.3	126.11	72	181.5	169.23	72.5	76

Sumber: Siti Hadijah (2006), Boy Irwandi (2000), Vincentia (1997) Subagio (1995), Binawati P. (1996), Widik C. (1996)



Gambar 4.13 Kurva Nilai CBR *Unsoaked* Tanah Gambut Pada Berbagai Lokasi

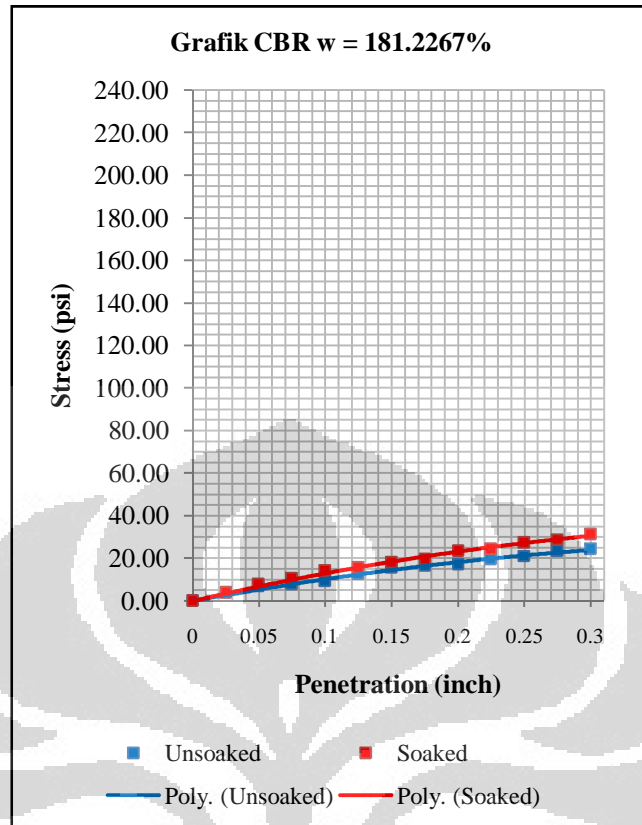


Gambar 4.14 Kurva Nilai CBR *Soaked* Tanah Gambut Pada Berbagai Lokasi

Tabel 4.12 Rangkuman Nilai CBR Unsoaked dan Soaked

Kadar Air	Unsoaked		Soaked		Swelling
	0.1	0.2	0.1	0.2	
w = 62.69%	5.48	8.09	7.83	8.87	0.27%
w = 70.22%	7.83	10.18	8.61	11.48	0.35%
w = 80.7665%	6.57	8.66	7.36	9.91	0.56%
w = 81.3737%	9.31	9.65	7.75	7.93	0.55%
w = 96.9848%	6.73	7.51	5.87	6.99	0.44%
w = 105.3722%	0.94	0.89	0.86	0.83	-
w = 119.4540%	0.86	0.98	0.78	0.83	-
w = 140%	0.1	0.12	0.08	0.1	-

Nilai CBR pada kadar air > 105% ke atas maka tidak terjadi efek pemadatan yang berarti karena kondisi tanah sangat basah sehingga pemadatan tanah terhalang oleh air. Tanah yang digunakan pada penelitian ini dikeringkan terlebih dahulu baru ditambahkan air dengan kadar air rencana. Besar kemungkinan tanah gambut > 105% hanya basah di sekitarnya. Tanah gambut jika terlalu kering maka tidak akan dapat menyerap air dalam jumlah besar lagi karena serat yang ada pada gambut tersebut telah rusak. Kemudian dilakukan CBR dengan kadar air w=181.2267% didapatkan nilai CBR *unsoaked* 1.15. CBR tersebut tidak didapatkan dengan proses pembasahan kembali, tetapi mengeringkan dari kadar air natural sebab kadar air tersebut tidak akan dapat dicapai lagi jika gambut terlalu kering. Sehingga nilai kadar air CBR 105.3722%, 119.4540% dan w=140% seharusnya dapat lebih besar dibandingkan CBR w=181.2267% karena air basah di sekitarnya tidak meresap.



Gambar 4.15 Nilai CBR Tanpa Campuran w = 181.2267%

4.6 Analisa Nilai Kekuatan Gambut Berdasarkan Tes Triaksial CU

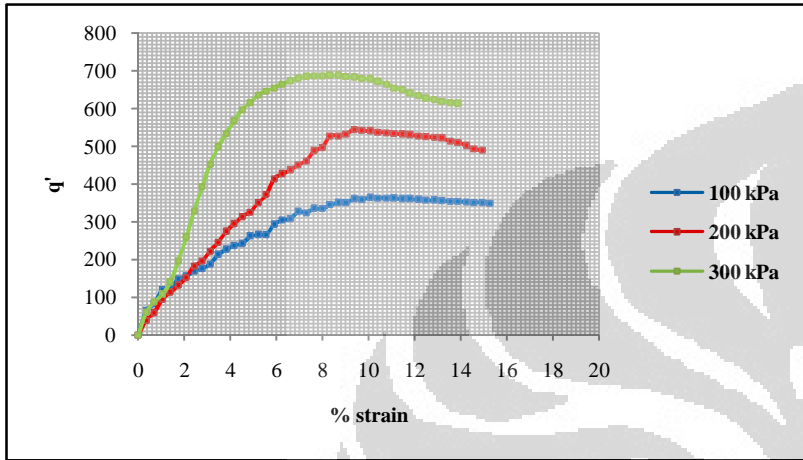
Pada penelitian yang dilakukan untuk mencari nilai CU terlebih dahulu dicari kadar air, didapatkan $w = 77\%$ kemudian dilakukan kondisi *compacted standar*, kemudian dilakukan pengtesan triaksial CU. Dari grafik 4.16 didapat bahwa tanah mengalami kondisi *overconsolidated* ditandai dengan adanya nilai q_0 . Nilai p' vs q' cenderung bergerak ke kiri terlebih dahulu kemudian baru ke kanan. Hal tersebut dipengaruhi oleh tekanan air pori. Ketika tanah belum mengalami keruntuhan atau kondisi awal saat pengtesan tekanan air pori akan naik sampai kondisi tunak. Ketika terjadi keruntuhan maka tekanan air pori bisa menurun kemudian stabil pada harga tertentu. Hal ini disebabkan ketika tanah runtuh tanah mengembang dan terdapat pembesaran ruangan pori sehingga tekanan air pori menurun. Korelasi tersebut berpengaruh pada pola pergerakan p' vs q' . Kondisi *overconsolidated* juga ditandai dengan nilai $p' > q'$ karena tanah lebih kaku dan menghasilkan nilai $p' > q'$ berbeda dengan *normally consolidated*. Beberapa penelitian telah

dilakukan dalam kondisi *normally consolidated*. Dari penelitian sebelumnya didapatkan bahwa pada kondisi *normally consolidated* maka tanah tidak mempunyai tahanan awal. Sedangkan pada kondisi *overconsolidated* tanah cenderung lebih kaku. Dari penelitian yang dilakukan didapatkan nilai M dan q_0 -nya. Nilai M yang didapat adalah $M = 1.391$ dan $q_0 = 111.2$. Kemudian dikorelasikan dengan formula untuk mendapatkan sudut geser dan kohesinya yaitu:

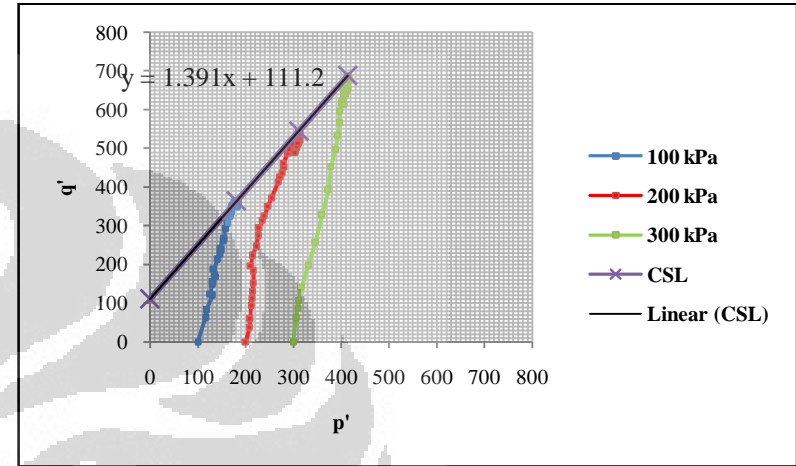
$$\sin\phi' = \left[\frac{3M}{6+M} \right] \quad (4.1)$$

$$c' = \left[\frac{3-\sin\phi'}{6-\sin\phi'} \right] q_0 \quad (4.2)$$

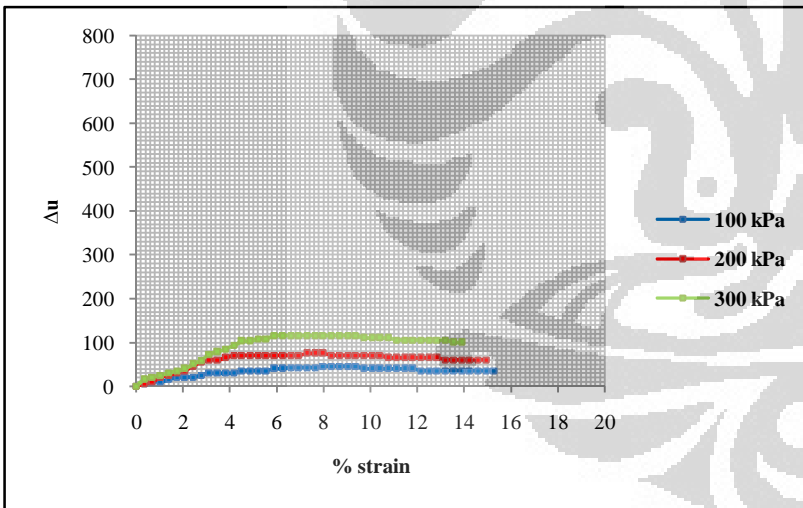
sehingga didapatkan $\phi = 34.37491^\circ$ dan $c = 49.82451$. Pada penelitian yang dilakukan oleh Anita Shelly pun menggambarkan bahwa nilai $p' > q'$ akibat kondisi *compacted*. Kondisi *compacted* membuat tanah lebih kaku dibandingkan kondisi *normally consolidated*. Perbedaan dengan kondisi *overconsolidated* adalah pada kondisi tersebut tanah dibuat terkonsolidasi lebih tinggi dibandingkan kondisi pada saat kompresi sehingga cenderung tekanan air pori akan turun karena air pori mengalami kecenderungan masuk ke dalam pori-pori yang kosong akibat pengurangan air pori berlebihan pada saat proses konsolidasi. Sedangkan kondisi *compacted* adalah kondisi pemadatan dengan memaksimalkan friksi antar butiran sehingga kekuatan tanah yang didapat akan semakin besar dan tanah semakin kaku. Dari nilai $\phi = 34.37491^\circ$ kita dapat mengklasifikasikan tanah hasil *compacted* ini termasuk dalam *medium dense* dari tabel 4.13. Kondisi pemadatan pada kadar air tertentu membuat gambut lebih rapat dibandingkan kondisi aslinya yang mempunyai sudut geser sangat rendah. Sedangkan dari nilai kohesinya berdasarkan tabel 4.14, yaitu $c = 49.82451$ kPa sehingga $Q_u = 99.64902$ kPa = 9.964902 kg/cm² sehingga kekakuannya termasuk dalam kategori *hard*.



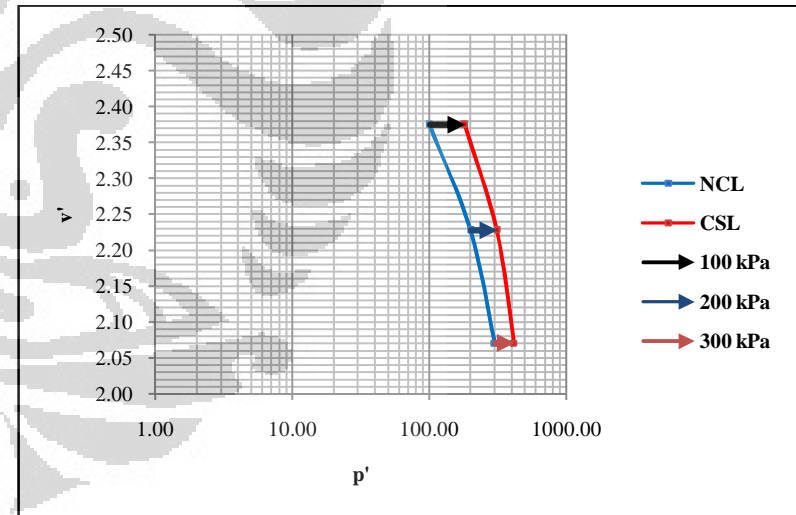
(a) %strain vs q'



(b) p' vs q'



(c) %strain vs Δu



(d) p' vs v'

Gambar 4.16 Hasil Tes Triaksial CU Tanah Gambut Tanpa Campuran $w = 77\%$

Kekuatan tanah akan semakin kuat ketika tekanan kekangannya semakin besar karena tanah akan bersifat semakin kaku. Dari grafik %*strain* vs q' berdasarkan tabel 4.15 maka didapatkan bahwa tanah dengan tekanan kekangan yang lebih besar menghasilkan tegangan deviator yang lebih besar. Tanah akan runtuh pada saat tegangan deviatornya mencapai maksimum. Seperti halnya sifat material, tanah pun demikian. Tanah dengan kekangan yang lebih besar akan menghasilkan tegangan deviator maksimum yang lebih besar dengan %*strain* pada saat keruntuhan lebih kecil dibandingkan dengan tekanan kekangan yang lebih kecil. Kondisi *compacted* tanah gambut melalui uji triaxial pernah dilakukan oleh Andhika Ajengtyas S. yang melakukan penelitian terhadap tanah gambut Palangkaraya. Parameter yang didapat yaitu sebagai berikut untuk kadar air proses pembasahan kembali, kadar air $w = 80\%$ didapatkan nilai $M = 0.56$ dan $q_0 = 245.51$ kPa; $w = 100\%$ didapatkan nilai $M = 0.79$ dan $q_0 = 160.69$ kPa; dan $w = 120\%$ didapatkan nilai $M = 1.07$ dan $q_0 = 113.17$ kPa. Sedangkan untuk metode proses pengeringan untuk kadar air $w = 80\%$ didapatkan nilai $M = 0.97$ dan $q_0 = 83.026$ kPa; $w = 100\%$ didapatkan nilai $M = 1.49$ dan $q_0 = 33.36$ kPa; dan $w = 120\%$ didapatkan nilai $M = 1.47$ dan $q_0 = -4.30$ kPa.

Tabel 4.13 Nilai Sudut Geser Tanah Berdasarkan Peck dan Meyerhof

SPT-N Value	Compactness	Relative Density Dr (%)	Φ	
			Peck	Meyerhof
4	<i>Very Loose</i>	< 20	< 28.5	< 30
4-10	<i>Loose</i>	20-40	28.5-30	30-35
10-30	<i>Medium Dense</i>	40-60	30-36	35-40
30-50	<i>Dense</i>	60-80	36-41	40-45
50	<i>Very Dense</i>	80-100	> 41	> 45

Tabel 4.14 Tabel Terzaghi

SPT-N Value	Consistency	Qu (kg/cm ²)
< 2	Very Soft	< 0.25
2-4	Soft	0.25-0.5
4-8	Medium Stiff	0.5-1
8-16	Stiff	1-2
16-32	Very Stiff	2-4
> 32	Hard	> 4

catatan: $c' = \frac{1}{2}Q_u$

Tabel 4.15 Korelasi %strain vs q' Maksimum

σ'_3	%strain	q'
$\sigma'_3 = 100$ kPa	10.0694	363.5072
$\sigma'_3 = 200$ kPa	9.3750	544.4874
$\sigma'_3 = 300$ kPa	8.3333	688.1173

Nilai tekanan air pori pada saat pengetesan akan meningkat kemudian akan stabil pada harga tertentu kemudian menurun. Pada saat terjadi kompresi maka terjadi penyusunan kembali kerangka tanah sehingga ruang pori mengecil sehingga tekanan air pori meningkat. Semakin tinggi tekanan isotropis maka beban yang dapat diberikan kepada semakin besar, hal tersebut membuat tanah dapat memampat lebih dibandingkan dengan tekanan isotropis yang lebih rendah. Sedangkan ketika terjadi runtuh maka ruang pori akan mengembang sehingga terjadi penurunan tekanan air pori. Nilai $\Gamma = 4.169 > N = 3.629$ disebabkan tanah mengalami perkerasan akibat pemadatan yang dilakukan dalam artian tanah memiliki tahanan yang lebih besar dibandingkan dengan kondisi *normally consolidated*. Kemudian nilai $\lambda_{CSL} = 0.344 > \lambda_{NCL} = 0.27$ hal ini disebabkan karena dengan tegangan isotropis yang lebih tinggi maka air pori pada tanah akan keluar lebih banyak sehingga tanah semakin kaku dan menghasilkan kekuatan tanah yang lebih besar.

4.7 Analisa Properti Fisik Tanah Gambut Setelah Dilakukan Campuran Dengan Mikroorganism

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian oleh Siti Muslikah (2011) dengan proporsi campuran EM4. Pemberian campuran tersebut berdasarkan volume wadah penginjeksian. Volume cawan sebagai tempat yang dilakukan untuk penginjeksian adalah berdiameter 8.82 cm dan tinggi 3.62 cm. Kemudian kadar air naturalnya adalah 495.671%. Kemudian dirangkum dari tabel 3.9 terlihat proporsi perbandingan dari pencampuran yang dilakukan sebelumnya. Sifat tanah gambut yang jelek membuat perlu dilakukannya stabilisasi. Stabilisasi pada intinya adalah upaya untuk menurunkan batas cair (*liquid limit*), menurunkan kadar air optimum, menaikkan berat isi kering maksimum, menaikkan nilai kepadatan dengan naiknya nilai CBR, dan menaikkan nilai ϕ dan nilai c hasil dari pengujian tiraksial. Dari tabel 4.16 kita dapat mengetahui bahwa terdapat peningkatan jumlah mikroorganism sebelum dan setelah dilakukan pemeraman. Hal tersebut dikarenakan karena penambahan pupuk hayati yang diberikan kepada tanah gambut saat proses pemeraman. Pemberian pupuk hayati menambah jumlah mikroba yang sedia kala berfungsi untuk merombak dan mendekomposisi serat tanah gambut tersebut. Kemudian dari tabel 4.16 diketahui bahwa terdapat pengurangan jumlah kadar serat sebelum dan sesudah dilakukan penambahan mikroba. Hal itu berkaitan karena adanya penambahan jumlah mikroba tersebut berdampak aktivitas yang dilakukan mikroba dalam memakan serat gambut. Sehingga kadar serat gambut menjadi berkurang. Kemudian dari tabel 4.16 terlihat bahwa terjadi pengurangan nilai *specific gravity*, hal tersebut karena mikroba memakan serat-serat gambut dan mempercepat proses dekomposisi yang terjadi pada gambut sehingga gambut berubah menjadi humus. Dampak berubahnya tanah gambut menjadi humus adalah berkurangnya bobot beratnya ditandai dengan nilai G_s yang semakin menurun. Hal tersebut karena penambahan EM4 menambah organik pada gambut tersebut sehingga G_s -nya berkurang. Dalam artian massa tanah menurun walaupun perubahan sangat kecil, tetapi dari waktu pemeraman yang telah dilakukan terdapat kecenderungan menurunnya nilai *specific gravity*.

Menurunnya nilai *specific gravity* disebabkan oleh semakin porositnya tanah menyebabkan tanah menjadi lebih ringan akibat serat yang ada pada tanah gambut termakan oleh aktivitas mikroba tersebut.

Kemudian dari tabel di 4.16 terlihat bahwa terjadi penurunan nilai *liquid limit* dalam artian tanah tidak dapat megabsorpsi air dalam jumlah banyak lagi. Hal ini disebabkan oleh semakin berkurangnya kandungan serat pada tanah gambut untuk mengadsorpsi air sehingga batas cairnya menurun. Kemudian nilai *plastic limit*-nya bertambah, hal tersebut karena tanah gambut tersebut telah termakan seratnya sehingga tanah tidak dapat mengadsorpsi air dalam jumlah banyak sehingga berakibat tanah menjadi semakin kaku. Sedangkan nilai *shrinkage limit* meningkat dikarenakan karena pada ketukan yang sama tanah yang telah diberikan mikroba dengan waktu pemeraman 1 bulan lebih banyak air yang dibutuhkan untuk membuatnya mencapai ketukan tersebut. Hal tersebut disebabkan tanah semakin kaku.

Tabel 4.16 Propeti Fisik Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan Tanpa Campuran & Setelah Pencampuran

Pengujian	Sebelum Ditambahkan Mikroorganisme & Pupuk Hayati	Setelah Ditambahkan Mikroorganisme & Pupuk Hayati					(Berdasarkan Berat Kering)	
		(Berdasarkan Volume)						
		A1	A2	A3	A4	A5	1#	
Total Mikroorganisme	8.0556×10^6	3.800×10^7	2.653×10^7	1.120×10^8	5.500×10^8	3.800×10^7	1.94×10^7	
Kadar Serat	32.60	23.81	27.27	26.67	19.51	24.44	-	
Kadar Serat	Tidak Digerus	75.00	-	-	-	-	-	25.58
	Digerus	25.00	-	-	-	-	-	2.33
SG	1.6574	-	-	-	-	-	1.5097	
<i>Liquid Limit</i>	302.945%	-	-	-	-	-	248.245%	
<i>Plastic Limit</i>	185.03%	-	-	-	-	-	191.39%	
Indeks Plastisitas	117.92%	-	-	-	-	-	56.855%	
<i>Shrinkage Limit</i>	36.505%	-	-	-	-	-	64.045%	

*keterangan:

A : Tanah Gambut

A1 : Tanah Gambut + Mikroorganisme Asli 15%

A2 : Tanah Gambut + Mikroorganisme Asli 30%

A3 : Tanah Gambut + Mikroorganisme Asli 5% + EM4 5% + P2000Z 5%

A4 : Tanah Gambut + Mikroorganisme Asli 10% + EM4 10% + P2000Z 10%

A5 : Tanah Gambut + EM4 15% + P2000Z 15%

1# : Tanah Gambut + EM4 20%

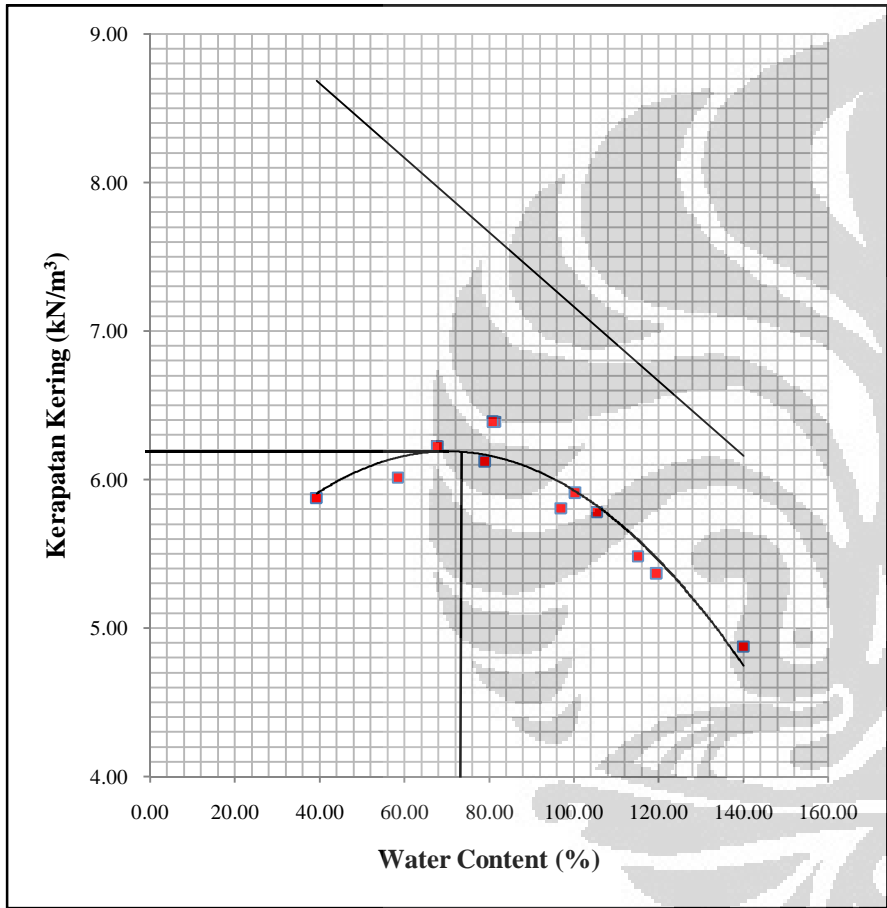
4.8 Analisa Properti Mekanik Tanah Gambut Setelah Dilakukan Campuran Dengan Mikroorganisme

Dari tabel 4.17 terlihat bahwa terjadi penurunan nilai *%water content* optimum, hal tersebut dikarenakan kandungan serat berkurang akibat proses dekomposisi yang dilakukan oleh mikroba sehingga gambut semakin berkurang kemampuan menyimpan air, kemudian tanah berubah menjadi humus sehingga bobotnya berkurang ditandai dengan γ_{dry} maksimum yang menurun. Pengurangan γ_{dry} juga dapat terindikasikan oleh G_s yang menurun pada percobaan sebelumnya. Kemudian dari tabel 4.17 kita dapat mengetahui bahwa terdapat penurunan nilai CBR. Hal ini disebabkan karena gambut dipercepat dekomposisinya dan berubah menjadi tanah sehingga tidak dapat menampung air dalam jumlah yang banyak yang berakibat pada kadar air optimum yang mengecil, namun karena porositasnya bertambah maka γ_{dry} maksimum dapat diketahui juga dari nilai SG yang didapat. Oleh sebab itu partikel tanah dalam satuan volume setelah dilakukan penamabahan mikroba lebih sedikit yang masuk dalam suatu volume mengakibatkan jumlah tanah yang menahan pada saat tes CBR semakin sedikit mengakibatkan nilai tersebut turun. Sedangkan nilai *swelling* bertambah diakibatkan oleh porositas yang bertambah sehingga air dapat menyerap lebih banyak mengisi kekosongan pada pori-pori tanah tersebut. Kemudian dari tabel 4.17 kita dapat mengetahui terdapat perubahan nilai parameter triaxial CU setelah dilakukan pencampuran EM4. Hal tersebut terjadi karena penambahan mikroba merubah struktur dari tanah gambut tersebut. Berdasarkan tabel 4.17 dapat dilihat bahwa untuk pencampuran dengan EM4 kecenderungan yang didapat tidak terlalu kelihatan. Nilai properti mekanik yang tidak terlalu berubah dapat disebabkan

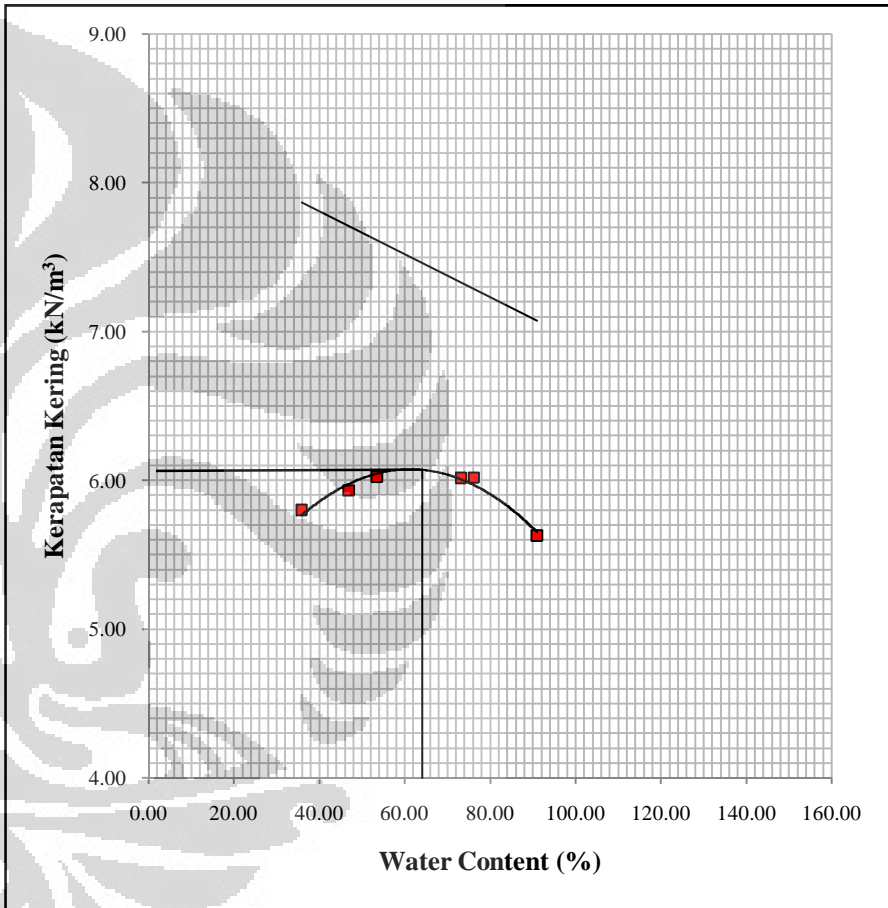
pada proses pencampurannya yaitu setelah dilakukan pemeraman dikeringkan kembali sehingga tanah berubah seperti kondisi semula. Kemudian EM4 ini biasanya dilakukan pada tanah biasa yang relatif kering lembab sehingga mikroorganisme dapat berlangsung secara efektif ditandai dengan perubahan tanah dengan mencapai suhu 30°C sampai 60°C. Pada tanah gambut dengan kadar air natural hal tersebut tidak terjadi karena kondisi awal tanah yang sangat basah tidak memungkinkan untuk mencapai kondisi tersebut, yaitu kondisi tanah dingin pada saat pengujian.

Tabel 4.17 Properti Mekanik Tanah Gambut Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan Tanpa Campuran & Setelah Pencampuran

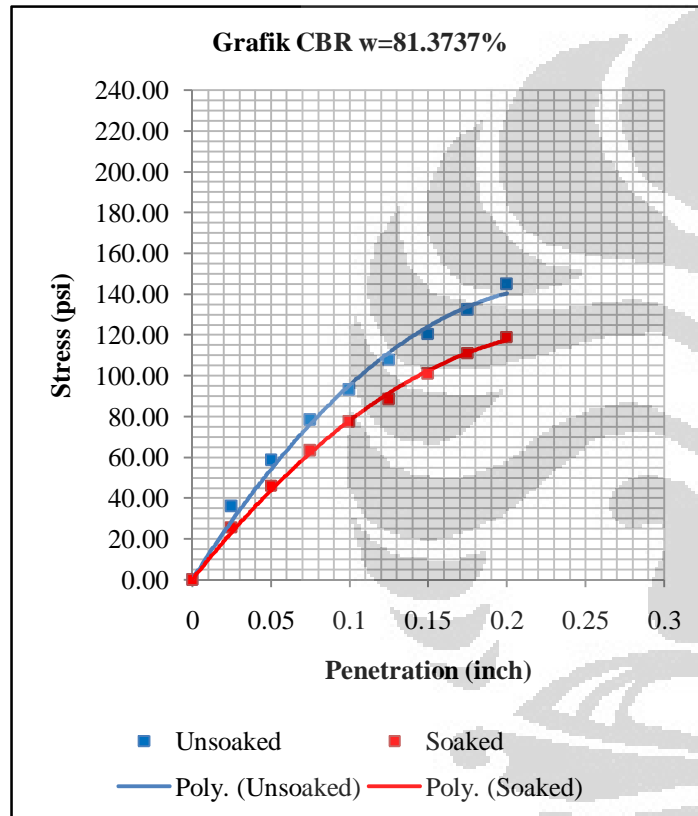
Properti Fisik		Murni	1 Bulan
%w _{optimum}		78%	64%
γ_{dry} maksimum		6.2 kN/m ³	6.1 kN/m ³
CBR <i>Unsoaked</i>		9.48	7.11
CBR <i>Soaked</i>		7.84	6.60
<i>Swelling</i>		0.55%	0.64%
M		1.391	1.421
q ₀		111.2	136.8
%strain	$\sigma_3 = 100$ kPa	10.0694	10.4167
	$\sigma_3 = 200$ kPa	9.3750	9.7222
	$\sigma_3 = 300$ kPa	8.3333	9.0278
p'	$\sigma_3 = 100$ kPa	181.1691	171.2881
	$\sigma_3 = 200$ kPa	311.4958	333.7684
	$\sigma_3 = 300$ kPa	414.3724	487.7174
q'	$\sigma_3 = 100$ kPa	363.5072	315.8642
	$\sigma_3 = 200$ kPa	544.4874	611.3052
	$\sigma_3 = 300$ kPa	688.1173	830.1522
Δu	$\sigma_3 = 100$ kPa	40	34
	$\sigma_3 = 200$ kPa	70	70
	$\sigma_3 = 300$ kPa	115	89



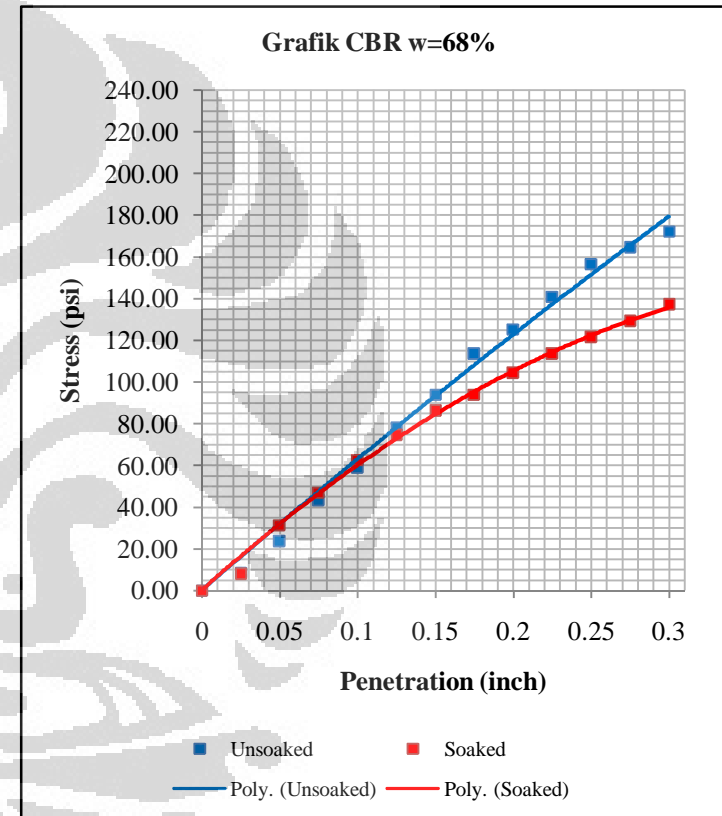
Gambar 4.17 Kurva Pemadatan Tanah Gambut Murni Tanpa Campuran



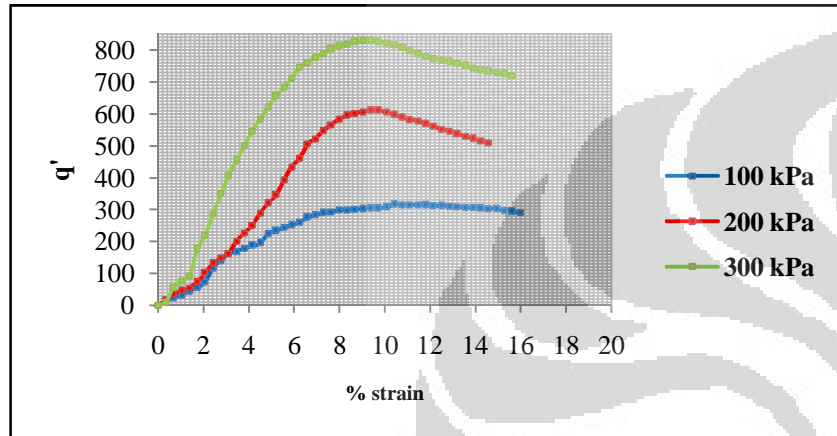
Gambar 4.18 Kurva Pemadatan Tanah Gambut Dengan Campuran Pemeraman 1 Bulan



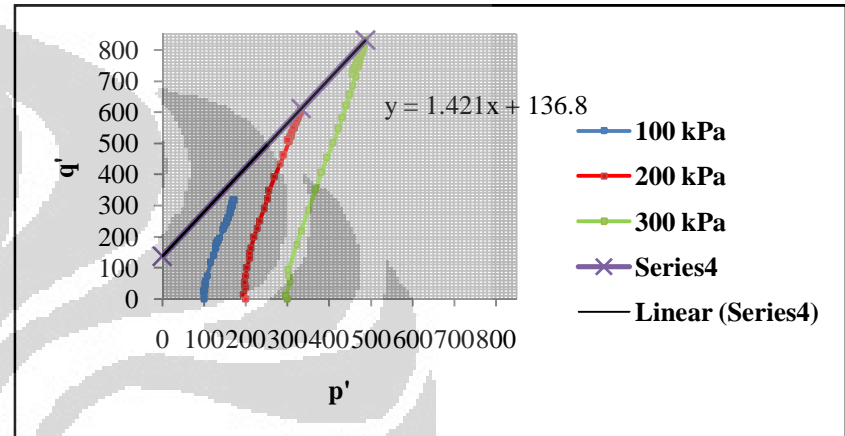
Gambar 4.19 Kurva CBR Optimum Tanah Gambut Murni Tanpa Campuran



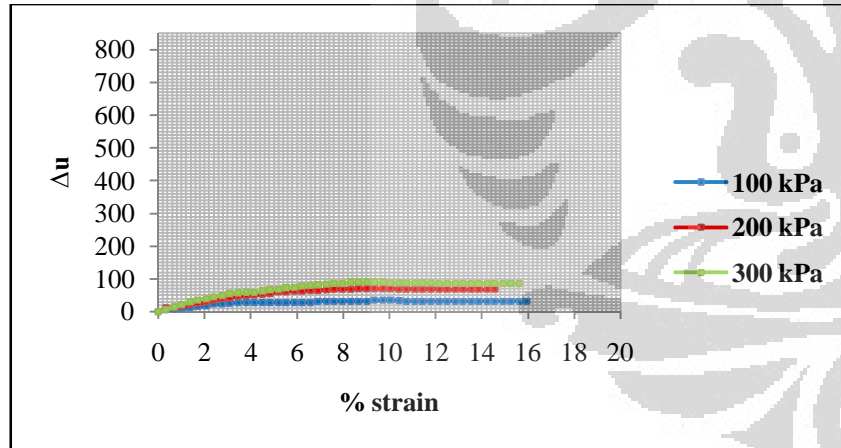
Gambar 4.20 Kurva CBR Optimum Tanah Gambut Dengan Campuran Pemeraman 1 Bulan



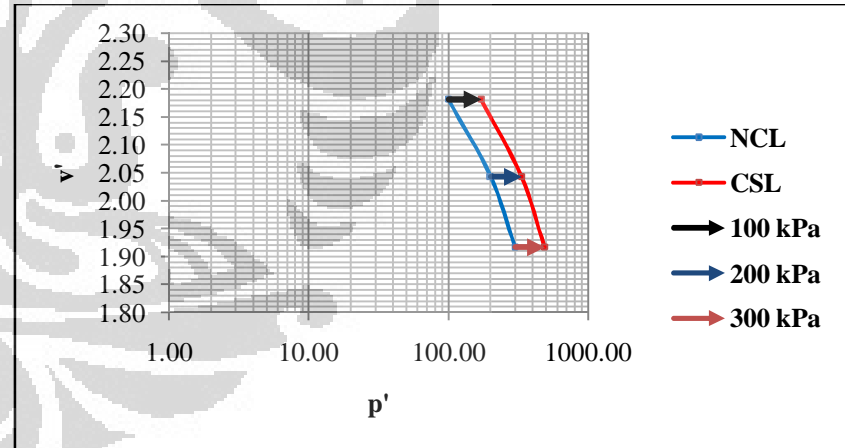
(a) %strain vs q'



(b) p' vs q'



(c) %strain vs Δu



(d) p' vs v'

Gambar 4.21 Hasil Tes Triaksial CU Tanah Gambut Dengan Campuran Pemeraman 1 Bulan $w=66\%$

BAB 5

KESIMPULAN & SARAN

5.1 Kesimpulan

- Pengaruh penggunaan urea (EM4) pada pengujian properti fisik dapat disimpulkan bahwa telah terjadi perubahan, mulai dari *specific gravity* yang semakin mengecil karena penambahan jumlah organik, *atterberg limit* yang berubah walaupun dengan nilai tidak signifikan, jumlah total mikroorganisme bertambah akibat aktivitas mikroorganisme yang berkembang biak, dan kadar serat menurun akibat aktivitas mikroorganisme.
- Pengaruh penggunaan urea (EM4) pada pengujian properti mekanisnya, yaitu nilai pemadatan, CBR, dan parameter triaxial CU belum terjadi perubahan yang signifikan, atau hampir sama sekali tidak terjadi perubahan. Pemberian EM4 kurang efektif sebagai bahan stabilisasi utama tidak baik untuk memperbaiki sifat mekanis tanah gambut, sehingga dirasa penggunaan mikroorganisme asli tanah gambut dirasa memiliki peranan penting dalam bagian untuk mendegradasi tanah gambut.

5.2 Saran

- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai campuran efektif untuk tanah gambut ini, yaitu dengan pemberian mikroorganisme asli tanah gambut tersebut, yaitu pemberian mikroorganisme asli tanah gambut.
- Pada percobaan ini hanya dilakukan sedikit sampel sehingga potensi data bias kemungkinannya besar.
- Teknik pencampurannya diperhatikan lagi dan dicaritahu bagaimana efektifnya yang harus dilakukan. Urea (EM4) yang dicampurkan pada tanah gambut sebaiknya tidak dicampurkan pada kadar air natural karena tidak efektif untuk dilakukan, tetapi pada kondisi optimal yang dapat dilakukan agar proerti mekanik yang diinginkan dapat terjadi.

- Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menurunkan kadar air tanah gambut pada saat pencampuran terlebih dahulu sehingga didapatkan kondisi optimal pencampuran kemudian baru diberikan pemberian mikroorganisme tanah gambut asli secara injeksi sehingga diharapkan hasilnya akan optimal.



DAFTAR PUSTAKA

- Adha, Aidil (2009), *Pengaruh Penambahan Abu Batubara (Fly Ash) Pada Tanah Gambut Terhadap Kapasitas Dukung Tanah*, Skripsi Fakultas Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Ahmad, Mauli (2000), *Pengaruh Konsolidasi Berlebihan (OCR 4, 6, 8) Terhadap Lintasan Tegangan Pada Tanah Gambut Kondisi Consolidated Undrained*, Skripsi Departemen Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok.
- Ajengtyas, Andhika (2006), *Studi Karakteristik Geser Tanah Gambut Yang Dipadatkan pada Kadar Air Rendah*, Skripsi Departemen Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok.
- Ambadar, Helmi (2002), *Penggunaan Bahan Stabilisasi Peat Solid pada Pematatan Gambut dengan Uji Triaksial dalam Kondisi Terkonsolidasi Terdrainasi*, Skripsi Departemen Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok.
- Andromeda, Johan (1999), *Pengaruh Konsolidasi Berlebihan terhadap Lintasan Tegangan pada Tanah Gambut dalam Kondisi Terkonsolidasi Tak Terdrainasi*, Skripsi Departemen Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok.
- Armansyah, Yudi (2000), *Perbandingan Kekuatan Geser Tanah Gambut dengan Abu Gambut + Lempung pada Beberapa Variasi Campuran pada Kondisi Compacted Consolidated Undrained*, Skripsi Departemen Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok.
- Atkinson, J.H. dan P.L. Bransby, (1978), *The Mechanics of Soils*, Penerbit McGraw-Hill, UK.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN), (2004), *Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik*, SNI 19-7030-2004.
- Bowles, Joseph E., (1989), *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah Edisi Kedua trans.* Johan K. Hainim, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Budhu, Muni (2010), *Soil Mechanics and Foundations*, Penerbit John Wiley & Sons, New York.

- Cipthadi, Widik (1996), *Stabilisasi Tanah Gambut dengan Bahan Kimia Cair Consolid*, Skripsi Departemen Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok.
- Craig, R.F., (1994), *Mekanika Tanah Edisi Keempat trans.* Budi Susilo S., Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Das. Braja, M., (1991), *Principles of Geotechnical Engineering trans.* Noor Endah dan Indrasurya B. Mochtar, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Dunn, I.S., (1992), *Dasar-Dasar Analisis Geoteknik trans.* Achmad Toekiman, Penerbit IKIP Semarang Press, Semarang.
- Endah, Vincentia (1997), *Stabilisasi Tanah Gambut Karang Agung Sumatera Selatan dengan Bahan Supercement dan Analisa Kimia Campuran Stabilisasinya*, Skripsi Departemen Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok.
- Gunawan, Anggoro Aji (1999), *Parameter Lintasan Tegangan Pada Tanah Gambut Dengan Kondisi Terkonsolidasi Terdrainasi*, Skripsi Departemen Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok.
- Hadijah, Siti (2006), *Perilaku Kepadatan Tanah Gambut Akibat Proses Pengeringan dan Pembasahan Kembali*, Skripsi Departemen Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok.
- Irwandi, Boy (2000), *Stabilisasi Tanah Gambut dengan Menggunakan Peatsolid*, Skripsi Departemen Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok.
- Karuniani, Juke Illafi (1999), *Pengaruh Perbandingan Abu Gambut + Lempung Terhadap kekuatan Geser Pada Kondisi Tak Terkonsolidasi Tak Terdrainasi*, Skripsi Departemen Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok.
- Kuwatno, Darpin (2000), *Perbandingan Penggunaan Teori Kondisi Kritis dan Teori Mohr Coulomb untuk Tanah Gambut*, Skripsi Departemen Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok.
- Lambe, T. William dan Robert V. Whitman (1969), *Soil Mechanics*, Penerbit John Wiley & Sons, New York.
- Muslikah, Siti (2011), *Studi Degradasi Tanah Gambut oleh Mikroorganisme untuk Proses Konsolidasi Tanah*, Tesis Departemen Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok.

- Napitupulu, Rico (2000), *Studi Literatur Karakteristik Tanah Gambut Daerah Riau, Sumatera Selatan, dan Kalimantan (Kalbar, Kalsel, Kalteng)*, Skripsi Departemen Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok.
- Panduan Geoteknik 2: Penyelidikan Tanah Lunak Desain & Pekerjaan Lapangan*, Penerbit Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Prihandajani, Binawati (1996), *Stabilitas Tanah Gambut Duri Dengan Penambahan Semen Clean Set Tipe CS-10 Untuk Tanah Dasar Kontruksi Jalan*, Departemen Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok.
- Rahayu, Wiwiek (2003), *Studi Mikroskopik Terhadap Perubahan Tekstur Tanah Gambut Berserat Akibat Uji Konsolidasi dan Triaksial*, Prosiding Seminar QIR ke-6 FTUI, Depok.
- Rakhman, Yuan Arief (2002), *Stabilisasi Tanah Gambut Rawa Pening dengan Semen dan Gypsum Sintesis ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)*, Tesis Program Magister Teknik Sipil, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Rinaldo, Vicky (1995), *Karakteristik Tanah Gambut di Desa Tampan, Riau, dan Kota Gambut, Kalimantan*, Skripsi Departemen Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok.
- Sari, Kantina Dahlia (1999), *Analisa Parameter Lintasan Tegangan (Stress Path) pada Tanah Gambut dalam Kondisi Unconsolidated Undrained*, Skripsi Departemen Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok.
- Setianto, Agus (1996), *Stress Path Tanah Gambut Dengan Uji Triaksial dalam Kondisi Terkonsolidasi dan Terdrainasi*, Skripsi Departemen Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok.
- Shelly, Anita (2002), *Tes Triaksial Stress Path pada Stabilisasi Tanah Gambut dengan Peat Solid pada Kondisi Compacted Consolidated Undrained*, Skripsi Departemen Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok.
- Subagio (1995), *Stabilisasi Tanah Gambut dengan Semen Portland dengan Geosta-a Sebagai Bahan Tambah*, Skripsi Departemen Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok.
- Tampubolon, Queentia K.N. (1997), *Uji Triaksial Terkonsolidasi Terdrainasi Pada Tanah Gambut Pontianak Dengan Analisa Stress Path dan Critical*

State Concept, Skripsi Departemen Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok.

Wungkana (1996), *Analisa Lintasan Tegangan dari Data Uji Triaksial dalam Kondisi Terkonsolidasi Tak Terdrainasi pada Tanah Gambut Sumatra Selatan dan Riau*, Skripsi Departemen Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok.

Yulianto, Rudy (1999), *Pengaruh Tingkat Konsolidasi Berlebihan ($OCR = 1, 2, 3, \text{ dan } 4$) Pada Kekuatan Geser Tanah Gambut Kalimantan Dalam Kondisi Terkonsolidasi Takterdrainasi*, Skripsi Departemen Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok.



Soil Mechanics Laboratory

Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia

Depok 16424 Telp. +622178849102, Fax. +622178849102




SPECIFIC GRAVITY TEST GAMBUT MURNI SAMPLE 1

PROJECT SKRIPSI	DATE OF TESTING DD/MM/YY
LOCATION SERIANG KUNING, OKI SUMATERA SELATAN	TESTED BY: ADITIYA PUTRA KARISMA

Sample No.	1	2	3
<i>Wt. Flask</i> (gram)	172.92	172.92	172.92
<i>Wt. Flask + Water</i> (gram)	667.79	667.79	667.79
<i>Wt. Flask + Kerosine = W_{bu}</i> (gram)	566.46	566.46	566.46
<i>Wt. Flask + Kerosine + Soil = W_{bus}</i> (gram)	619.50	617.93	618.20
<i>Wt. of Dry Soil = W_s</i> (gram)	100.14	100.14	100.02
$W_u = W_s + W_{bu} - W_{bus}$ (gram)	47.10	48.67	48.28
<i>Temperature</i> (°C)	29	29	29
A	0.999598	0.999598	0.999598
$\rho_{kerosine} (W_{Kerosine}/W_{Water})$	0.7952	0.7952	0.7952
$G_s = \rho_{kerosine} \alpha W_s / W_u$	1.6900	1.6355	1.6467

Average Specific Gravity of Soil Solids (Gs)	1.6574
---	--------

Soil Mechanics Laboratory Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia Depok 16424 Telp. +622178849102, Fax. +622178849102	
--	---

SPECIFIC GRAVITY TEST GAMBUT + 20% EM4

PROJECT SKRIPSI	DATE OF TESTING DD/MM/YY
LOCATION SERIANG KUNING, OKI SUMATERA SELATAN	TESTED BY: ADITIYA PUTRA KARISMA

<i>Sample No.</i>	1	2
<i>Wt. Flask</i> (gram)	175.43	92.93
<i>Wt. Flask + Water</i> (gram)	670.07	340.20
<i>Wt. Flask + Kerosine = W_{bu}</i> (gram)	576.00	292.26
<i>Wt. Flask + Kerosine + Soil = W_{bus}</i> (gram)	614.51	315.76
<i>Wt. of Dry Soil = W_s</i> (gram)	83.35	50.50
$W_u = W_s + W_{bu} - W_{bus}$ (gram)	44.84	27.00
<i>Temperature</i> (°C)	29	29
A	0.999598	0.999598
$\rho_{kerosine} (W_{Kerosine}/W_{Water})$	0.81	0.81
$G_s = \rho_{kerosine} \alpha W_s / W_u$	1.5050	1.5144

Average Specific Gravity of Soil Solids (Gs)	1.5097
---	--------

Soil Mechanics Laboratory

Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia

Depok 16424 Telp. +622178849102, Fax. +622178849102

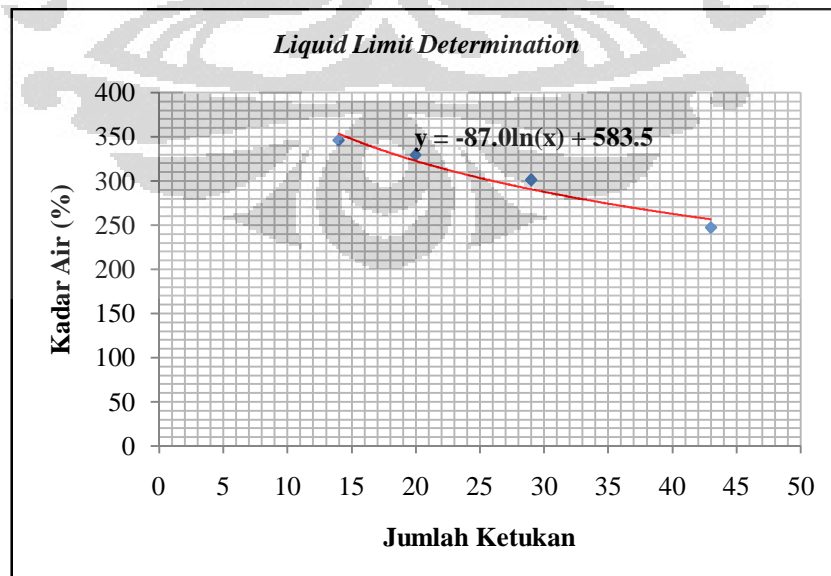


ATTERBERG LIMIT DETERMINATION GAMBUT MURNI SAMPLE 1

PROJECT SKRIPSI	DATE OF TESTING DD/MM/YY
LOCATION SERIANG KUNING, OKI SUMATERA SELATAN	TESTED BY: ADITIYA PUTRA KARISMA

LIQUID LIMIT DETERMINATION (LL)

No. Can		I	II	III	IV
Berat Tanah Basah + Can	(gram)	25.70	26.58	28.26	26.95
Berat Tanah Kering + Can	(gram)	10.73	12.66	13.12	13.38
Berat Can	(gram)	6.40	8.43	8.09	7.89
Berat Air	(gram)	14.97	13.92	15.14	13.57
Berat Tanah Kering	(gram)	4.33	4.23	5.03	5.49
Kadar Air	(%)	345.73	329.08	300.99	247.18
Jumlah Ketukan		14	20	29	43



Keterangan:

Batas cair didapat dengan menarik garis vertikal pada $N = 25$ sampai memotong grafik

$$\text{Liquid Limit (LL)} = -87.0 \ln(25) + 583.5 = 303.46\%$$

PLASTIC LIMIT DETERMINATION (PL)

No. Can		I	II
Berat Tanah Basah + Can	(gram)	42.42	43.96
Berat Tanah Kering + Can	(gram)	28.48	29.30
Berat Can	(gram)	21.02	21.18
Berat Air	(gram)	13.94	14.66
Berat Tanah Kering	(gram)	7.46	8.12
Kadar Air	(%)	186.86	180.54
Kadar Air Rata-Rata (PL)		183.70	

Keterangan:

$$\text{Plasticity Index (PI)} = \text{LL} - \text{PL}$$

$$\text{Plasticity Index (PI)} = 119.76\%$$

SHRINKAGE LIMIT DETERMINATION (SL)

No. Can		I	II
<i>Wt. of coated dish + Wet soil</i>	(gram)	34.45	56.86
<i>Wt. of coated dish</i>	(gram)	18.19	39.40
<i>Wt. of wet soil</i>	(gram)	16.26	17.46
<i>Wt. of coated dish + Dry soil</i>	(gram)	22.73	44.06
<i>Wt. of dry soil</i>	(gram)	4.54	4.66
<i>Wt. of coated dish + Mercury</i>	(gram)	218.98	257.02
<i>Wt. of mercury (Hg)</i>	(gram)	200.79	217.62
<i>Volume of wet soil</i>		14.84	16.08
<i>Wt. of mercury + shrinkage dish</i>	(gram)	767.62	763.06
<i>Wt. of shrinkage dish + Hg</i>	(gram)	702.59	694.19
<i>Wt. of mercury remove</i>	(gram)	65.03	68.87
<i>Volume of dry soil</i>		4.81	5.09
Shrinkage limit	(%)	37.14	38.75
Shrinkage ratio		0.94	0.92
Shrinkage limit rata-rata	(%)	37.95	

Soil Mechanics Laboratory

Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia

Depok 16424 Telp. +622178849102, Fax. +622178849102

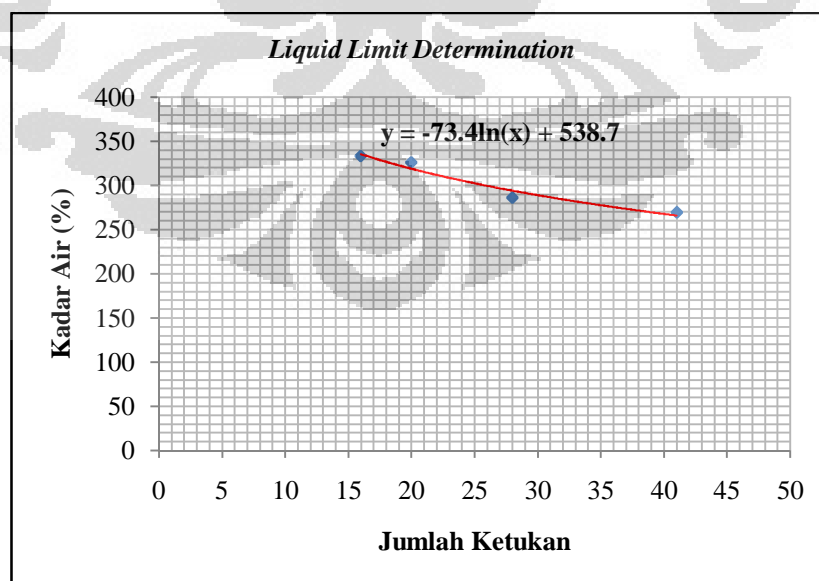


ATTERBERG LIMIT DETERMINATION GAMBUT MURNI SAMPLE 2

PROJECT SKRIPSI	DATE OF TESTING DD/MM/YY
LOCATION SERIANG KUNING, OKI SUMATERA SELATAN	TESTED BY: ADITIYA PUTRA KARISMA

LIQUID LIMIT DETERMINATION (LL)

No. Can	I	II	III	IV
Berat Tanah Basah + Can (gram)	31.60	31.89	33.36	28.13
Berat Tanah Kering + Can (gram)	13.94	14.33	15.03	13.72
Berat Can (gram)	8.64	8.94	8.62	8.37
Berat Air (gram)	17.66	17.56	18.33	14.41
Berat Tanah Kering (gram)	5.30	5.39	6.41	5.35
Kadar Air (%)	333.21	325.79	285.96	269.35
Jumlah Ketukan	16	20	28	41



Keterangan:

Batas cair didapat dengan menarik garis vertikal pada $N = 25$ sampai memotong grafik

$$\text{Liquid Limit (LL)} = -73.4 \ln(25) + 538.7 = 302.43\%$$

PLASTIC LIMIT DETERMINATION (PL)

No. Can		I	II
Berat Tanah Basah + Can	(gram)	41.64	40.48
Berat Tanah Kering + Can	(gram)	28.13	28.02
Berat Can	(gram)	21.05	21.17
Berat Air	(gram)	13.51	12.46
Berat Tanah Kering	(gram)	7.08	6.85
Kadar Air	(%)	190.82	181.90
Kadar Air Rata-Rata (PL)		186.36	

Keterangan:

$$\text{Plasticity Index (PI)} = \text{LL} - \text{PL}$$

$$\text{Plasticity Index (PI)} = 116.08\%$$

SHRINKAGE LIMIT DETERMINATION (SL)

No. Can		I	II
<i>Wt. of coated dish + Wet soil</i>	(gram)	35.32	54.49
<i>Wt. of coated dish</i>	(gram)	19.25	37.18
<i>Wt. of wet soil</i>	(gram)	16.07	17.31
<i>Wt. of coated dish + Dry soil</i>	(gram)	23.74	40.82
<i>Wt. of dry soil</i>	(gram)	4.49	3.64
<i>Wt. of coated dish + Mercury</i>	(gram)	218.41	255.13
<i>Wt. of mercury (Hg)</i>	(gram)	199.16	217.95
<i>Volume of wet soil</i>		14.72	16.11
<i>Wt. of mercury + shrinkage dish</i>	(gram)	758.87	759.82
<i>Wt. of shrinkage dish + Hg</i>	(gram)	695.51	709.22
<i>Wt. of mercury remove</i>	(gram)	63.36	50.60
<i>Volume of dry soil</i>		4.68	3.74
Shrinkage limit	(%)	34.37	35.75
Shrinkage ratio		0.96	0.97
Shrinkage limit rata-rata	(%)	35.06	

Soil Mechanics Laboratory

Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia

Depok 16424 Telp. +622178849102, Fax. +622178849102

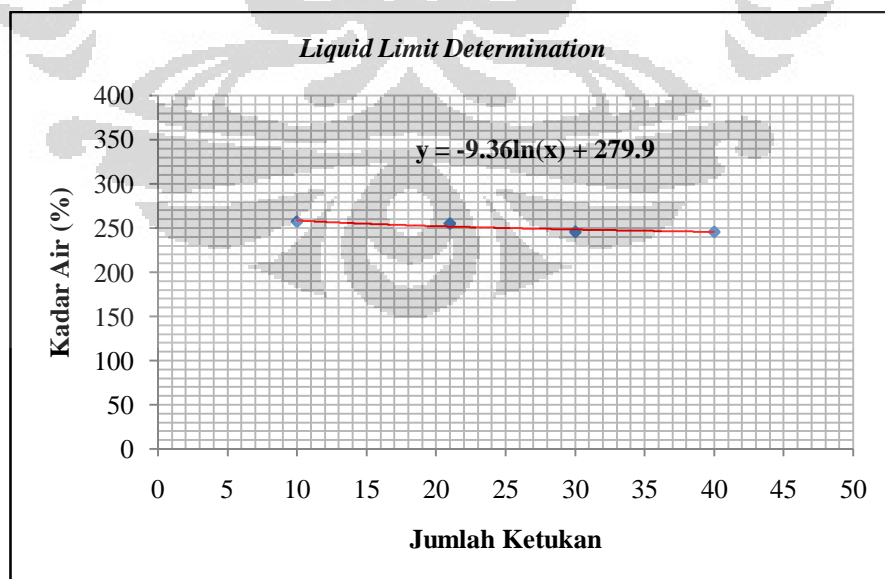


ATTEBERG LIMIT DETERMINATION GAMBUT + EM4 20% SAMPLE 1

PROJECT SKRIPSI	DATE OF TESTING DD/MM/YY
LOCATION SERIANG KUNING, OKI SUMATERA SELATAN	TESTED BY: ADITIYA PUTRA KARISMA

LIQUID LIMIT DETERMINATION (LL)

No. Can		I	II	III	IV
Berat Tanah Basah + Can	(gram)	39.92	36.25	31.69	35.01
Berat Tanah Kering + Can	(gram)	17.44	16.47	14.88	17.06
Berat Can	(gram)	8.70	8.72	8.03	9.75
Berat Air	(gram)	22.48	19.78	16.81	17.95
Berat Tanah Kering	(gram)	8.74	7.75	6.85	7.31
Kadar Air	(%)	257.21	255.23	245.40	245.55
Jumlah Ketukan		10	21	30	40



Keterangan:

Batas cair didapat dengan menarik garis vertikal pada $N = 25$ sampai memotong grafik

$$\text{Liquid Limit (LL)} = -9.36 \ln(25) + 279.9 = 249.77\%$$

PLASTIC LIMIT DETERMINATION (PL)

No. Can		I	II
Berat Tanah Basah + Can	(gram)	46.97	56.25
Berat Tanah Kering + Can	(gram)	28.39	33.35
Berat Can	(gram)	18.51	21.09
Berat Air	(gram)	18.58	22.90
Berat Tanah Kering	(gram)	9.88	12.26
Kadar Air	(%)	188.06	186.79
Kadar Air Rata-Rata (PL)		187.42	

Keterangan:

$$\text{Plasticity Index (PI)} = \text{LL} - \text{PL}$$

$$\text{Plasticity Index (PI)} = 62.35\%$$

SHRINKAGE LIMIT DETERMINATION (SL)

No. Can		I	II
Wt. of coated dish + Wet soil	(gram)	34.85	41.39
Wt. of coated dish	(gram)	18.17	24.73
Wt. of wet soil	(gram)	16.68	16.66
Wt. of coated dish + Dry soil	(gram)	22.57	29.10
Wt. of dry soil	(gram)	4.40	4.37
Wt. of coated dish + Mercury	(gram)	215.98	219.23
Wt. of mercury (Hg)	(gram)	197.81	194.50
Volume of wet soil		14.62	14.38
Wt. of mercury + shrinkage dish	(gram)	760.68	760.19
Wt. of shrinkage dish + Hg	(gram)	694.71	690.36
Wt. of mercury remove	(gram)	65.97	69.83
Volume of dry soil		4.88	5.16
Shrinkage limit	(%)	57.63	70.38
Shrinkage ratio		0.90	0.85
Shrinkage limit rata-rata	(%)	64.01	

Soil Mechanics Laboratory

Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia

Depok 16424 Telp. +622178849102, Fax. +622178849102

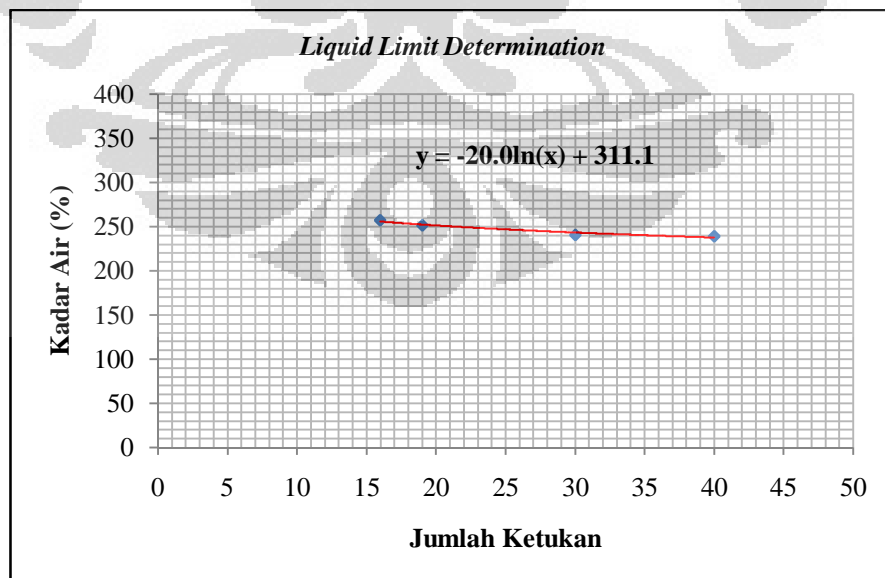


ATTERBERG LIMIT DETERMINATION GAMBUT + EM4 20% SAMPLE 2

PROJECT SKRIPSI	DATE OF TESTING DD/MM/YY
LOCATION SERIANG KUNING, OKI SUMATERA SELATAN	TESTED BY: ADITIYA PUTRA KARISMA

LIQUID LIMIT DETERMINATION (LL)

No. Can	I	II	III	IV
Berat Tanah Basah + Can (gram)	35.56	40.62	35.60	36.06
Berat Tanah Kering + Can (gram)	15.76	17.37	16.11	16.16
Berat Can (gram)	8.06	8.12	8.01	7.84
Berat Air (gram)	19.80	23.25	19.49	19.90
Berat Tanah Kering (gram)	7.70	9.25	8.10	8.32
Kadar Air (%)	257.14	251.35	240.62	239.18
Jumlah Ketukan	16	19	30	40



Keterangan:

Batas cair didapat dengan menarik garis vertikal pada $N = 25$ sampai memotong grafik

$$\text{Liquid Limit (LL)} = -20.0 \ln(25) + 311.1 = 246.72\%$$

PLASTIC LIMIT DETERMINATION (PL)

No. Can		I	II
Berat Tanah Basah + Can	(gram)	44.65	47.33
Berat Tanah Kering + Can	(gram)	26.99	29.98
Berat Can	(gram)	17.99	21.06
Berat Air	(gram)	17.66	17.35
Berat Tanah Kering	(gram)	9.00	8.92
Kadar Air	(%)	196.22	194.51
Kadar Air Rata-Rata (PL)		195.36	


Keterangan:

$$\text{Plasticity Index (PI)} = \text{LL} - \text{PL}$$

$$\text{Plasticity Index (PI)} = 51.36\%$$

SHRINKAGE LIMIT DETERMINATION (SL)

No. Can		I	II
<i>Wt. of coated dish + Wet soil</i>	(gram)	64.81	56.35
<i>Wt. of coated dish</i>	(gram)	46.05	37.19
<i>Wt. of wet soil</i>	(gram)	18.76	19.16
<i>Wt. of coated dish + Dry soil</i>	(gram)	51.32	42.71
<i>Wt. of dry soil</i>	(gram)	5.27	5.52
<i>Wt. of coated dish + Mercury</i>	(gram)	260.62	256.89
<i>Wt. of mercury (Hg)</i>	(gram)	214.57	219.70
<i>Volume of wet soil</i>		15.86	16.24
<i>Wt. of mercury + shrinkage dish</i>	(gram)	761.29	761.09
<i>Wt. of shrinkage dish + Hg</i>	(gram)	689.88	671.45
<i>Wt. of mercury remove</i>	(gram)	71.41	89.64
<i>Volume of dry soil</i>		5.28	6.63
Shrinkage limit	(%)	55.20	72.96
Shrinkage ratio		1.00	0.83
Shrinkage limit rata-rata	(%)	64.08	

Soil Mechanics Laboratory Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia Depok 16424 Telp. +622178849102, Fax. +622178849102	
--	---

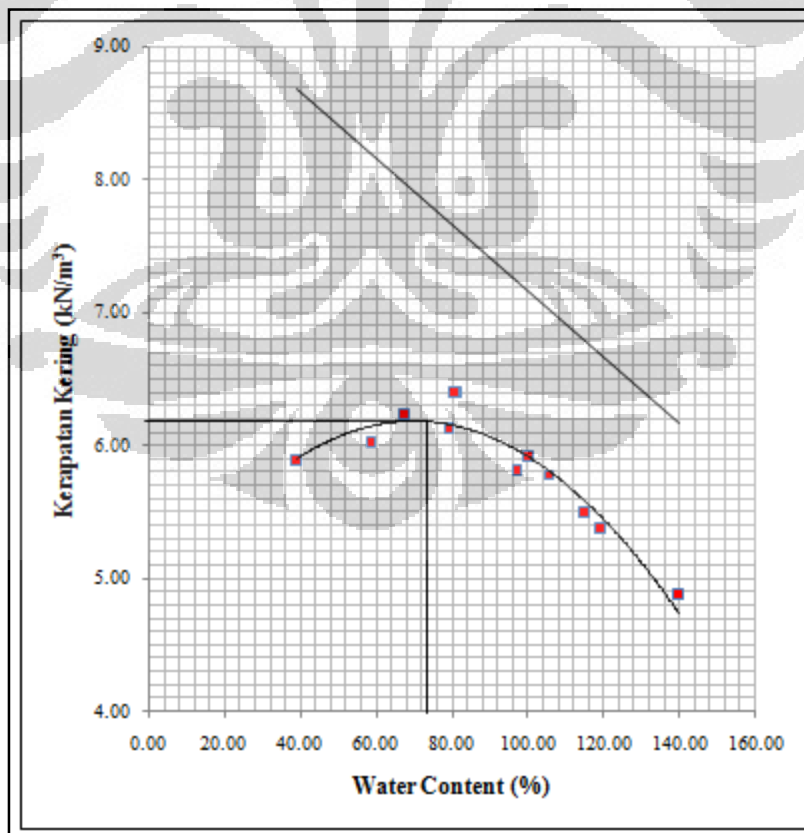
COMPACTION DETERMINATION GAMBUT MURNI


PROJECT SKRIPSI	DATE OF TESTING DD/MM/YY
LOCATION SERIANG KUNING, OKI SUMATERA SELATAN	TESTED BY: ADITIYA PUTRA KARISMA

No. Mold		1	2	3	4	5	6
<i>Water target</i>	(%)	40	60	70	80	85	80
W_{can}	(gram)	45.63	16.86	21.72	54.21	21.53	19.19
$W_{wet+can}$	(gram)	214.78	228.32	165.40	332.21	124.35	173.14
$W_{dry+can}$	(gram)	167.03	150.34	107.35	209.49	78.41	104.07
<i>Water content</i>	(%)	39.33	58.42	67.79	79.03	80.77	81.37
V_{mold}	(cm ³)	945	936	936	936	3874	3812
W_{mold}	(gram)	1694	1394	1394	1394	2089.7879	2103.1
$W_{soil+mold}$	(gram)	2468	2286	2372	2420	6288	6250
W_{soil}	(gram)	774	892	978	1026	2414	2438
γ_{wet}	(gr/cm ³)	0.8190	0.9530	1.0449	1.0962	1.1551	1.1592
γ_{dry}	(gr/cm ³)	0.5878	0.6016	0.6227	0.6123	0.6390	0.6391
γ_{dry}	(kN/m ³)	5.878	6.016	6.227	6.123	6.390	6.391
ZAV	(gr/cm ³)	0.8218	0.8025	0.8155	0.7865	0.82	0.818
ZAV	(kN/m ³)	8.218	8.025	8.155	7.865	8.187	8.18

No. Mold		7	8	9	10	11	12
<i>Water target</i>	(%)	100	100	105	120	120	140
W_{can}	(gram)	22.43	18.55	25.86	45.27	19.63	-
$W_{wet+can}$	(gram)	282.52	300.22	174.57	372.67	210.16	-
$W_{dry+can}$	(gram)	154.49	159.17	98.27	197.54	106.45	-
<i>Water content</i>	(%)	96.95	100.31	105.37	115.01	119.45	140
V_{mold}	(gram)	3858	936	3782	936	3970	3784
W_{mold}	(cm ³)	2087.43	1394	2099.78	1394	2125.41	2095.86
$W_{soil+mold}$	(gram)	6246	2502	6276	2498	6474	6238
W_{soil}	(gram)	2388	1108	2494	1104	2504	2454
γ_{wet}	(gr/cm ³)	1.1440	1.1838	1.1877	1.1795	1.1781	1.1709
γ_{dry}	(gr/cm ³)	0.5809	0.5910	0.5783	0.5486	0.5368	0.4879
γ_{dry}	(kN/m ³)	5.809	5.910	5.783	5.486	5.368	4.879
ZAV	(gr/cm ³)	0.7273	0.7369	0.72	0.6727	0.6553	0.5845
ZAV	(kN/m ³)	7.273	7.369	7.168	6.727	6.553	5.845

Gs = 1.6574



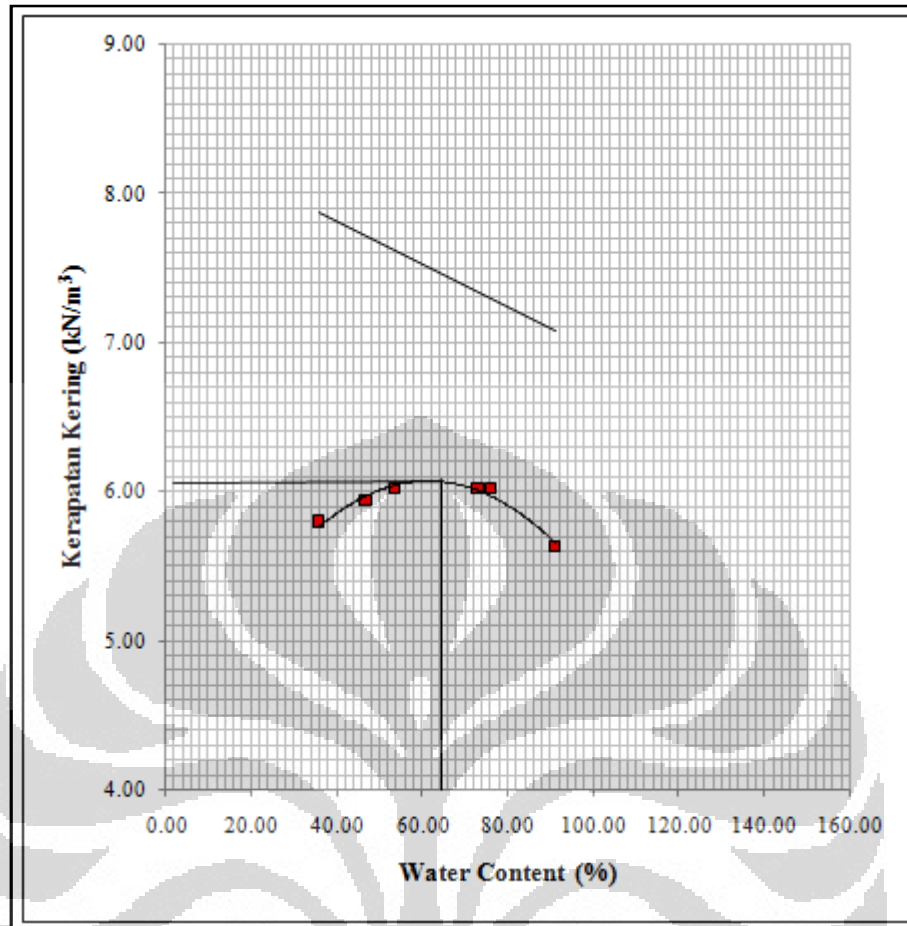
Soil Mechanics Laboratory Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia Depok 16424 Telp. +622178849102, Fax. +622178849102	
--	---

COMPACTION DETERMINATION GAMBUT + 20% EM4

PROJECT	DATE OF TESTING
SKRIPSI	DD/MM/YY
LOCATION	TESTED BY:
SERANG KUNING, OKI SUMATERA SELATAN	ADITIYA PUTRA KARISMA

<i>No. Mold</i>		1	2	3	4	5	6
<i>Water target</i>	(%)	40	50	55	75	80	90
W_{can}	(gram)	22.99	23.26	19.64	19.89	16.85	18.62
$W_{wet+can}$	(gram)	203.9	208.28	236.6	214.82	189	204.53
$W_{dry+can}$	(gram)	156.22	149.20	160.91	132.50	114.59	115.92
<i>Water content</i>	(%)	35.79	46.91	53.58	73.10	76.13	91.07
V_{mold}	(cm ³)	945	945	945	945	945	945
W_{mold}	(gram)	1694	1694	1694	1694	1694	1694
$W_{soil+mold}$	(gram)	2438	2518	2568	2678	2696	2710
W_{soil}	(gram)	744	824	874	984	1002	1016
γ_{wet}	(gr/cm ³)	0.7873	0.8720	0.9249	1.0413	1.0603	1.0751
γ_{dry}	(gr/cm ³)	0.5798	0.5935	0.6022	0.6015	0.6020	0.5627
γ_{dry}	(kN/m ³)	5.798	5.935	6.022	6.015	6.020	5.627
ZAV	(gr/cm ³)	0.7717	0.7706	0.7719	0.7473	0.7448	0.6835
ZAV	(kN/m ³)	7.717	7.706	7.719	7.473	7.448	6.835

$$G_s = 1.5097$$



Soil Mechanics Laboratory**Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia**

Depok 16424 Telp. +62 2178849102, Fax. +622178849102

**CBR DETERMINATION GAMBUT MURNI $w=62.69\%$**

PROJECT SKRIPSI	DATE OF TESTING DD/MM/YY
LOCATION SERIANG KUNING, OKI SUMATERA SELATAN	TESTED BY: ADITIYA PUTRA KARISMA

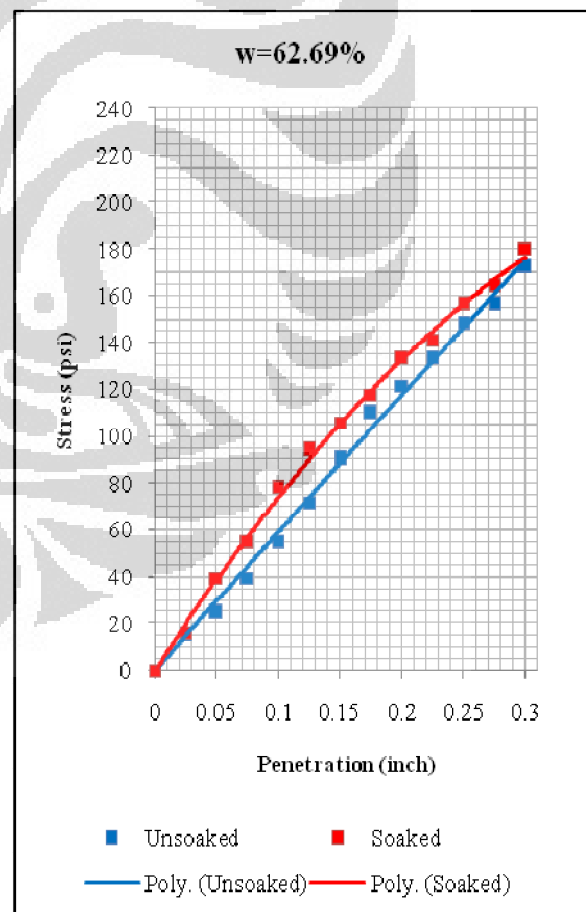
Water content	62.69%
---------------	--------

LRC	23.481	lbf/div
Area	3	square inch

Penetration (inch)	Dial reading		Stress (psi)	
	US	S	US	S
0	0	0	0.00	0.00
0.025	1.9	2	14.87	15.65
0.050	3.1	5	24.26	39.14
0.075	5	7	39.14	54.79
0.100	7	10	54.79	78.27
0.125	9.1	12	71.23	93.92
0.150	11.5	13.5	90.01	105.66
0.175	14	15	109.58	117.41
0.200	15.5	17	121.32	133.06
0.225	17	18	133.06	140.89
0.250	19	20	148.71	156.54
0.275	20	21	156.54	164.37
0.300	22	23	172.19	180.02

Penetration (inch)	CBR (%)	
	US	S
0.1	5.48	7.83
0.2	8.09	8.87

Swelling (mm)	0.27%
---------------	-------



Soil Mechanics Laboratory**Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia**

Depok 16424 Telp. +622178849102, Fax. +622178849102

**CBR DETERMINATION GAMBUT MURNI $w=70.22\%$**

PROJECT SKRIPSI	DATE OF TESTING DD/MM/YY
LOCATION SERIANG KUNING, OKI SUMATERA SELATAN	TESTED BY: ADITIYA PUTRA KARISMA

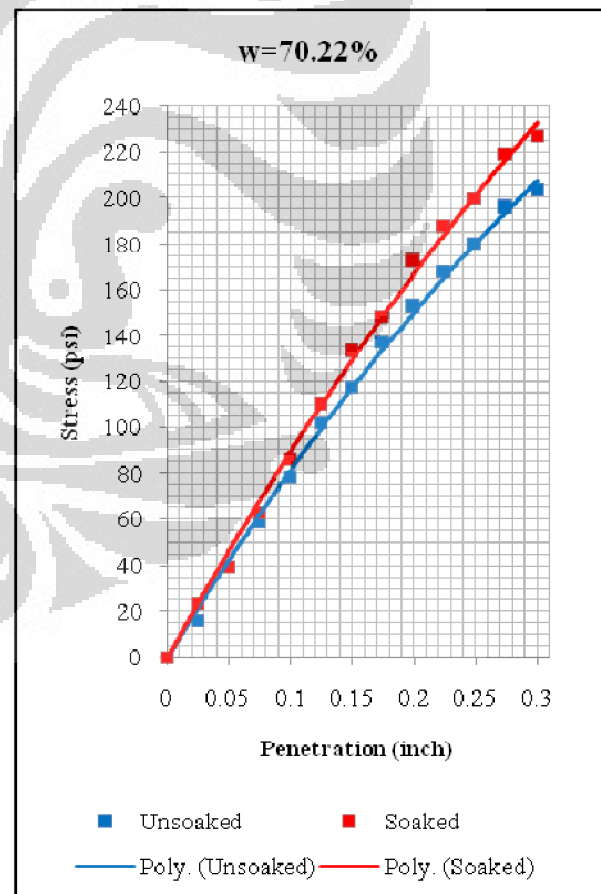
Water content	70.22%
---------------	--------

LRC	23.481	lbf/div
Area	3	square inch

Penetration (inch)	Dial reading		Stress (psi)	
	US	S	US	S
0	0	0	0	0.00
0.025	0.025	2	3	15.65
0.050	0.05	5	5	39.14
0.075	0.075	7.5	8	58.70
0.100	0.1	10	11	78.27
0.125	0.125	13	14	101.75
0.150	0.15	15	17	117.41
0.175	0.175	17.5	19	136.97
0.200	0.2	19.5	22	152.63
0.225	0.225	21.5	24	168.28
0.250	0.25	23	25.5	180.02
0.275	0.275	25	28	195.68
0.300	0.3	26	29	203.50

Penetration (inch)	CBR (%)	
	US	S
0.1	7.83	8.61
0.2	10.18	11.48

Swelling (mm)	0.35%
---------------	-------



Soil Mechanics Laboratory**Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia**

Depok 16424 Telp. +6221788 49102, Fax. +622178849102

**CBR DETERMINATION GAMBUT MURNI $w=%$**

PROJECT SKRIPSI	DATE OF TESTING DD/MM/YY
LOCATION SERIANG KUNING, OKI SUMATERA SELATAN	TESTED BY: ADITIYA PUTRA KARISMA

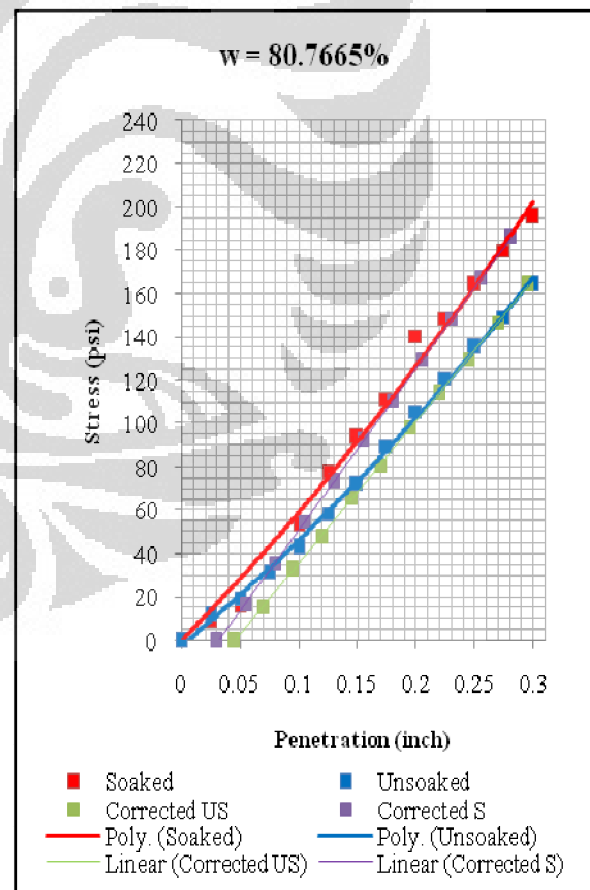
Water content	96.9484%
---------------	----------

LRC	23.481	lbf/div
Area	3	square inch

Penetration (inch)	Dial reading		Stress (psi)	
	US	S	US	S
0	0.0	0.0	0.00	0.00
0.025	1.5	1.2	11.74	9.39
0.050	2.5	2.1	19.57	16.44
0.075	4.0	4.0	31.31	31.31
0.100	5.5	6.8	43.05	53.22
0.125	7.5	10.0	58.70	78.27
0.150	9.2	12.0	72.01	93.92
0.175	11.5	14.3	90.01	111.93
0.200	13.5	18.0	105.66	140.89
0.225	15.5	19.0	121.32	148.71
0.250	17.3	21.0	135.41	164.37
0.275	19.1	23.0	149.50	180.02
0.300	21.0	25.0	164.37	195.68

Penetration (inch)	CBR (%)	
	US	S
0.1	6.57	7.36
0.2	8.66	9.91

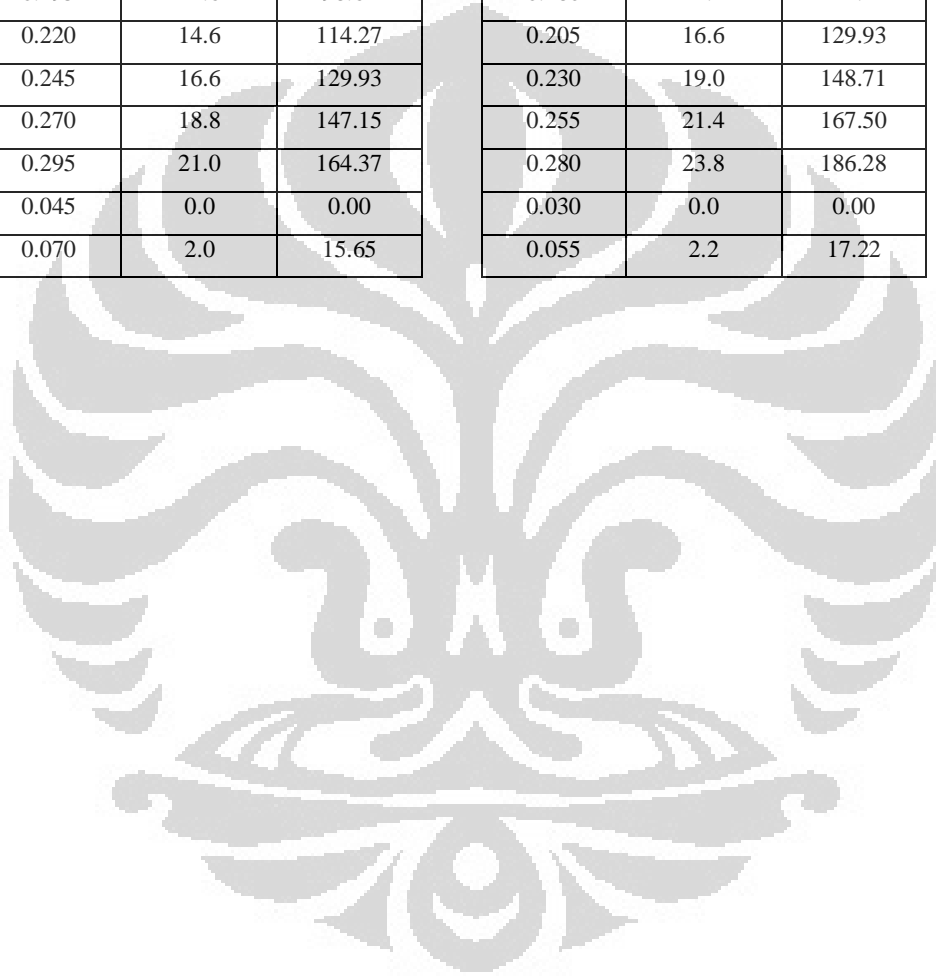
Swelling (mm)	0.56%
---------------	-------



Corrected Unsoaked & Soaked

<i>Penetration</i> (inch)	<i>Dial reading</i> US	<i>Stress (psi)</i> US
0.045	0.0	0.00
0.070	2.0	15.65
0.095	4.2	32.87
0.120	6.2	48.53
0.145	8.4	65.75
0.170	10.4	81.40
0.195	12.6	98.62
0.220	14.6	114.27
0.245	16.6	129.93
0.270	18.8	147.15
0.295	21.0	164.37
0.045	0.0	0.00
0.070	2.0	15.65

<i>Penetration</i> (inch)	<i>Dial reading</i> S	<i>Stress (psi)</i> S
0.030	0.0	0.00
0.055	2.2	17.22
0.080	4.6	36.00
0.105	7.0	54.79
0.130	9.4	73.57
0.155	11.8	92.36
0.180	14.2	111.14
0.205	16.6	129.93
0.230	19.0	148.71
0.255	21.4	167.50
0.280	23.8	186.28
0.030	0.0	0.00
0.055	2.2	17.22



Soil Mechanics Laboratory**Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia**

Depok 16424 Telp. +622178849102, Fax. +622178849102

**CBR DETERMINATION GAMBUT MURNI $w=81.3737\%$**

PROJECT SKRIPSI	DATE OF TESTING DD/MM/YY
LOCATION SERIANG KUNING, OKI SUMATERA SELATAN	TESTED BY: ADITIYA PUTRA KARISMA

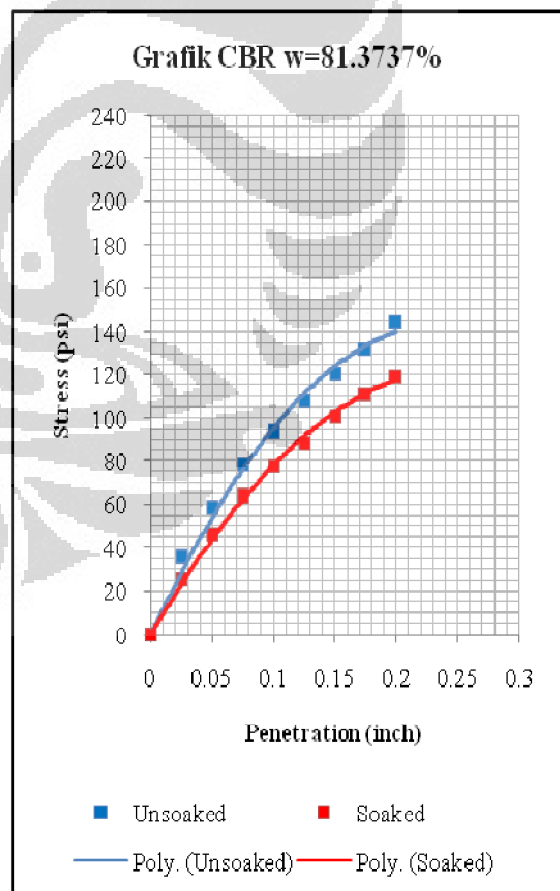
Water content	81.3737%
---------------	----------

LRC	23.481	lbf/div
Area	3	square inch

Penetration (inch)	Dial reading		Stress (psi)	
	US	S	US	S
0	0	0	0.00	0.00
0.025	4.6	3.3	36.00	25.83
0.050	7.5	5.9	58.70	46.18
0.075	10	8.1	78.27	63.40
0.100	11.9	9.9	93.14	77.49
0.125	13.8	11.3	108.01	88.45
0.150	15.4	12.9	120.54	100.97
0.175	16.9	14.2	132.28	111.14
0.200	18.5	15.2	144.80	118.97

Penetration (inch)	CBR (%)	
	US	S
0.1	9.31	7.75
0.2	9.65	7.93

Swelling (mm)	0.55%
---------------	-------



Soil Mechanics Laboratory**Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia**

Depok 16424 Telp. +6221788 49102, Fax. +622178849102

**CBR DETERMINATION GAMBUT MURNI $w=96.9848\%$**

PROJECT SKRIPSI	DATE OF TESTING DD/MM/YY
LOCATION SERIANG KUNING, OKI SUMATERA SELATAN	TESTED BY: ADITIYA PUTRA KARISMA

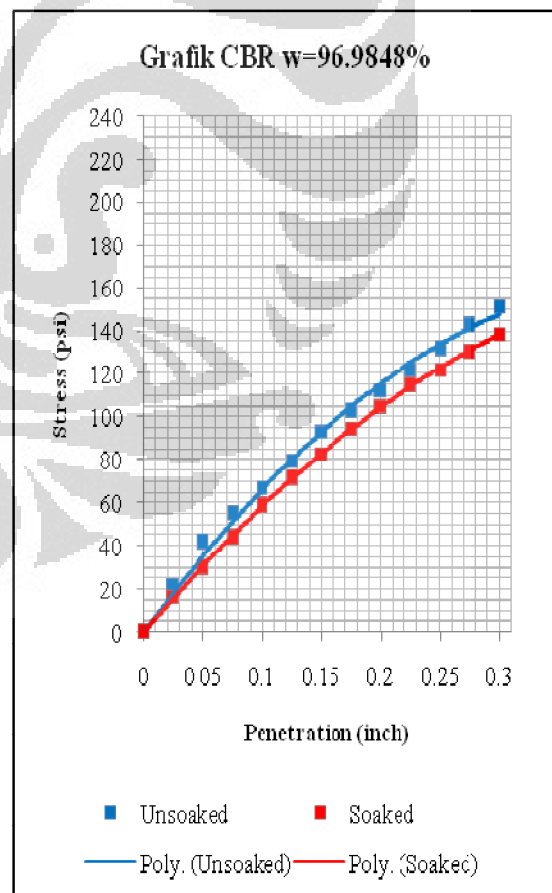
Water content	96.9484%
---------------	----------

LRC	23.481	lbf/div
Area	3	square inch

Penetration (inch)	Dial reading		Stress (psi)	
	US	S	US	S
0	0	0	0.00	0.00
0.025	2.8	2.1	21.92	16.44
0.050	5.3	3.8	41.48	29.74
0.075	7	5.6	54.79	43.83
0.100	8.6	7.5	67.31	58.70
0.125	10.2	9.1	79.84	71.23
0.150	11.9	10.6	93.14	82.97
0.175	13.1	12.1	102.53	94.71
0.200	14.4	13.4	112.71	104.88
0.225	15.6	14.6	122.10	114.27
0.250	16.8	15.6	131.49	122.10
0.275	18.2	16.6	142.45	129.93
0.300	19.4	17.7	151.84	138.54

Penetration (inch)	CBR (%)	
	US	S
0.1	6.73	5.87
0.2	7.51	6.99

Swelling (mm)	0.44%
---------------	-------



Soil Mechanics Laboratory**Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia**

Depok 16424 Telp. +622178849102, Fax. +622178849102

***CBR DETERMINATION GAMBUT MURNI w=105.3722%***

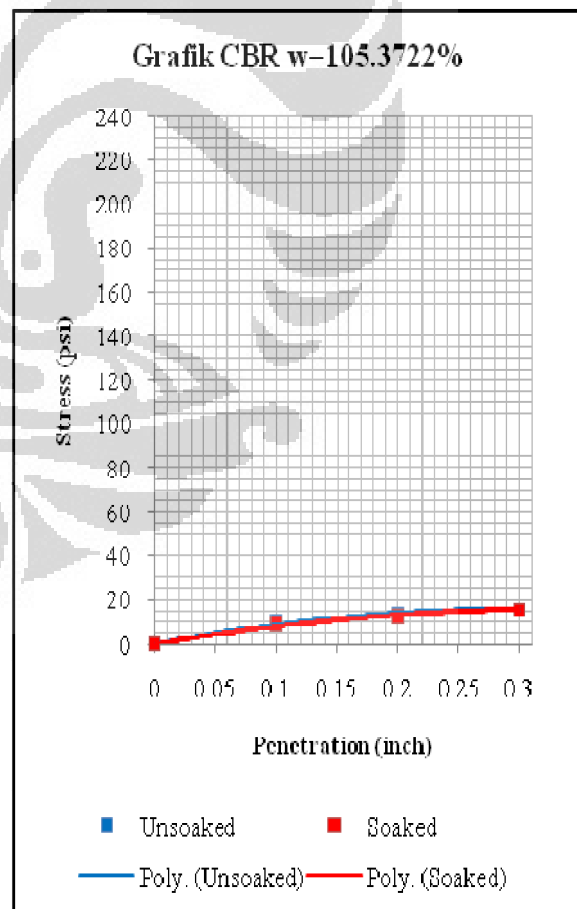
PROJECT SKRIPSI	DATE OF TESTING DD/MM/YY
LOCATION SERIANG KUNING, OKI SUMATERA SELATAN	TESTED BY: ADITIYA PUTRA KARISMA

<i>Water content</i>	105.3722%
----------------------	-----------

LRC	23.481	lbf/div
Area	3	square inch

<i>Penetration</i> (inch)	<i>Dial reading</i>		<i>Stress (psi)</i>	
	US	S	US	S
0	0	0	0.00	0.00
0.100	1.2	1.1	9.39	8.61
0.200	1.7	1.6	13.31	12.52
0.300	2	2	15.65	15.65

<i>Penetration</i> (inch)	<i>CBR (%)</i>	
	US	S
0.1	0.94	0.86
0.2	0.89	0.83



Soil Mechanics Laboratory**Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia**

Depok 16424 Telp. +622178849102, Fax. +622178849102

**CBR DETERMINATION GAMBUT MURNI $w=119.4540\%$**

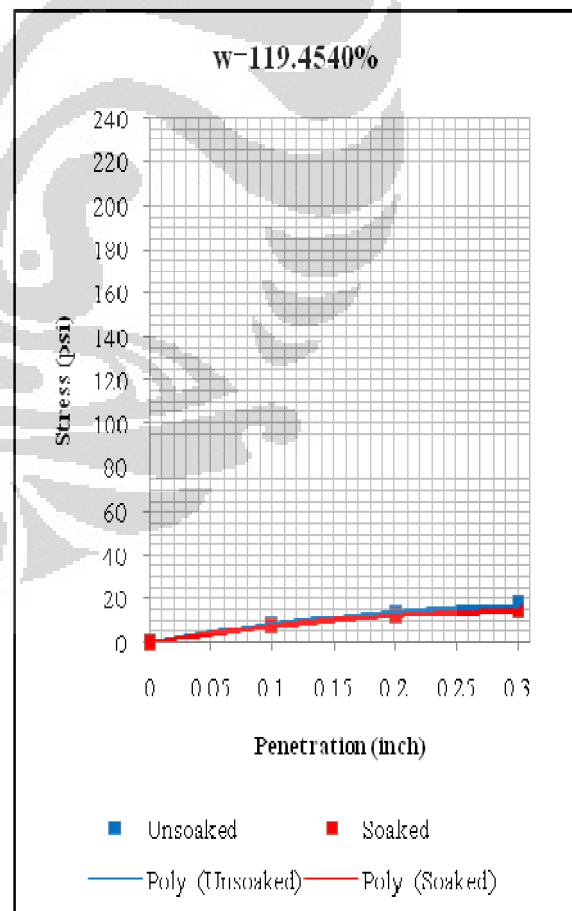
PROJECT SKRIPSI	DATE OF TESTING DD/MM/YY
LOCATION SERIANG KUNING, OKI SUMATERA SELATAN	TESTED BY: ADITIYA PUTRA KARISMA

Water content	119.4540%
---------------	-----------

LRC	23.481	lbf/div
Area	3	square inch

Penetration (inch)	Dial reading		Stress (psi)	
	US	S	US	S
0	0	0	0.00	0.00
0.100	1.1	1	8.61	7.83
0.200	1.8	1.6	14.09	12.52
0.300	2.2	1.9	17.22	14.87

Penetration (inch)	CBR (%)	
	US	S
0.1	0.86	0.78
0.2	0.98	0.83



Soil Mechanics Laboratory**Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia**

Depok 16424 Telp. +622178849102, Fax. +622178849102

**CBR DETERMINATION GAMBUT MURNI $w=140\%$**

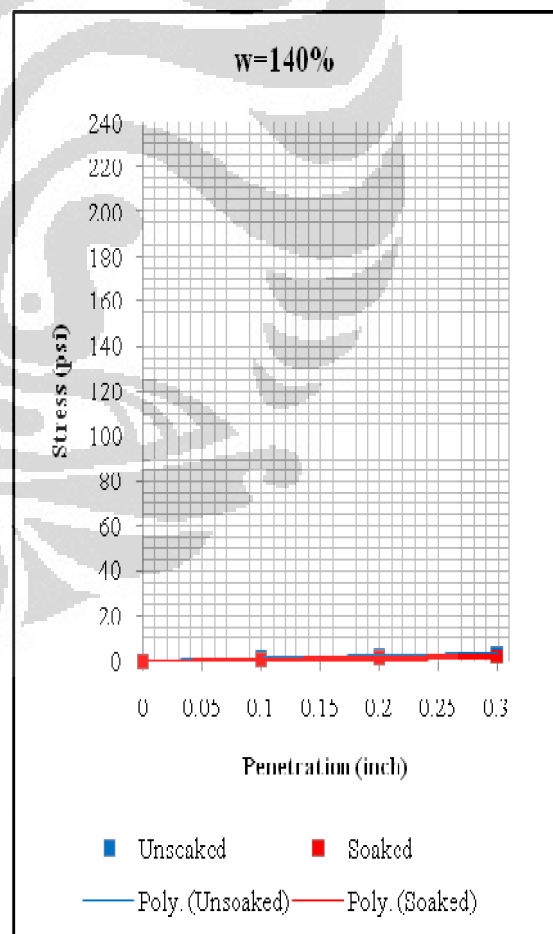
PROJECT SKRIPSI	DATE OF TESTING DD/MM/YY
LOCATION SERIANG KUNING, OKI SUMATERA SELATAN	TESTED BY: ADITIYA PUTRA KARISMA

Water content	140%
---------------	------

LRC	5.867	lbf/div
Area	3	square inch

Penetration (inch)	Dial reading		Stress (psi)	
	US	S	US	S
0	0	0	0.00	0.00
0.100	0.5	0.4	0.98	0.78
0.200	0.9	0.8	1.76	1.56
0.300	1.3	1.1	2.54	2.15

Penetration (inch)	CBR (%)	
	US	S
0.1	0.10	0.08
0.2	0.12	0.10



Soil Mechanics Laboratory

Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia

Depok 16424 Telp. +622178849102, Fax. +622178849102

**CBR DETERMINATION GAMBUT MURNI $w=181.2267\%$**

PROJECT SKRIPSI	DATE OF TESTING DD/MM/YY
LOCATION SERIANG KUNING, OKI SUMATERA SELATAN	TESTED BY: ADITIYA PUTRA KARISMA

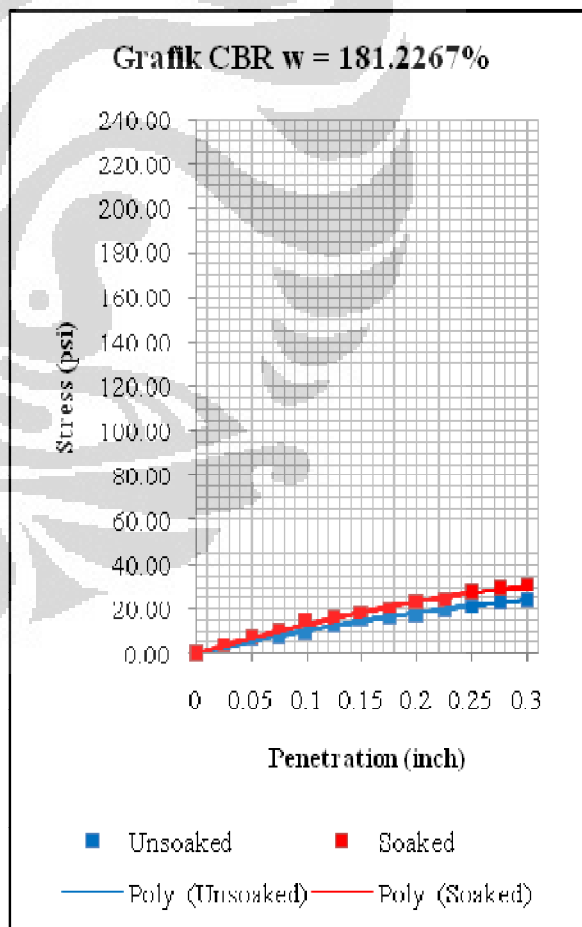
Water content	181.2267%
---------------	-----------

LRC	23.481	lbf/div
Area	3	square inch

Penetration (inch)	Dial reading		Stress (psi)	
	US	S	US	S
0	0	0	0.00	0.00
0.025	0.5	0.5	3.91	3.91
0.050	0.9	1	7.04	7.83
0.075	1	1.4	7.83	10.96
0.100	1.2	1.8	9.39	14.09
0.125	1.6	2	12.52	15.65
0.150	2	2.3	15.65	18.00
0.175	2.1	2.5	16.44	19.57
0.200	2.2	3	17.22	23.48
0.225	2.5	3.1	19.57	24.26
0.250	2.7	3.5	21.13	27.39
0.275	3	3.7	23.48	28.96
0.300	3.1	4	24.26	31.31

Penetration (inch)	CBR (%)	
	US	S
0.1	0.94	1.41
0.2	1.15	1.57

Swelling (mm)	0.15%
---------------	-------



Soil Mechanics Laboratory**Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia**

Depok 16424 Telp. +622178849102, Fax. +622178849102

**CBR DETERMINATION GAMBUT + 20% EM4 w=68.7%**

PROJECT SKRIPSI	DATE OF TESTING DD/MM/YY
LOCATION SERIANG KUNING, OKI SUMATERA SELATAN	TESTED BY: ADITIYA PUTRA KARISMA

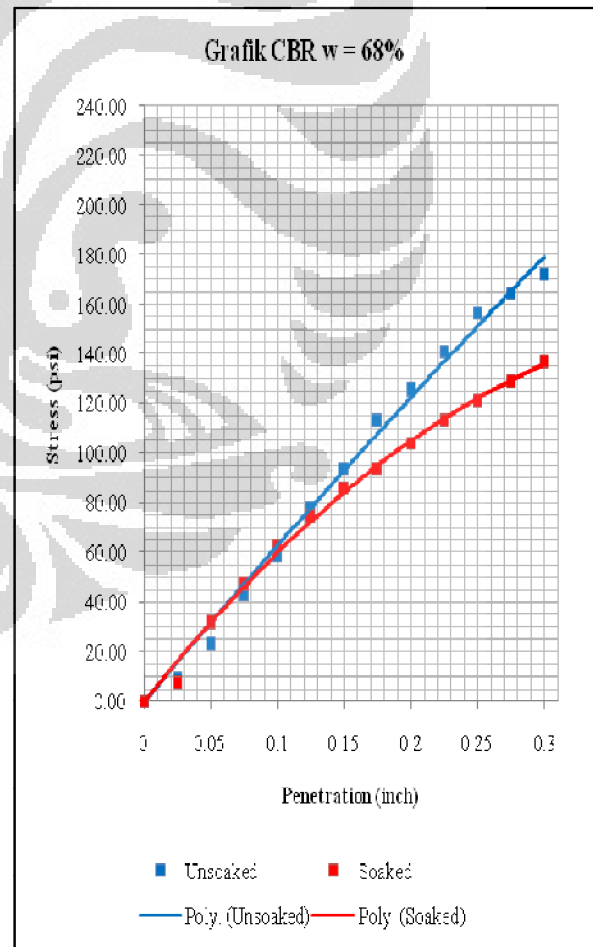
Water content	68.7%
---------------	-------

LRC	23.481	lbf/div
Area	3	square inch

Penetration (inch)	Dial reading		Stress (psi)	
	US	S	US	S
0	0	0	0	0.00
0.025	0.025	1.1	1	8.61
0.050	0.05	3	4	23.48
0.075	0.075	5.5	6	43.05
0.100	0.1	7.5	8	58.70
0.125	0.125	10	9.5	78.27
0.150	0.15	12	11	93.92
0.175	0.175	14.5	12	113.49
0.200	0.2	16	13.3	125.23
0.225	0.225	18	14.5	140.89
0.250	0.25	20	15.5	156.54
0.275	0.275	21	16.5	164.37
0.300	0.3	22	17.5	172.19

Penetration (inch)	CBR (%)	
	US	S
0.1	5.87	6.26
0.2	8.35	6.94

Swelling (mm)	0.64%
---------------	-------



Soil Mechanics Laboratory

Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia

Depok 16424 Telp. +622178849102, Fax. +622178849102

**TRIAXIAL CU $w=77\%$ GAMBUT MURNI**

PROJECT SKRIPSI	DATE OF TESTING DD/MM/YY
LOCATION SERIANG KUNING, OKI SUMATERA SELATAN	TESTED BY: ADITIYA PUTRA KARISMA

SATURATION ($\sigma_3=100\text{kPa}$, $\sigma_3=200\text{kPa}$, & $\sigma_3=300\text{kPa}$)

Cell Pressure (kPa)	Back Pressure (kPa)	Pore Pressure (kPa)	PWP diff. (kPa)	B Value	Back Pressure Voume Change			Cell Volume Chage LHS/ RHS		
					Before	After	Diff.	Before	After	Diff.
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
50.00	-	18.00	18.00	0.36	-	-	-	17.10	24.50	7.40
50.00	40.00	30.00	-	-	7.10	10.80	3.70	-	-	-
100.00	-	65.00	35.00	0.70	-	-	-	25.00	28.00	3.00
100.00	90.00	80.00	-	-	11.00	13.20	2.20	-	-	-
150.00	-	129.00	49.00	0.98	-	-	-	28.10	29.00	0.90
150.00	140.00	140.00	-	-	13.50	13.80	0.30	-	-	-

Cell Pressure (kPa)	Back Pressure (kPa)	Pore Pressure (kPa)	PWP diff. (kPa)	B Value	Back Pressure Voume Change			Cell Volume Chage LHS/ RHS		
					Before	After	Diff.	Before	After	Diff.
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
50.00	-	20.00	20.00	0.40	-	-	-	10.80	17.40	6.60
50.00	40.00	30.00	-	-	6.20	10.20	4.00	-	-	-
100.00	-	64.00	34.00	0.68	-	-	-	18.10	21.20	3.10
100.00	90.00	88.00	-	-	11.10	12.20	1.10	-	-	-
150.00	-	128.00	48.00	0.96	-	-	-	31.10	32.00	0.90
150.00	140.00	140.00	-	-	13.50	13.80	0.30	-	-	-

Cell Pressure (kPa)	Back Pressure (kPa)	Pore Pressure (kPa)	PWP diff. (kPa)	B Value	Back Pressure Voume Change			Cell Volume Chage LHS/ RHS		
					Before	After	Diff.	Before	After	Diff.
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
50.00	-	15.00	15.00	0.30	-	-	-	13.60	20.30	6.70
50.00	40.00	35.00	-	-	14.50	16.50	2.00	-	-	-
100.00	-	70.00	35.00	0.70	-	-	-	27.00	30.00	3.00
100.00	90.00	85.00	-	-	17.10	23.70	6.60	-	-	-
150.00	-	134.00	49.00	0.98	-	-	-	24.50	26.50	2.00
150.00	140.00	140.00	-	-	15.50	15.80	0.30	-	-	-

CONSOLIDATION ($\sigma_3=100kPa$, $\sigma_3=200kPa$, & $\sigma_3=300kPa$)

Date	Clock time	Time [min]	\sqrt{t}	Volume change		Pore pressure	
				Gauge	Diff. cm^3	Reading kg/cm^2	Diff. kg/cm^2
17-Nov-11	12:45	0	0.0000	13.80	0.00	140	0
17-Nov-11	12:46	1	1.0000	11.20	2.60	162	22
17-Nov-11	12:47	2	1.4142	10.97	2.83	150	10
17-Nov-11	12:49	4	2.0000	10.73	3.07	149	9
17-Nov-11	13:53	8	2.8284	10.53	3.27	145	5
17-Nov-11	14:00	15	3.8730	10.23	3.57	145	5
17-Nov-11	14:15	30	5.4772	10.03	3.77	145	5
17-Nov-11	14:45	60	7.7460	9.80	4.00	145	5
17-Nov-11	15:45	120	10.9545	9.70	4.10	145	5
17-Nov-11	16:45	180	13.4164	9.63	4.17	145	5
18-Nov-11	12:45	1440	37.9473	9.62	4.18	145	5

Date	Clock time	Time [min]	\sqrt{t}	Volume change		Pore pressure	
				Gauge	Diff. cm^3	Reading kg/cm^2	Diff. kg/cm^2
17-Nov-11	13:13	0	0.0000	13.8	0.00	140	0
17-Nov-11	13:14	1	1.0000	8.70	5.10	233	93
17-Nov-11	13:15	2	1.4142	8.24	5.56	212	72
17-Nov-11	13:17	4	2.0000	7.78	6.02	190	50
17-Nov-11	13:21	8	2.8284	7.39	6.41	180	40
17-Nov-11	13:28	15	3.8730	6.80	7.00	175	35
17-Nov-11	13:43	30	5.4772	6.41	7.39	157	17
17-Nov-11	14:13	60	7.7460	5.95	7.85	150	10
17-Nov-11	15:13	120	10.9545	5.76	8.04	148	8
17-Nov-11	16:13	180	13.4164	5.63	8.17	145	5
18-Nov-11	13:13	1440	37.9473	5.62	8.18	145	5

Date	Clock time	Time [min]	\sqrt{t}	Volume change		Pore pressure	
				Gauge	Diff. cm^3	Reading kg/cm^2	Diff kg/cm^2
17-Nov-11	13:03	0	0.0000	15.8	0.00	140	0
17-Nov-11	13:04	1	1.0000	8.00	7.80	340	200
17-Nov-11	13:05	2	1.4142	7.30	8.50	320	180
17-Nov-11	13:07	4	2.0000	6.60	9.20	290	150
17-Nov-11	13:11	8	2.8284	6.00	9.80	260	120
17-Nov-11	13:18	15	3.8730	5.10	10.70	190	50
17-Nov-11	13:33	30	5.4772	4.50	11.30	185	45
17-Nov-11	14:03	60	7.7460	3.80	12.00	155	15
17-Nov-11	15:03	120	10.9545	3.50	12.30	150	10
17-Nov-11	16:03	180	13.4164	3.30	12.50	145	5
18-Nov-11	13:03	1440	37.9473	3.10	12.70	145	5

COMPRESSION ($\sigma_3=100\text{kPa}$)

Strain			Axial load		Pore pressure		Corrected area	Deviator stress	Critical state	
Dial		(ϵ)	Dial	Load	(u)	(Δu)			($\sigma_1 - \sigma_3$)	(p')
1 div =	0.001 cm	(%)	1 div =	0.14 kg	(kPa)	(kPa)	(cm^2)	(kPa)	($(\sigma'_1 + 2\sigma'_3)/3$)	($\sigma'_1 - \sigma'_3$)
(div)	(cm)	(%)	(div)	(kg)	(kPa)	(kPa)	(cm^2)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
0	0.000	0.0000	0.0	0.00	145	0	10.1829	0.0000	100.0000	0.0000
25	0.025	0.3472	46.0	6.44	150	5	10.2183	63.0240	116.0080	63.0240
50	0.050	0.6944	60.0	8.40	155	10	10.2541	81.9187	117.3062	81.9187
75	0.075	1.0417	88.0	12.32	155	10	10.2900	119.7274	129.9091	119.7274
100	0.100	1.3889	91.5	12.81	160	15	10.3263	124.0524	126.3508	124.0524
125	0.125	1.7361	110.0	15.40	165	20	10.3628	148.6090	129.5363	148.6090
150	0.150	2.0833	115.0	16.10	165	20	10.3995	154.8149	131.6050	154.8149
175	0.175	2.4306	126.0	17.64	165	20	10.4365	169.0218	136.3406	169.0218
200	0.200	2.7778	131.0	18.34	170	25	10.4738	175.1037	133.3679	175.1037
225	0.225	3.1250	141.5	19.81	175	30	10.5113	188.4632	132.8211	188.4632
250	0.250	3.4722	160.0	22.40	175	30	10.5491	212.3394	140.7798	212.3394
275	0.275	3.8194	171.0	23.94	175	30	10.5872	226.1215	145.3738	226.1215
300	0.300	4.1667	180.0	25.20	175	30	10.6256	237.1633	149.0544	237.1633
325	0.325	4.5139	184.0	25.76	180	35	10.6642	241.5552	145.5184	241.5552
350	0.350	4.8611	200.0	28.00	180	35	10.7031	261.6053	152.2018	261.6053
375	0.375	5.2083	203.5	28.49	180	35	10.7424	265.2119	153.4040	265.2119
400	0.400	5.5556	205.0	28.70	180	35	10.7818	266.1881	153.7294	266.1881
425	0.425	5.9028	226.0	31.64	185	40	10.8216	292.3773	157.4591	292.3773
450	0.450	6.2500	237.0	33.18	185	40	10.8617	305.4766	161.8255	305.4766
475	0.475	6.5972	240.0	33.60	187	42	10.9021	308.1977	160.7326	308.1977
500	0.500	6.9444	255.0	35.70	187	42	10.9428	326.2428	166.7476	326.2428

525	0.525	7.2917	254.0	35.56	187	42	10.9838	323.7508	165.9169	323.7508
550	0.550	7.6389	263.5	36.89	187	42	11.0250	334.6017	169.5339	334.6017
575	0.575	7.9861	265.0	37.10	190	45	11.0667	335.2414	166.7471	335.2414
600	0.600	8.3333	274.0	38.36	190	45	11.1086	345.3189	170.1063	345.3189
625	0.625	8.6806	279.0	39.06	190	45	11.1508	350.2885	171.7628	350.2885
650	0.650	9.0278	281.0	39.34	190	45	11.1934	351.4581	172.1527	351.4581
675	0.675	9.3750	289.0	40.46	190	45	11.2363	360.0844	175.0281	360.0844
700	0.700	9.7222	290.0	40.60	185	40	11.2795	359.9459	179.9820	359.9459
725	0.725	10.0694	294.0	41.16	185	40	11.3230	363.5072	181.1691	363.5072
750	0.750	10.4167	295.0	41.30	185	40	11.3669	363.3353	181.1118	363.3353
775	0.775	10.7639	296.0	41.44	185	40	11.4111	363.1539	181.0513	363.1539
800	0.800	11.1111	296.0	41.44	185	40	11.4557	361.7409	180.5803	361.7409
825	0.825	11.4583	296.0	41.44	185	40	11.5006	360.3278	180.1093	360.3278
850	0.850	11.8056	297.0	41.58	185	40	11.5459	360.1273	180.0424	360.1273
875	0.875	12.1528	297.0	41.58	180	35	11.5916	358.7095	184.5698	358.7095
900	0.900	12.5000	297.0	41.58	180	35	11.6376	357.2917	184.0972	357.2917
925	0.925	12.8472	298.0	41.72	180	35	11.6839	357.0721	184.0240	357.0721
950	0.950	13.1944	298.0	41.72	180	35	11.7307	355.6495	183.5498	355.6495
975	0.975	13.5417	298.0	41.72	180	35	11.7778	354.2269	183.0756	354.2269
1000	1.000	13.8889	299.0	41.86	180	35	11.8253	353.9882	182.9961	353.9882
1025	1.025	14.2361	299.0	41.86	180	35	11.8731	352.5608	182.5203	352.5608
1050	1.050	14.5833	299.0	41.86	180	35	11.9214	351.1334	182.0445	351.1334
1075	1.075	14.9306	300.0	42.00	180	35	11.9701	350.8757	181.9586	350.8757
1100	1.100	15.2778	300.0	42.00	180	35	12.0191	349.4435	181.4812	349.4435

COMPRESSION ($\sigma_3=200\text{kPa}$)

Strain			Axial load		Pore pressure		Corrected area	Deviator stress	Critical state	
Dial		(ϵ)	Dial	Load	(u)	(Δu)			($\sigma_1 - \sigma_3$)	(p')
1 div =	0.001 cm	(%)	1 div =	0.14 kg	(kPa)	(kPa)	(cm^2)	(kPa)	($(\sigma'_1 + 2\sigma'_3)/3$)	($(\sigma'_1 - \sigma'_3)$)
(div)	(cm)	(%)	(div)	(kg)	(kPa)	(kPa)	(cm^2)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
0	0.000	0.0000	0.0	0.00	145	0	10.1829	0.0000	200.0000	0.0000
25	0.025	0.3472	28.0	3.92	150	5	10.2183	38.3624	207.7875	38.3624
50	0.050	0.6944	43.0	6.02	155	10	10.2541	58.7084	209.5695	58.7084
75	0.075	1.0417	69.0	9.66	165	20	10.2900	93.8771	211.2924	93.8771
100	0.100	1.3889	83.0	11.62	170	25	10.3263	112.5284	212.5095	112.5284
125	0.125	1.7361	97.0	13.58	175	30	10.3628	131.0461	213.6820	131.0461
150	0.150	2.0833	113.0	15.82	180	35	10.3995	152.1225	215.7075	152.1225
175	0.175	2.4306	136.0	19.04	190	45	10.4365	182.4362	215.8121	182.4362
200	0.200	2.7778	147.0	20.58	200	55	10.4738	196.4904	210.4968	196.4904
225	0.225	3.1250	167.0	23.38	205	60	10.5113	222.4265	214.1422	222.4265
250	0.250	3.4722	185.0	25.90	205	60	10.5491	245.5175	221.8392	245.5175
275	0.275	3.8194	207.0	28.98	210	65	10.5872	273.7260	226.2420	273.7260
300	0.300	4.1667	223.0	31.22	215	70	10.6256	293.8190	227.9397	293.8190
325	0.325	4.5139	239.0	33.46	215	70	10.6642	313.7592	234.5864	313.7592
350	0.350	4.8611	249.0	34.86	215	70	10.7031	325.6985	238.5662	325.6985
375	0.375	5.2083	269.0	37.66	215	70	10.7424	350.5749	246.8583	350.5749
400	0.400	5.5556	287.0	40.18	215	70	10.7818	372.6634	254.2211	372.6634
425	0.425	5.9028	320.0	44.80	215	70	10.8216	413.9855	267.9952	413.9855
450	0.450	6.2500	331.0	46.34	215	70	10.8617	426.6362	272.2121	426.6362
475	0.475	6.5972	340.0	47.60	215	70	10.9021	436.6134	275.5378	436.6134
500	0.500	6.9444	353.0	49.42	215	70	10.9428	451.6223	280.5408	451.6223

525	0.525	7.2917	362.0	50.68	220	75	10.9838	461.4086	278.8029	461.4086
550	0.550	7.6389	384.0	53.76	220	75	11.0250	487.6169	287.5390	487.6169
575	0.575	7.9861	393.0	55.02	220	75	11.0667	497.1693	290.7231	497.1693
600	0.600	8.3333	419.0	58.66	215	70	11.1086	528.0607	306.0202	528.0607
625	0.625	8.6806	420.0	58.80	215	70	11.1508	527.3160	305.7720	527.3160
650	0.650	9.0278	426.0	59.64	215	70	11.1934	532.8154	307.6051	532.8154
675	0.675	9.3750	437.0	61.18	215	70	11.2363	544.4874	311.4958	544.4874
700	0.700	9.7222	437.0	61.18	215	70	11.2795	542.4013	310.8004	542.4013
725	0.725	10.0694	437.0	61.18	215	70	11.3230	540.3151	310.1050	540.3151
750	0.750	10.4167	437.0	61.18	215	70	11.3669	538.2289	309.4096	538.2289
775	0.775	10.7639	437.0	61.18	210	65	11.4111	536.1428	313.7143	536.1428
800	0.800	11.1111	437.0	61.18	210	65	11.4557	534.0566	313.0189	534.0566
825	0.825	11.4583	437.0	61.18	210	65	11.5006	531.9705	312.3235	531.9705
850	0.850	11.8056	437.0	61.18	210	65	11.5459	529.8843	311.6281	529.8843
875	0.875	12.1528	437.0	61.18	210	65	11.5916	527.7981	310.9327	527.7981
900	0.900	12.5000	437.0	61.18	210	65	11.6376	525.7120	310.2373	525.7120
925	0.925	12.8472	437.0	61.18	210	65	11.6839	523.6258	309.5419	523.6258
950	0.950	13.1944	437.0	61.18	205	60	11.7307	521.5397	313.8466	521.5397
975	0.975	13.5417	432.0	60.48	205	60	11.7778	513.5101	311.1700	513.5101
1000	1.000	13.8889	431.0	60.34	205	60	11.8253	510.2639	310.0880	510.2639
1025	1.025	14.2361	425.0	59.50	205	60	11.8731	501.1316	307.0439	501.1316
1050	1.050	14.5833	420.0	58.80	205	60	11.9214	493.2309	304.4103	493.2309
1075	1.075	14.9306	419.0	58.66	205	60	11.9701	490.0563	303.3521	490.0563

COMPRESSION ($\sigma_3=300\text{kPa}$)

Strain			Axial load		Pore pressure		Corrected area	Deviator stress	Critical state	
Dial		(ϵ)	Dial	Load	(u)	(Δu)			($\sigma_1 - \sigma_3$)	(p')
1 div =	0.001 cm	(%)	1 div =	0.14 kg	(kPa)	(kPa)	(cm^2)	(kPa)	($(\sigma'_1 + 2\sigma'_3)/3$)	($(\sigma'_1 - \sigma'_3)$)
(div)	(cm)	(%)	(div)	(kg)	(kPa)	(kPa)	(cm^2)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
0	0.000	0.0000	0.0	0.00	145	0	10.1829	0.0000	300.0000	0.0000
25	0.025	0.3472	44.0	6.16	160	15	10.2183	60.2838	305.0946	60.2838
50	0.050	0.6944	64.0	8.96	165	20	10.2541	87.3800	309.1267	87.3800
75	0.075	1.0417	79.0	11.06	170	25	10.2900	107.4825	310.8275	107.4825
100	0.100	1.3889	103.0	14.42	175	30	10.3263	139.6437	316.5479	139.6437
125	0.125	1.7361	145.0	20.30	180	35	10.3628	195.8936	330.2979	195.8936
150	0.150	2.0833	192.0	26.88	185	40	10.3995	258.4736	346.1579	258.4736
175	0.175	2.4306	245.0	34.30	195	50	10.4365	328.6535	359.5512	328.6535
200	0.200	2.7778	294.0	41.16	203	58	10.4738	392.9807	372.9936	392.9807
225	0.225	3.1250	340.0	47.60	218	73	10.5113	452.8444	377.9481	452.8444
250	0.250	3.4722	375.0	52.50	223	78	10.5491	497.6706	387.8902	497.6706
275	0.275	3.8194	404.0	56.56	230	85	10.5872	534.2285	393.0762	534.2285
300	0.300	4.1667	431.0	60.34	238	93	10.6256	567.8743	396.2914	567.8743
325	0.325	4.5139	455.0	63.70	248	103	10.6642	597.3240	396.1080	597.3240
350	0.350	4.8611	471.0	65.94	248	103	10.7031	616.0804	402.3601	616.0804
375	0.375	5.2083	488.0	68.32	253	108	10.7424	635.9872	403.9957	635.9872
400	0.400	5.5556	498.0	69.72	253	108	10.7818	646.6423	407.5474	646.6423
425	0.425	5.9028	506.0	70.84	260	115	10.8216	654.6146	403.2049	654.6146
450	0.450	6.2500	516.0	72.24	260	115	10.8617	665.0884	406.6961	665.0884
475	0.475	6.5972	524.0	73.36	260	115	10.9021	672.8984	409.2995	672.8984
500	0.500	6.9444	531.0	74.34	260	115	10.9428	679.3526	411.4509	679.3526

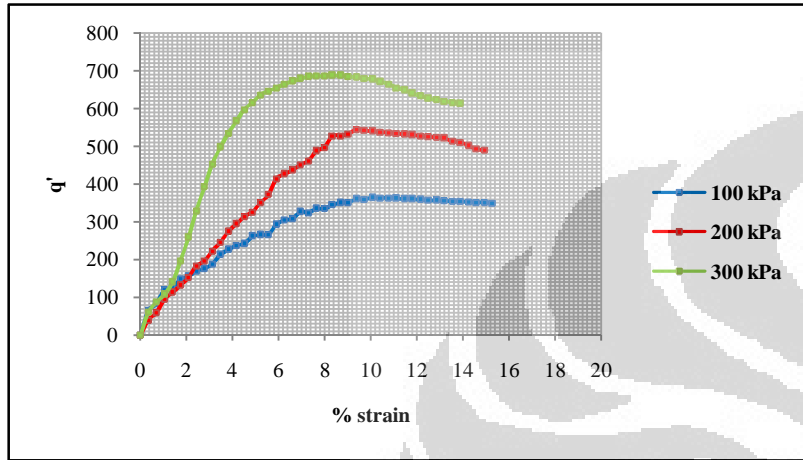
525	0.525	7.2917	537.0	75.18	260	115	10.9838	684.4653	413.1551	684.4653
550	0.550	7.6389	541.0	75.74	260	115	11.0250	686.9811	413.9937	686.9811
575	0.575	7.9861	543.0	76.02	260	115	11.0667	686.9286	413.9762	686.9286
600	0.600	8.3333	546.0	76.44	260	115	11.1086	688.1173	414.3724	688.1173
625	0.625	8.6806	548.0	76.72	260	115	11.1508	688.0218	414.3406	688.0218
650	0.650	9.0278	548.0	76.72	260	115	11.1934	685.4058	413.4686	685.4058
675	0.675	9.3750	548.0	76.72	260	115	11.2363	682.7897	412.5966	682.7897
700	0.700	9.7222	548.0	76.72	255	110	11.2795	680.1737	416.7246	680.1737
725	0.725	10.0694	548.0	76.72	255	110	11.3230	677.5576	415.8525	677.5576
750	0.750	10.4167	545.0	76.30	255	110	11.3669	671.2466	413.7489	671.2466
775	0.775	10.7639	542.0	75.88	255	110	11.4111	664.9643	411.6548	664.9643
800	0.800	11.1111	536.0	75.04	250	105	11.4557	655.0443	413.3481	655.0443
825	0.825	11.4583	533.0	74.62	250	105	11.5006	648.8335	411.2778	648.8335
850	0.850	11.8056	528.0	73.92	250	105	11.5459	640.2263	408.4088	640.2263
875	0.875	12.1528	525.0	73.50	250	105	11.5916	634.0824	406.3608	634.0824
900	0.900	12.5000	521.0	72.94	250	105	11.6376	626.7642	403.9214	626.7642
925	0.925	12.8472	521.0	72.94	250	105	11.6839	624.2770	403.0923	624.2770
950	0.950	13.1944	519.0	72.66	250	105	11.7307	619.4029	401.4676	619.4029
975	0.975	13.5417	518.0	72.52	245	100	11.7778	615.7366	405.2455	615.7366
1000	1.000	13.8889	518.0	72.52	245	100	11.8253	613.2638	404.4213	613.2638

VOLUME SPESIFIK

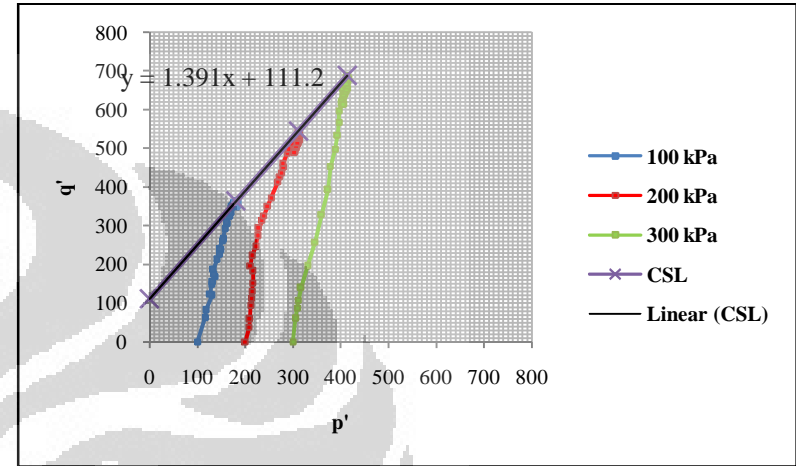
<i>Length</i>	7.20	cm
<i>Diameter</i>	3.60	cm
<i>Area</i>	10.18	cm ²
<i>Volume</i>	73.32	cm ³

Tegangan isotropis	$\sigma_3=100kPa$		$\sigma_3=200kPa$		$\sigma_3=300kPa$	
<i>Water content determination</i>	<i>Initial</i>	<i>Final</i>	<i>Initial</i>	<i>Final</i>	<i>Initial</i>	<i>Final</i>
<i>Wcan (gr)</i>	19.60	19.6	17.8	17.80	19.6	26.18
<i>Wwet + can (gr)</i>	103.99	108.66	102.45	106.55	111.99	110.23
<i>Wdry + can (gr)</i>	67.29	67.29	65.61	65.61	71.73	71.73
<i>%Water content</i>	76.96	86.75	77.06	85.63	77.23	84.52
<i>Consolidation vol.change, ΔVc</i>	4.18		8.18		12.70	
<i>Wwet (gr)</i>	84.39		84.65		92.39	
<i>Volume</i>	73.32		73.32		73.32	
γ_n , ton/m ³	1.15		1.15		1.26	
<i>A</i>	10.18		10.18		10.18	
$\epsilon_v = \Delta V_t / V_o \times 100\%$	5.70		11.16		17.32	
1/3 ϵ_v	1.90		3.72		5.77	
2/3 ϵ_v	3.80		7.44		11.55	
$H_c = H_o (1 - 1/3 \epsilon_v / 100)$	7.06		6.93		6.78	
$A_c = A_o (1 - 2/3 \epsilon_v / 100)$	9.80		9.43		9.01	
$V_c = V_o - \Delta V_t$	69.14		65.14		60.62	

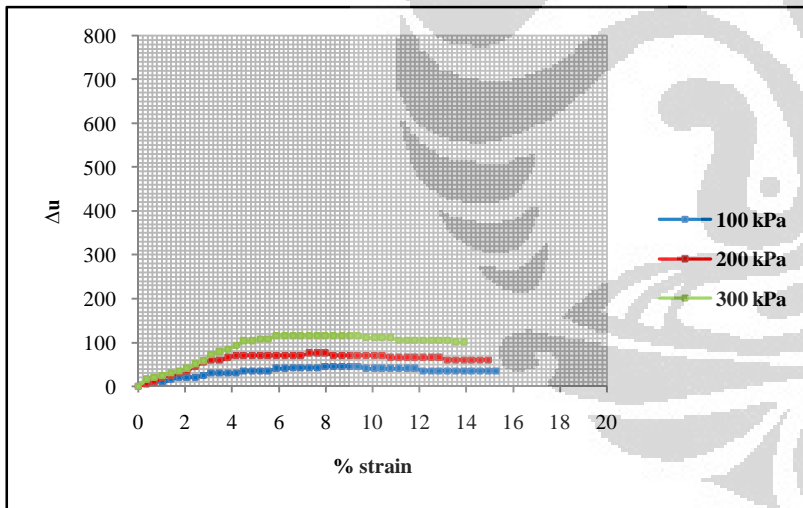
			1	2	3
Tinggi awal	cm		7.20	7.20	7.20
<i>Diameter</i>	cm		3.60	3.60	3.60
Luas sampel awal	cm ²		10.18	10.18	10.18
Luas koreksi	cm ²		9.80	9.43	9.01
Vo	cm ³		73.32	73.32	73.32
Berat awal tanah	Wt		85.39	85.76	85.87
<i>Specific gravity</i>	GS		1.6574	1.6574	1.6574
Kadar air awal	wo	%	77	77	77
Ws	Wt/(1+wo)	gr	48.24	48.45	48.51
Vso	Ws/Gs	cm ³	29.11	29.23	29.27
eo	Vo/Vso -1		1.5188	1.5079	1.5047
Δv saat konsolidasi		cm ³	4.18	8.18	12.70
eco			1.3752	1.2281	1.0709
vco		mL	2.3752	2.2281	2.0709
p'max			181.1691	311.4958	414.3724
p'min			100	200	300
ln p'max			5.1994	5.7414	6.0268
ln p'min			4.6052	5.2983	5.7038



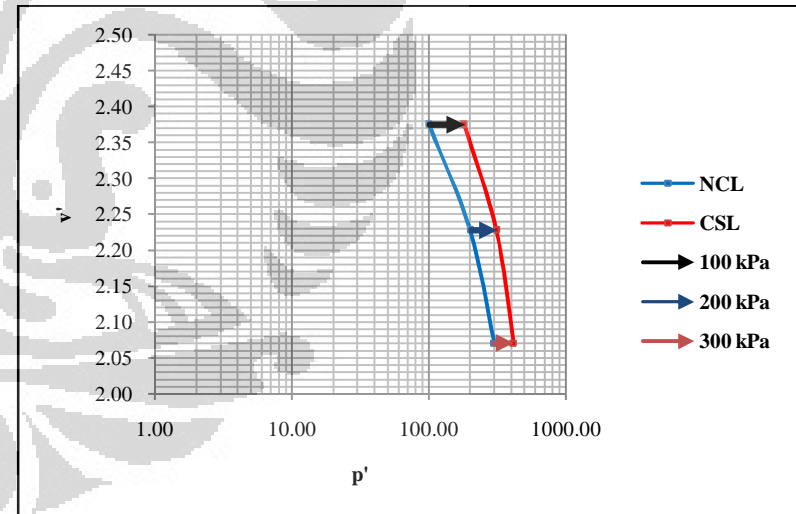
(a) %strain vs q'



(b) p' vs q'



(c) %strain vs Δu



(d) p' vs v'

Hasil Tes Triaksial CU Tanah Gambut Tanpa Campuran $w = 77\%$

Soil Mechanics Laboratory

Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia

Depok 16424 Telp. +622178849102, Fax. +622178849102

**TRIAXIAL CU $w=66\%$ GAMBUT + EM4 20%**

PROJECT SKRIPSI	DATE OF TESTING DD/MM/YY
LOCATION SERIANG KUNING, OKI SUMATERA SELATAN	TESTED BY: ADITIYA PUTRA KARISMA

SATURATION ($\sigma_3=100\text{kPa}$, $\sigma_3=200\text{kPa}$, & $\sigma_3=300\text{kPa}$)

Cell Pressure (kPa)	Back Pressure (kPa)	Pore Pressure (kPa)	PWP diff. (kPa)	B Value	Back Pressure Voume Change			Cell Volume Chage LHS/ RHS		
					Before	After	Diff.	Before	After	Diff.
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
50.00	-	18.00	18.00	0.36	-	-	-	17.10	24.50	7.40
50.00	40.00	30.00	-	-	7.10	10.80	3.70	-	-	-
100.00	-	65.00	35.00	0.70	-	-	-	25.00	28.00	3.00
100.00	90.00	80.00	-	-	11.00	13.20	2.20	-	-	-
150.00	-	129.00	49.00	0.98	-	-	-	28.10	29.00	0.90
150.00	140.00	140.00	-	-	13.50	13.80	0.30	-	-	-

Cell Pressure (kPa)	Back Pressure (kPa)	Pore Pressure (kPa)	PWP diff. (kPa)	B Value	Back Pressure Voume Change			Cell Volume Chage LHS/ RHS		
					Before	After	Diff.	Before	After	Diff.
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
50.00	-	20.00	20.00	0.40	-	-	-	10.80	17.40	6.60
50.00	40.00	30.00	-	-	6.20	10.20	4.00	-	-	-
100.00	-	64.00	34.00	0.68	-	-	-	18.10	21.20	3.10
100.00	90.00	88.00	-	-	11.10	12.20	1.10	-	-	-
150.00	-	128.00	48.00	0.96	-	-	-	31.10	32.00	0.90
150.00	140.00	140.00	-	-	13.50	13.80	0.30	-	-	-

Cell Pressure (kPa)	Back Pressure (kPa)	Pore Pressure (kPa)	PWP diff. (kPa)	B Value	Back Pressure Voume Change			Cell Volume Chage LHS/ RHS		
					Before	After	Diff.	Before	After	Diff.
0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
50.00	-	15.00	15.00	0.30	-	-	-	13.60	20.30	6.70
50.00	40.00	35.00	-	-	14.50	16.50	2.00	-	-	-
100.00	-	70.00	35.00	0.70	-	-	-	27.00	30.00	3.00
100.00	90.00	85.00	-	-	17.10	23.70	6.60	-	-	-
150.00	-	134.00	49.00	0.98	-	-	-	24.50	26.50	2.00
150.00	140.00	140.00	-	-	15.50	15.80	0.30	-	-	-

CONSOLIDATION ($\sigma_3=100kPa$, $\sigma_3=200kPa$, & $\sigma_3=300kPa$)

Date	Clock time	Time [min]	\sqrt{t}	Volume change		Pore pressure	
				Gauge	Diff. cm^3	Reading kg/cm^2	Diff. kg/cm^2
13-Feb-11	8:47	0	0.0000	15.2	0.00	143	0
13-Feb-11	8:48	1	1.0000	12.6	2.60	165	22
13-Feb-11	8:49	2	1.4142	12.3	2.90	153	10
13-Feb-11	8:51	4	2.0000	12.1	3.10	152	9
13-Feb-11	8:55	8	2.8284	11.9	3.30	148	5
13-Feb-11	9:02	15	3.8730	11.6	3.60	148	5
13-Feb-11	9:17	30	5.4772	11.4	3.80	148	5
13-Feb-11	9:47	60	7.7460	11.2	4.00	148	5
13-Feb-11	10:47	120	10.9545	11.1	4.10	148	5
13-Feb-11	11:47	180	13.4164	11.0	4.20	148	5
14-Feb-11	8:47	1440	37.9473	11.0	4.20	148	5

Date	Clock Time	Time [min]	\sqrt{t}	Volume change		Pore pressure	
				Gauge	Diff. cm^3	Reading kg/cm^2	Diff. kg/cm^2
13-Feb-11	9:15	0	0.0000	13.8	0.00	130	0
13-Feb-11	9:16	1	1.0000	8.7	5.10	217	87
13-Feb-11	9:17	2	1.4142	8.2	5.60	197	67
13-Feb-11	9:19	4	2.0000	7.7	6.10	177	47
13-Feb-11	9:23	8	2.8284	7.4	6.40	168	38
13-Feb-11	9:30	15	3.8730	6.8	7.00	163	33
13-Feb-11	9:45	30	5.4772	6.4	7.40	146	16
13-Feb-11	10:15	60	7.7460	5.9	7.90	140	10
13-Feb-11	11:15	120	10.9545	5.7	8.10	138	8
13-Feb-11	12:15	180	13.4164	5.6	8.20	135	5
14-Feb-11	9:15	1440	37.9473	5.6	8.20	135	5

Date	Clock time	Time [min]	\sqrt{t}	Volume change		Pore pressure	
				Gauge	Diff. cm^3	Reading kg/cm^2	Diff. kg/cm^2
13-Feb-11	10:05	0	0.0000	15.8	0.00	140	0
13-Feb-11	10:06	1	1.0000	8.3	7.50	340	200
13-Feb-11	10:07	2	1.4142	7.6	8.20	320	180
13-Feb-11	10:09	4	2.0000	7.0	8.80	290	150
13-Feb-11	10:13	8	2.8284	6.4	9.40	260	120
13-Feb-11	10:20	15	3.8730	5.5	10.30	190	50
13-Feb-11	10:35	30	5.4772	4.9	10.90	185	45
13-Feb-11	11:05	60	7.7460	4.3	11.50	155	15
13-Feb-11	12:05	120	10.9545	4.0	11.80	150	10
13-Feb-11	13:05	180	13.4164	3.8	12.00	145	5
14-Feb-11	10:05	1440	37.9473	3.6	12.20	145	5

COMPRESSION ($\sigma_3=100\text{kPa}$)

Strain		Dial (ϵ)	Axial load		Pore pressure		Corrected area (cm^2)	Deviator stress ($\sigma_1-\sigma_3$) (kPa)	Critical state	
Dial 1 div = (div)	0.001 cm (cm)		Dial 1 div = (div)	Load 0.102 kg (kg)	(u) (kPa)	(Δu) (kPa)			(p') ($\sigma'_1+2\sigma'_3$)/3 (kPa)	(q') ($\sigma'_1-\sigma'_3$) (kPa)
0	0.000	0.0000	0.0	0.00	148	0	10.1829	0.0000	100.0000	0.0000
25	0.025	0.3472	15.0	1.53	153	5	10.2183	14.9731	99.9910	14.9731
50	0.050	0.6944	24.0	2.45	155	7	10.2541	23.8735	100.9578	23.8735
75	0.075	1.0417	32.0	3.26	157	9	10.2900	31.7200	101.5733	31.7200
100	0.100	1.3889	45.0	4.59	159	11	10.3263	44.4497	103.8166	44.4497
125	0.125	1.7361	56.0	5.71	163	15	10.3628	55.1204	103.3735	55.1204
150	0.150	2.0833	76.0	7.75	165	17	10.3995	74.5419	107.8473	74.5419
175	0.175	2.4306	119.0	12.14	171	23	10.4365	116.3031	115.7677	116.3031
200	0.200	2.7778	143.0	14.59	171	23	10.4738	139.2618	123.4206	139.2618
225	0.225	3.1250	167.0	17.03	174	26	10.5113	162.0536	128.0179	162.0536
250	0.250	3.4722	174.0	17.75	176	28	10.5491	168.2411	128.0804	168.2411
275	0.275	3.8194	185.0	18.87	176	28	10.5872	178.2336	131.4112	178.2336
300	0.300	4.1667	195.0	19.89	176	28	10.6256	187.1896	134.3965	187.1896
325	0.325	4.5139	204.0	20.81	176	28	10.6642	195.1196	137.0399	195.1196
350	0.350	4.8611	235.0	23.97	176	28	10.7031	223.9528	146.6509	223.9528
375	0.375	5.2083	246.0	25.09	176	28	10.7424	233.5801	149.8600	233.5801
400	0.400	5.5556	258.0	26.32	176	28	10.7818	244.0769	153.3590	244.0769
425	0.425	5.9028	267.0	27.23	176	28	10.8216	251.6625	155.8875	251.6625
450	0.450	6.2500	278.0	28.36	176	28	10.8617	261.0638	159.0213	261.0638
475	0.475	6.5972	295.0	30.09	176	28	10.9021	276.0021	164.0007	276.0021
500	0.500	6.9444	305.0	31.11	180	32	10.9428	284.2973	162.7658	284.2973

525	0.525	7.2917	312.0	31.82	180	32	10.9838	289.7370	164.5790	289.7370
550	0.550	7.6389	316.0	32.23	180	32	11.0250	292.3525	165.4508	292.3525
575	0.575	7.9861	324.0	33.05	180	32	11.0667	298.6269	167.5423	298.6269
600	0.600	8.3333	326.0	33.25	180	32	11.1086	299.3364	167.7788	299.3364
625	0.625	8.6806	329.0	33.56	180	32	11.1508	300.9468	168.3156	300.9468
650	0.650	9.0278	331.0	33.76	180	32	11.1934	301.6250	168.5417	301.6250
675	0.675	9.3750	335.0	34.17	183	35	11.2363	304.1049	166.3683	304.1049
700	0.700	9.7222	336.0	34.27	183	35	11.2795	303.8440	166.2813	303.8440
725	0.725	10.0694	342.0	34.88	183	35	11.3230	308.0803	167.6934	308.0803
750	0.750	10.4167	352.0	35.90	182	34	11.3669	315.8642	171.2881	315.8642
775	0.775	10.7639	353.0	36.01	180	32	11.4111	315.5338	173.1779	315.5338
800	0.800	11.1111	354.0	36.11	180	32	11.4557	315.1964	173.0655	315.1964
825	0.825	11.4583	355.0	36.21	180	32	11.5006	314.8521	172.9507	314.8521
850	0.850	11.8056	355.0	36.21	180	32	11.5459	313.6174	172.5391	313.6174
875	0.875	12.1528	355.0	36.21	180	32	11.5916	312.3827	172.1276	312.3827
900	0.900	12.5000	356.0	36.31	180	32	11.6376	312.0244	172.0081	312.0244
925	0.925	12.8472	356.0	36.31	180	32	11.6839	310.7862	171.5954	310.7862
950	0.950	13.1944	355.0	36.21	180	32	11.7307	308.6785	170.8928	308.6785
975	0.975	13.5417	355.0	36.21	180	32	11.7778	307.4438	170.4813	307.4438
1000	1.000	13.8889	355.0	36.21	180	32	11.8253	306.2091	170.0697	306.2091
1025	1.025	14.2361	354.0	36.11	180	32	11.8731	304.1153	169.3718	304.1153
1050	1.050	14.5833	354.0	36.11	180	32	11.9214	302.8840	168.9613	302.8840
1075	1.075	14.9306	354.0	36.11	180	32	11.9701	301.6528	168.5509	301.6528
1100	1.100	15.2778	350.0	35.70	180	32	12.0191	297.0270	167.0090	297.0270
1125	1.125	15.6250	348.0	35.50	180	32	12.0686	294.1193	166.0398	294.1193
1150	1.150	15.9722	345.0	35.19	180	32	12.1184	290.3839	164.7946	290.3839

COMPRESSION ($\sigma_3=200\text{kPa}$)

Strain			Axial load		Pore pressure		Corrected area	Deviator stress	Critical state	
Dial		(ϵ)	Dial	Load	(u)	(Δu)			($\sigma_1 - \sigma_3$)	(p')
1 div =	0.001 cm	(%)	1 div =	0.102 kg	(kPa)	(kPa)	(cm^2)	(kPa)	($(\sigma'_1 + 2\sigma'_3)/3$)	($(\sigma'_1 - \sigma'_3)$)
(div)	(cm)	(%)	(div)	(kg)	(kPa)	(kPa)	(cm^2)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
0	0.000	0.0000	0.0	0.00	135	0	10.1829	0.0000	200.0000	0.0000
25	0.025	0.3472	15.0	1.53	144	9	10.2183	14.9731	195.9910	14.9731
50	0.050	0.6944	35.0	3.57	146	11	10.2541	34.8155	200.6052	34.8155
75	0.075	1.0417	45.0	4.59	151	16	10.2900	44.6062	198.8687	44.6062
100	0.100	1.3889	55.0	5.61	156	21	10.3263	54.3274	197.1091	54.3274
125	0.125	1.7361	75.0	7.65	160	25	10.3628	73.8220	199.6073	73.8220
150	0.150	2.0833	103.0	10.51	165	30	10.3995	101.0240	203.6747	101.0240
175	0.175	2.4306	134.0	13.67	170	35	10.4365	130.9632	208.6544	130.9632
200	0.200	2.7778	152.0	15.50	175	40	10.4738	148.0266	209.3422	148.0266
225	0.225	3.1250	167.0	17.03	177	42	10.5113	162.0536	212.0179	162.0536
250	0.250	3.4722	207.0	21.11	181	46	10.5491	200.1489	220.7163	200.1489
275	0.275	3.8194	235.0	23.97	183	48	10.5872	226.4048	227.4683	226.4048
300	0.300	4.1667	261.0	26.62	185	50	10.6256	250.5461	233.5154	250.5461
325	0.325	4.5139	302.0	30.80	187	52	10.6642	288.8535	244.2845	288.8535
350	0.350	4.8611	336.0	34.27	190	55	10.7031	320.2048	251.7349	320.2048
375	0.375	5.2083	365.0	37.23	195	60	10.7424	346.5721	255.5240	346.5721
400	0.400	5.5556	415.0	42.33	196	61	10.7818	392.6043	269.8681	392.6043
425	0.425	5.9028	460.0	46.92	197	62	10.8216	433.5759	282.5253	433.5759
450	0.450	6.2500	492.0	50.18	198	63	10.8617	462.0265	291.0088	462.0265
475	0.475	6.5972	540.0	55.08	199	64	10.9021	505.2241	304.4080	505.2241
500	0.500	6.9444	560.0	57.12	200	65	10.9428	521.9884	308.9961	521.9884

525	0.525	7.2917	590.0	60.18	201	66	10.9838	547.9000	316.6333	547.9000
550	0.550	7.6389	612.0	62.42	203	68	11.0250	566.2016	320.7339	566.2016
575	0.575	7.9861	633.0	64.57	204	69	11.0667	583.4285	325.4762	583.4285
600	0.600	8.3333	648.0	66.10	204	69	11.1086	595.0000	329.3333	595.0000
625	0.625	8.6806	658.0	67.12	205	70	11.1508	601.8935	330.6312	601.8935
650	0.650	9.0278	665.0	67.83	205	70	11.1934	605.9837	331.9946	605.9837
675	0.675	9.3750	673.0	68.65	205	70	11.2363	610.9330	333.6443	610.9330
700	0.700	9.7222	676.0	68.95	205	70	11.2795	611.3052	333.7684	611.3052
725	0.725	10.0694	673.0	68.65	205	70	11.3230	606.2515	332.0838	606.2515
750	0.750	10.4167	665.0	67.83	204	69	11.3669	596.7321	329.9107	596.7321
775	0.775	10.7639	659.0	67.22	204	69	11.4111	589.0560	327.3520	589.0560
800	0.800	11.1111	654.0	66.71	204	69	11.4557	582.3120	325.1040	582.3120
825	0.825	11.4583	652.0	66.50	204	69	11.5006	578.2635	323.7545	578.2635
850	0.850	11.8056	644.0	65.69	204	69	11.5459	568.9284	320.6428	568.9284
875	0.875	12.1528	638.0	65.08	204	69	11.5916	561.4088	318.1363	561.4088
900	0.900	12.5000	630.0	64.26	203	68	11.6376	552.1780	316.0593	552.1780
925	0.925	12.8472	625.0	63.75	203	68	11.6839	545.6219	313.8740	545.6219
950	0.950	13.1944	617.0	62.93	203	68	11.7307	536.4919	310.8306	536.4919
975	0.975	13.5417	612.0	62.42	203	68	11.7778	530.0158	308.6719	530.0158
1000	1.000	13.8889	606.0	61.81	203	68	11.8253	522.7118	306.2373	522.7118
1025	1.025	14.2361	601.0	61.30	203	68	11.8731	516.3087	304.1029	516.3087
1050	1.050	14.5833	595.0	60.69	203	68	11.9214	509.0848	301.6949	509.0848

COMPRESSION ($\sigma_3=300\text{kPa}$)

Strain			Axial load		Pore pressure		Corrected area	Deviator stress	Critical state	
Dial		(ϵ)	Dial	Load	(u)	(Δu)			($\sigma_1 - \sigma_3$)	(p')
1 div =	0.001 cm	(%)	1 div =	0.102 kg	(kPa)	(kPa)	(cm^2)	(kPa)	($(\sigma'_1 + 2\sigma'_3)/3$)	($(\sigma'_1 - \sigma'_3)$)
(div)	(cm)	(%)	(div)	(kg)	(kPa)	(kPa)	(cm^2)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
0	0.000	0.0000	0.0	0.00	145	0	10.1829	0.0000	300.0000	0.0000
25	0.025	0.3472	10.0	1.02	151	6	10.2183	9.9821	297.3274	9.9821
50	0.050	0.6944	56.0	5.71	158	13	10.2541	55.7047	305.5682	55.7047
75	0.075	1.0417	76.0	7.75	167	22	10.2900	75.3349	303.1116	75.3349
100	0.100	1.3889	93.0	9.49	174	29	10.3263	91.8627	301.6209	91.8627
125	0.125	1.7361	178.0	18.16	181	36	10.3628	175.2042	322.4014	175.2042
150	0.150	2.0833	223.0	22.75	185	40	10.3995	218.7218	332.9073	218.7218
175	0.175	2.4306	293.0	29.89	190	45	10.4365	286.3597	350.4532	286.3597
200	0.200	2.7778	360.0	36.72	194	49	10.4738	350.5892	367.8631	350.5892
225	0.225	3.1250	420.0	42.84	199	54	10.5113	407.5600	381.8533	407.5600
250	0.250	3.4722	470.0	47.94	201	56	10.5491	454.4443	395.4814	454.4443
275	0.275	3.8194	520.0	53.04	203	58	10.5872	500.9809	408.9936	500.9809
300	0.300	4.1667	569.0	58.04	204	59	10.6256	546.2097	423.0699	546.2097
325	0.325	4.5139	610.0	62.22	207	62	10.6642	583.4459	432.4820	583.4459
350	0.350	4.8611	653.0	66.61	211	66	10.7031	622.3028	441.4343	622.3028
375	0.375	5.2083	690.0	70.38	214	69	10.7424	655.1636	449.3879	655.1636
400	0.400	5.5556	723.0	73.75	217	72	10.7818	683.9829	455.9943	683.9829
425	0.425	5.9028	756.0	77.11	219	74	10.8216	712.5726	463.5242	712.5726
450	0.450	6.2500	795.0	81.09	223	78	10.8617	746.5672	470.8557	746.5672
475	0.475	6.5972	813.0	82.93	226	81	10.9021	760.6430	472.5477	760.6430
500	0.500	6.9444	833.0	84.97	228	83	10.9428	776.4577	475.8192	776.4577

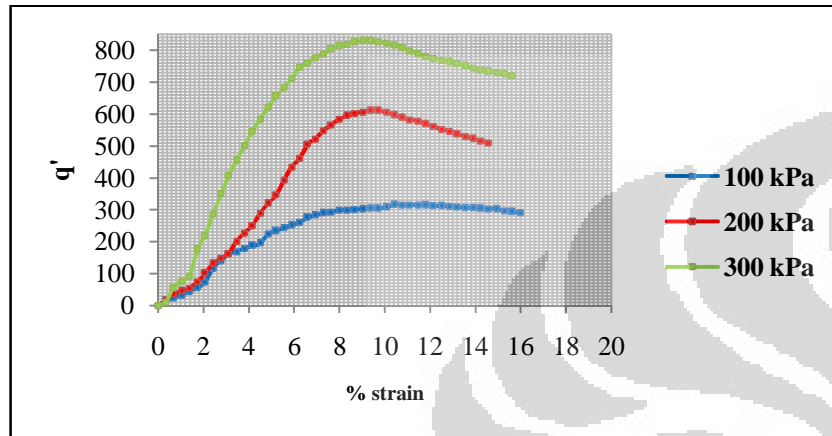
525	0.525	7.2917	850.0	86.70	229	84	10.9838	789.3475	479.1158	789.3475
550	0.550	7.6389	869.0	88.64	231	86	11.0250	803.9693	481.9898	803.9693
575	0.575	7.9861	883.0	90.07	232	87	11.0667	813.8505	484.2835	813.8505
600	0.600	8.3333	892.0	90.98	234	89	11.1086	819.0432	484.0144	819.0432
625	0.625	8.6806	903.0	92.11	234	89	11.1508	826.0028	486.3343	826.0028
650	0.650	9.0278	911.0	92.92	234	89	11.1934	830.1522	487.7174	830.1522
675	0.675	9.3750	914.0	93.23	234	89	11.2363	829.7070	487.5690	829.7070
700	0.700	9.7222	915.0	93.33	234	89	11.2795	827.4323	486.8108	827.4323
725	0.725	10.0694	914.0	93.23	233	88	11.3230	823.3491	486.4497	823.3491
750	0.750	10.4167	910.0	92.82	233	88	11.3669	816.5807	484.1936	816.5807
775	0.775	10.7639	904.0	92.21	233	88	11.4111	808.0525	481.3508	808.0525
800	0.800	11.1111	897.0	91.49	233	88	11.4557	798.6756	478.2252	798.6756
825	0.825	11.4583	888.0	90.58	233	88	11.5006	787.5737	474.5246	787.5737
850	0.850	11.8056	884.0	90.17	233	88	11.5459	780.9514	472.3171	780.9514
875	0.875	12.1528	880.0	89.76	232	87	11.5916	774.3570	471.1190	774.3570
900	0.900	12.5000	877.0	89.45	232	87	11.6376	768.6669	469.2223	768.6669
925	0.925	12.8472	875.0	89.25	232	87	11.6839	763.8706	467.6235	763.8706
950	0.950	13.1944	872.0	88.94	232	87	11.7307	758.2188	465.7396	758.2188
975	0.975	13.5417	868.0	88.54	232	87	11.7778	751.7217	463.5739	751.7217
1000	1.000	13.8889	863.0	88.03	232	87	11.8253	744.3900	461.1300	744.3900
1025	1.025	14.2361	860.0	87.72	232	87	11.8731	738.8111	459.2704	738.8111
1050	1.050	14.5833	857.0	87.41	231	86	11.9214	733.2532	458.4177	733.2532
1075	1.075	14.9306	857.0	87.41	231	86	11.9701	730.2725	457.4242	730.2725
1100	1.100	15.2778	855.0	87.21	231	86	12.0191	725.5945	455.8648	725.5945
1125	1.125	15.6250	853.0	87.01	231	86	12.0686	720.9304	454.3101	720.9304

VOLUME SPESIFIK

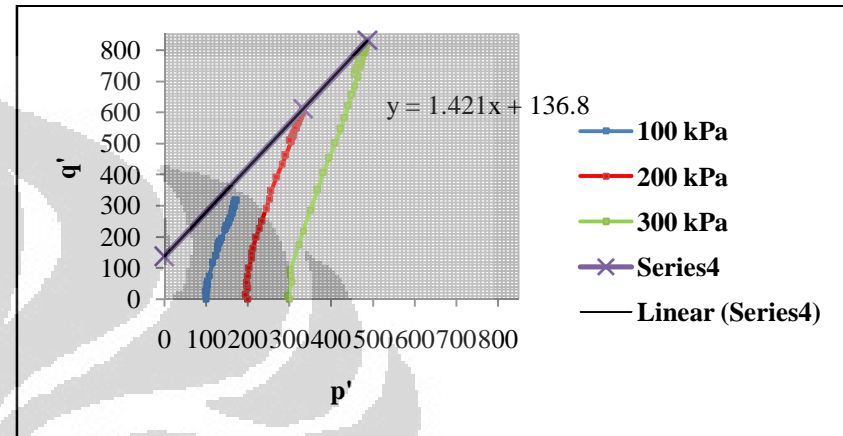
<i>Length</i>	7.20	cm
<i>Diameter</i>	3.60	cm
<i>Area</i>	10.18	cm ²
<i>Volume</i>	73.32	cm ³

Tegangan isotropis	$\sigma_3=100kPa$		$\sigma_3=200kPa$		$\sigma_3=300kPa$	
<i>Water content determination</i>	<i>Initial</i>	<i>Final</i>	<i>Initial</i>	<i>Final</i>	<i>Initial</i>	<i>Final</i>
<i>Wcan (gr)</i>	19.60	19.6	17.8	17.80	19.6	26.18
<i>Wwet + can (gr)</i>	103.99	108.66	102.45	106.55	111.99	110.23
<i>Wdry + can (gr)</i>	67.29	67.29	65.61	65.61	71.73	71.73
<i>%Water content</i>	76.96	86.75	77.06	85.63	77.23	84.52
<i>Consolidation vol.change, ΔVc</i>	4.23		8.23		12.20	
<i>Wwet (gr)</i>	84.39		84.65		92.39	
<i>Volume</i>	73.32		73.32		73.32	
γ_n , ton/m ³	1.15		1.15		1.26	
<i>A</i>	10.18		10.18		10.18	
$\epsilon_v = \Delta V_t / V_o \times 100\%$	5.77		11.23		16.64	
1/3 ϵ_v	1.92		3.74		5.55	
2/3 ϵ_v	3.85		7.48		11.09	
$H_c = H_o (1 - 1/3 \epsilon_v / 100)$	7.06		6.93		6.80	
$A_c = A_o (1 - 2/3 \epsilon_v / 100)$	9.79		9.42		9.05	
$V_c = V_o - \Delta V_t$	69.09		65.09		61.12	

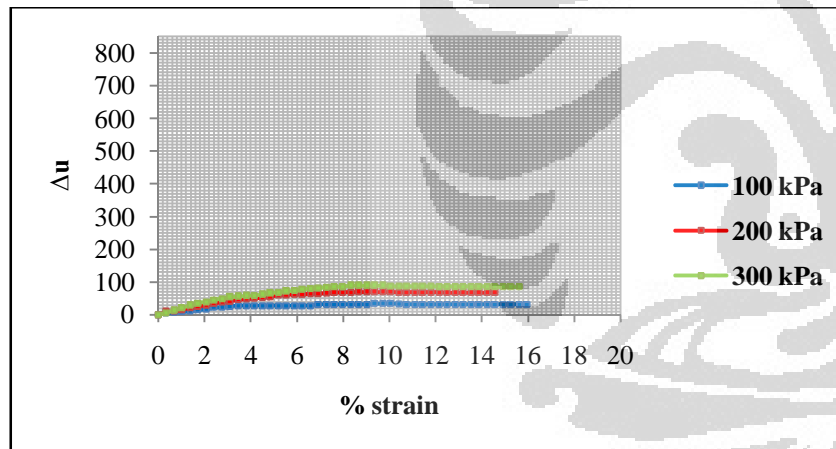
			1	2	3
Tinggi awal	cm		7.20	7.20	7.20
<i>Diameter</i>	cm		3.60	3.60	3.60
Luas sampel awal	cm ²		10.18	10.18	10.18
Luas koreksi	cm ²		9.79	9.42	9.05
Vo	cm ³		73.32	73.32	73.32
Berat awal tanah	Wt		79.34	79.81	79.87
<i>Specific gravity</i>	GS		1.5097	1.5097	1.5097
Kadar air awal	wo	%	66	66	66
Ws	Wt/(1+wo)	gr	47.80	48.08	48.11
Vso	Ws/Gs	cm ³	31.66	31.85	31.87
eo	Vo/Vso -1		1.3158	1.3022	1.3005
Δv saat konsolidasi		cm ³	4.23	8.23	12.20
eco			1.1822	1.0438	0.9177
vco		mL	2.1822	2.0438	1.9177
p'max			171.2881	333.7684	487.7174
p'min			100	200	300
ln p'max			5.1433	5.8104	6.1897
ln p'min			4.6052	5.2983	5.7038



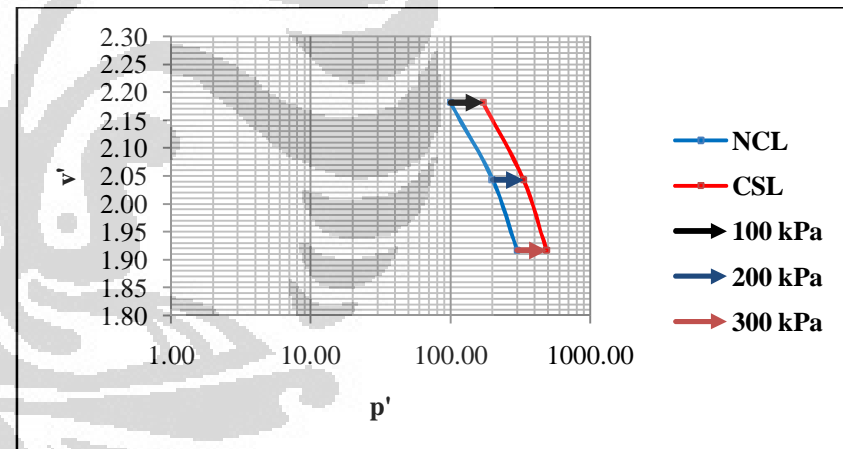
(a) %strain vs q'



(b) p' vs q'



(c) %strain vs Δu



(d) p' vs v'

Hasil Tes Triaksial CU Tanah Gambut + EM4 20% Pemeraman 1 Bulan w=66%



LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA
PUSAT PENELITIAN BIOTEKNOLOGI

LABORATORIUM PENGUJIAN BIOTEKNOLOGI

Jl. Raya Bogor, KM 46 Cibinong 16911, Kabupaten Bogor, Indonesia P.O Box 208 Bogor
Telp. 021-87905152 - 8754587 (sentral) Fax. 021-87905152 - 8754588 (sentral)
e-mail : labuji@biotek@biotek.lipi.go.id, website : http://www.biotek.lipi.go.id

LAPORAN PENGUJIAN

Report of Test Result

Nomor Hasil Uji : 001/LPB/I/2012
 Test Result Number
 Nomor Kode Sampel : 001/PO/012
 Sample Code Number
 Nama/Instansi Pengirim : **Aditya Putra K**
 Name of Principal
 Alamat Pengirim : Universitas Indonesia, Depok
 Address of Principal
 Tanggal Penerimaan Sampel : 9 Januari 2012
 Date of Sample Received
 Jenis Sampel : **Tanah Gambut**
 Subject of sample
 Halaman : 1 dari 1
 Page

Parameter Uji	Hasil Uji	Satuan	Metode Uji
Mikrobiologi:			
TPC (Mikroba umum)	$1,94 \times 10^7$	cfu/gr	Angka Lempeng- Total Mikroba

Cibinong, 16 Januari 2012

Manajer Mutu,

Dr. Yantyati Widyastuti
NIP. 19580112 198311 2 001



KEMENTERIAN PERTANIAN
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
BALAI BESAR SUMBERDAYA LAHAN PERTANIAN
BALAI PENELITIAN TANAH

LABORATORIUM TANAH
Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Pengujian
LP-192-IDN

SERTIFIKAT PENGUJIAN
CERTIFICATE OF ANALYSIS

Jl. Ir. H. Juanda No. 98, Bogor 16123. Telp: (0251) 8322933 Fax: (0251) 8322933

HASIL ANALISIS CONTOH TANAH

Nomor : 717/2012
Permintaan : Aditya Putra Karisma
Asal/Lokasi : Desa Sertang Kuning, Kab. OKI, Sumatra Selatan
Objek :
Tgl. Penerimaan : 28 Maret 2012
Tgl. Pengujian : 29 - 30 Maret 2012
Jumlah : 2 Contoh

1 dari 1

Urut	Nomor Contoh	Balok	Pengirim	Batas Horison Atas-bawah cm	Serai No.	Sifat Triak dipemis dideris %	Terhadap contoh kering 105°C					KB %	
							Ca	Mg	K	Na	Jumlah		KTK
1	12.02802	I			1	75,00	25,00	-	-	-	-	-	-
2	12.02803	II			2	25,56	2,33	-	-	-	-	-	-

Hasil pengujian ini hanya berlaku bagi contoh yang diuji dan tidak untuk tipe/layak



Sertifikat ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji dan tidak dapat diperbanyak tanpa persetujuan dari Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian
This report/certificate is related to the samples submitted only and can not be reproduced in any form without the prior written approval from Indonesian Soil Research Institute
except in full context with the prior written approval from Indonesian Soil Research Institute