

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAH/BELI	
TGL. TERIMA :	3-12-2007
NO. JUDUL :	2669
NO. DIV. :	512.000.266.9001
NO. INDIK. :	002669

TUGAS AKHIR

UJI KONSOLIDASI TANAH BERBUTIR HALUS DAN PERILAKU GESEKAN ANTARA TANAH DENGAN GEOTEKSTIL PADA UJI GESER LANGSUNG

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil



Nurdiansyah Harahap
99.511.296
Arwan Wicaksono
99.511.003

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2007**

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

TUGAS AKHIR
UJI KONSOLIDASI TANAH BERBUTIR HALUS DAN
PERILAKU GESEKAN ANTARA TANAH DENGAN
GEOTEKSTIL PADA UJI GESER LANGSUNG

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil

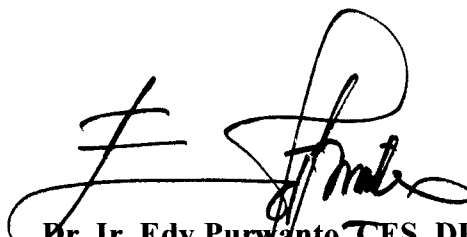
Disusun Oleh :


Nurdiansyah Harahap
99.511.296

Arwan Wicaksono
99.511.003

Disetujui :

Pembimbing :


Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA.
Tanggal : 9.04.2007.


Ir. Akhmad Marzuko, MT.
Tanggal :

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah... kuucapkan puji syukur kehadirat Alloh SWT yang telah memberikan limpahan berkah, rahmat dan hidayahnya kepada penyusun dalam perjuangannya untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini hingga memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil.

Kedua orang tuaku yang aku cintai, Bapak Sarno dan Ibu Sri Lestari yang tidak henti-hentinya mendoakan dan memberikan aku kesempatan untuk dapat menuntut ilmu hingga ke jenjang strata 1 (satu) serta berhasil mendapatkan gelar ST. Semoga aku dapat membahagiakan bapak dan ibu sekalian serta berguna bagi nusa dan agama.

Adik-adikku tersayang, Yusfita Chrisnawati dan Resma Reswandha yang telah memberikan semangat serta canda tawanya hingga Tugas Akhir ini terselesaikan, *“Semoga kalian selalu dalam keadaan rukun; Senang susah kita hadapi bersama”*.

Buat mbahku, pakde, budhe, om, pa”lik, bulik, terima kasih atas dorongan dan nasehatnya. Keponakan-keponakanku yang cantik Dewix, Tami and Indrie, *“Ikuti selalu nasihat orang tuamu Ok”*.

Dosen-dosen di lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, terima kasih atas jasa baikmu yang telah membimbing dan memberiku ilmu pengetahuan dan bekal ilmu di akhirat nanti.

Anak-anak masjid Baiturrahman Kepuh, Kalitirto; Kang Udin, Basyir, Abdul, Fery, Sita, Jhoni, Bangun, Danang, Bagus, Faqih, tidak ketinggalan juga Saridi serta anak-anak Tegaltirto dan Maguwo. Terima kasih atas doa kalian semua, *“Semoga Alloh paring manfaat lan barokah, Amin..”*.

Tak lupa pada Arwan Wicaksono yang telah menemani dan menjadi partner setia TA-ku. Teman-teman setiakku Atma Nurdita, Totok Suharyadi, Joko dan Budi yang telah memberikan semangat dan bantuannya hingga kita berhasil. “*Kalian memang temen-temenku yang baik*”.

Matur nuwun juga kepada Om Yudi dan Pak Sugiyono yang telah memberikan banyak pengertian dan pengarahannya semoga Allah membalas semua jasmu.

Pada bocah-bocah temen TA yang lain; Purwadi, Deny, Icut, Nur sama Angel dan masih banyak lagi yang belum aku sebutin “*Ojo nesu dab*”. Terima kasih atas semua bantuannya, aku tidak akan melupakan budi baik kalian selama kita berteman dan berjuang bersama di Laboratorium Mekanika Tanah FTSP. UII. Makasih yaw..!

By : Nurdiansyah H.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah... kuucapkan puji syukur kehadiran Alloh SWT yang telah memberikan limpahan berkah, rahmat dan hidayahnya kepada penyusun dalam perjuangannya untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini hingga memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil.

Kedua orang tuaku yang aku cintai, Bapak Purwadi dan Ibu Sutini yang selalu mendoakan dan membimbingku sejak kecil sampai saat ini, serta memberiku kesempatan untuk menuntut ilmu hingga ke jenjang strata 1 (satu). Semoga saya dapat menjadi manusia seperti yang engkau harapkan.

Adik-adikku, Oki Rahadini dan Chandra Dedy yang selalu memberiku semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan pertanyaan "*Ayo mas Arwan. Kapan lulusnya????*". Semoga kalian dapatkan apa yang kalian inginkan dan selalu rukun dalam bersaudara.

Buat Nurmi Rusmiyati tersayang yang selalu memaksaku kuliah saat aku malas. Terima kasih atas dorongan dan nasehatnya. Darimu aku tahu tentang arti hidup. "*Kita tidak bisa membantu orang miskin kalau kita masih miskin, lakukan sesuatu dulu apapun itu sampai kita dapatkan sesuatu dan lebihkan untuk membantu orang lain*".

Semua Dosen di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, terima kasih atas semua bimbingannya, karena jasa baikmulah aku dapat menyelesaikan jenjang Strata 1 sampai akhir tahap.

Untuk teman-temanku yang selalu menemaniku jaga toko. Terima kasih atas semua nasehatnya, bersama kalian hidupku terasa ramai. Masih teringat pernyataan kalian dalam benakku "*Kuliah kok suwe banget!!!!*".

Untuk Nurdiansyah Harahap sebagai partnerku dalam Tugas Akhir ini. Tak lupa teman-temanku senasib Atma Nurdita, Totok Suharyadi, Joko dan Budi, akhirnya selesai juga dalam menyusun tugas akhir ini.

Terima kasih kepada Om Yudi dan Pak Sugiyono telah banyak memberikan pengarahan dalam penyelesaian Tugas Akhirku.

Dan yang terakhir untuk semua temen-temen TA yang lain : Purwadi, Deny, Icut, Nur dan Angel. Terima kasih atas bantuannya selama ini, serta untuk semua warga Teknik Sipil dan Perencanaan terima kasih untuk semuanya.

By : Arwan Wicaksono.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu' alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah wa syukurillah, segala puji dan syukur adalah milik-Nya yang telah mencurahkan samudra karunia dan hidayah-Nya kepada penyusun, sehingga penelitian dengan judul **“Uji Konsolidasi Tanah Berbutir Halus Dan Perilaku Gesekan Antara Tanah Dengan Geotekstil Pada Uji Geser Langsung”** dilakukan pada periode September – Maret tahun 2006 – 2007, bertempat di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta dapat diselesaikan dengan baik. Sholawat dan salam dihaturkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW.

Tugas Akhir ini adalah merupakan salah satu syarat dalam menempuh pendidikan sarjana strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mempraktekkan teori yang diperoleh dibangku kuliah, serta memperluas wawasan untuk bekal memasuki dunia kerja.

Dalam melakukan penelitian dan terselesaikannya tugas akhir ini, penyusun telah banyak mendapat bantuan, bimbingan dan pengarahan dari berbagai pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada

1. Bapak Dr. Ir. H. Ruzardi, MS, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
2. Bapak Ir. H. Faisol A.M, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,

3. Bapak Dr. Ir. H. Edy Purwanto, CES, DEA, selaku Dosen Pembimbing I dan selaku Kepala Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta atas arahan dan bimbingannya,
4. Bapak Ir. Akhmad Marzuko, MT, selaku Dosen Pembimbing II, atas kritik dan ketelitiannya dalam membimbing.
5. Bapak Ir. H. Ibnu Sudarmadji, MS, selaku Dosen Penguji.

Tidaklah ada karya manusia yang dapat sempurna, demikian juga karya tulis ini yang pasti banyak kekurangan yang perlu dibenahi yang dikarenakan ilmu dan wawasan dari penyusun. Kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penyusun harapkan demi kesempurnaan karya tulis ini.

Akhirnya semoga karya tulis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Wassalamu'alaikum. Wr. Wb.

Yogyakarta, Januari 2007

Penyusun

ABSTRAKSI

Tanah lunak mempunyai daya dukung rendah, kuat geser rendah, kompresibilitas tinggi dan penurunan yang besar, oleh karena pori-pori tanah banyak terisi air. Banyaknya fenomena penurunan tanah di lapangan mendorong penyusun untuk melakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui sifat mampat, berkurangnya angka pori dan kecepatan penurunan pada tanah oleh beban yang bekerja di atasnya. Parameter geser tanah dan tingkat kekerasan material sangat diperlukan guna memperkecil lajunya penurunan tanah.

Guna mendukung berbagai perencanaan, kualitas tanah perlu diketahui sifat pemampatan dan tingkat penurunannya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat penurunan, perilaku geser dan kekerasan material. Tinjauan dilakukan dengan uji Konsolidasi, Geser Langsung dan CBR laboratorium.

Berdasarkan uji konsolidasi sampel tanah asli dan tanah asli + 1 lapis geotekstil diperoleh penurunan angka pori sebesar 51,40% dan 50,30%. Nilai C_c total sebesar 0,3118 dan 0,3068. Nilai C_v total sebesar 0,15776 cm^2/detik dan 0,005402 cm^2/detik . Dari hasil uji Geser Langsung pada sampel tanah asli + 1 lapis geotekstil secara grafis dan analitis diperoleh peningkatan nilai sudut gesek dalam (Φ) sebesar 9,55% dan 58,33%. Nilai kohesi (c) secara grafis dan analitis pada tanah asli + 1 lapis geotekstil diperoleh penurunan sebesar 7,25% dan 28,25%. Dari hasil uji CBR laboratorium pada sampel tanah asli + 1 lapis geotekstil diperoleh peningkatan nilai penetrasi CBR sebesar 18,88%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penggunaan geotekstil adalah berpengaruh positif terhadap kuat dukung tanah, perilaku geser dan penetrasi. Namun demikian dalam prakteknya dilapangan lapis geotekstil dapat juga menghambat lajunya aliran air dan metabolisme kehidupan dalam tanah.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAKSI	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR NOTASI	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Penelitian	2
1.5 Manfaat penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Mengenai Konsolidasi dan Penurunan	4
2.2 Penelitian Mengenai Parameter Kuat Geser Tanah	5
2.3 Penelitian Mengenai Perkuatan Tanah dengan Geotekstil	6
BAB III LANDASAN TEORI	7
3.1 Tanah	7
3.2 Sistem Klasifikasi Tanah	7
3.2.1 Sistem Klasifikasi Tanah USCS	8
3.2.2 Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO	11
3.3 Analisis Ukuran Butiran	15
3.3.1 Tanah Berbutir Kasar	15
3.3.2 Tanah Berbutir Halus	15

3.4	Batas-batas Konsistensi (Atterberg Limits)	17
3.5	Pemadatan Tanah	19
3.6	Konsolidasi dan Penurunan	22
3.6.1	Konsolidasi	22
3.6.2	Uji Konsolidasi	22
3.7	Perkuatan Tanah (Soil Reinforcement)	26
3.8	Perkuatan Tanah dengan Geosintetik	27
3.8.1	Penggunaan Geosintetik di Lapangan.....	29
3.8.2	Tujuan Perkuatan Tanah dengan Geotekstil	30
3.9	Kuat Geser Tanah	30
3.10	Uji Geser Langsung (Direct Shear Test)	32
3.11	CBR (California Bearing Ratio)	34
3.11.1	Percobaan CBR Laboratorium	36
BAB IV	METODE PENELITIAN	37
4.1	Bahan	37
4.2	Peralatan	37
4.3	Jadwal Penelitian	37
4.4	Jalannya Penelitian	38
4.4.1	Tahap Persiapan	38
4.4.2	Tahap Pekerjaan Lapangan	38
4.4.3	Tahap Pekerjaan Laboratorium	38
4.4.3.1	Pengujian Kepadatan Tanah	41
4.4.3.2	Pengujian Konsolidasi dan Penurunan Tanah	43
4.4.3.3	Pengujian Geser Langsung	47
4.4.3.4	Pengujian CBR Laboratorium	51
BAB V	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	57
5.1	Klasifikasi Tanah	57
5.2	Sifat Fisik Tanah Asli	58
5.3	Sifat Mekanis Tanah Asli	61
5.3.1	Pengujian Kadar Air Tanah	61

5.3.2	Pengujian Berat Jenis Tanah (Specific Gravity)	62
5.3.3	Pengujian Batas-Batas Konsistensi (Atterberg Limits)	64
5.4	Uji Kepadatan Tanah (Uji Proctor Standard)	68
5.5	Uji Konsolidasi	71
5.5.1	Uji Konsolidasi Tanah Asli	71
5.5.2	Uji Konsolidasi Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil	89
5.6	Uji Geser Langsung	95
5.6.1	Uji Geser Langsung Tanah Asli	95
5.6.2	Uji Geser Langsung Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil	100
5.7	Uji CBR Laboratorium	105
5.7.1	Uji CBR Tanah Asli	106
5.7.2	Uji CBR Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil	111
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	116
6.1	Kesimpulan	116
6.2	Saran	117
	DAFTAR PUSTAKA	118
	LAMPIRAN	

DAFTAR NOTASI

w	= Kadar air	(%)
W _b	= Berat tanah basah	(gr)
γ _b	= Berat volume tanah basah	(gr/cm ³)
γ _d	= Berat volume tanah kering	(gr/cm ³)
G _s	= Berat jenis	
LL	= Batas cair	(%)
PL	= Batas plastis	(%)
PI	= Indeks plastisitas	(%)
C _c	= Indeks Pemampatan	
e	= Angka pori	(%)
C _v	= Koefisien konsolidasi	(cm ² /detik)
S _r	= Derajat kejenuhan	(%)
H _t	= Tinggi bagian padat	(cm)
ΔH	= Perubahan tebal	(cm)
σ	= Tegangan normal	(kg/cm ²)
τ	= Tegangan geser	(kg/cm ²)
c	= Kohesi	(kg/cm ²)
Φ	= Sudut gesek dalam	(°)

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Sistem Klasifikasi Tanah USCS	9
Tabel 3.2	Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO	13
Tabel 3.3	Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah	19
Tabel 3.4	Hubungan Antara Bentuk dan Fungsi Geosintetik	29
Tabel 3.5	Hubungan Nilai Penetrasi dengan Beban Standar Uji CBR	35
Tabel 4.1	Jenis Pengujian dan Jumlah Benda Uji	55
Tabel 5.1	Nilai Rata-rata Hasil Uji Analisa Distribusi Butiran I, II, III	59
Tabel 5.2	Hasil Uji Kadar Air Tanah	61
Tabel 5.3	Hasil Uji Berat Jenis Tanah	63
Tabel 5.4	Hasil Pengujian Batas Cair	64
Tabel 5.5	Nilai Hasil Uji Sifat-Sifat Mekanis Tanah	65
Tabel 5.6	Hasil Uji Proktor Standar	69
Tabel 5.7	Nilai Parameter Tanah Sebelum Pengujian (Uji Konsolidasi)	73
Tabel 5.8	Pembacaan Dial Beban 0,25 kg/cm ² dan 0,50 kg/cm ² (Uji Konsolidasi Tanah Asli I)	75
Tabel 5.9	Pembacaan Dial Beban 0,50 kg/cm ² dan 1,00 kg/cm ² (Uji Konsolidasi Tanah Asli I)	79
Tabel 5.10	Hasil Nilai Cc, Cv dan $\sqrt{t_{90}}$ (Uji Konsolidasi Tanah Asli I)	81
Tabel 5.11	Hasil Parameter Tanah Sesudah Pengujian (Uji Konsolidasi)	83
Tabel 5.12	Hasil Nilai Cc, Cv dan $\sqrt{t_{90}}$ (Uji Konsolidasi Tanah Asli II)	85

Tabel 5.13	Hasil Nilai Cc, Cv dan $\sqrt{t_{90}}$ (Uji Konsolidasi Tanah Asli III)	86
Tabel 5.14	Nilai Cc Total Rata-rata (Uji Konsolidasi Tanah Asli I, II, III)	87
Tabel 5.15	Nilai Cc, Cv dan $\sqrt{t_{90}}$ (Uji Konsolidasi Tanah Asli I, II, III)	88
Tabel 5.16	Nilai Cc, Cv dan $\sqrt{t_{90}}$ (Uji Konsolidasi Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil I)	89
Tabel 5.17	Nilai Cc, Cv dan $\sqrt{t_{90}}$ (Uji Konsolidasi Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil II)	90
Tabel 5.18	Nilai Cc, Cv dan $\sqrt{t_{90}}$ (Uji Konsolidasi Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil III)	91
Tabel 5.19	Nilai Cc Total Rata-rata (Uji Konsolidasi Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil I, II, III)	92
Tabel 5.20	Nilai Cc, Cv dan $\sqrt{t_{90}}$ (Uji Konsolidasi Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil I, II, III)	93
Tabel 5.21	Nilai Cc Terbesar dan Cc Terbesar Rata-rata (Uji Konsolidasi Tanah Asli)	94
Tabel 5.22	Nilai Cc Terbesar dan Cc Terbesar Rata-rata (Uji Konsolidasi Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil)	94
Tabel 5.23	Parameter Hasil Uji Geser Langsung Secara Grafis (Uji Geser Langsung Tanah Asli)	97
Tabel 5.24	Parameter Hasil Uji Geser Langsung Secara Grafis (Uji Geser Langsung Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil)	102
Tabel 5.25	Hasil Uji Geser Langsung Tanah Asli dan Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil	105
Tabel 5.26	Hasil Parameter Tanah Sebelum Pengujian (Uji CBR Tanah Asli).....	107
Tabel 5.27	Hasil Pemeriksaan Nilai Penetrasi (Uji CBR Tanah Asli I)	108
Tabel 5.28	Hasil Nilai Penetrasi (Uji CBR Tanah Asli I, II, III)	110

Tabel 5.29	Hasil Parameter Tanah Sebelum Pengujian (Uji CBR Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil)	112
Tabel 5.30	Hasil Pemeriksaan Nilai Penetrasi (Uji CBR Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil I)	113
Tabel 5.31	Hasil Penetrasi (Uji CBR Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil I, II, III)	115

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Grafik Plastisitas USCS	11
Gambar 3.2	Batas-batas Atterberg Klasifikasi AASHTO	14
Gambar 3.3	Alat Uji Hidrometer	16
Gambar 3.4	Batas-batas Atterberg Tanah	17
Gambar 3.5	Alat Uji Proctor Standar	20
Gambar 3.6	Hubungan Berat Volume Kering dan Kadar Air	21
Gambar 3.7	Alat Uji Konsolidasi	23
Gambar 3.8	Ilustrasi Sel Tempat Benda Uji Konsolidasi	23
Gambar 3.9	Sifat Khusus Grafik Hubungan ΔH atau e Terhadap $\log t$	24
Gambar 3.10	Indeks Pemampatan C_c	25
Gambar 3.11	Kriteria Kegagalan Mohr dan Coulomb	32
Gambar 3.12	Diagram Sampel Benda Uji Geser Langsung	33
Gambar 3.13	Alat Uji Geser Langsung	34
Gambar 3.14	Alat Uji CBR Laboratorium	36
Gambar 4.1	Diagram Alir Penelitian	56
Gambar 5.1	Grafik Hasil Uji Analisa Distribusi Butiran I	58
Gambar 5.2	Grafik Hasil Uji Analisa Distribusi Butiran II	58
Gambar 5.3	Grafik Hasil Uji Analisa Distribusi Butiran III	59
Gambar 5.4	Diagram Hasil Klasifikasi Berdasarkan Tekstur	60
Gambar 5.5	Grafik Batas Cair	64
Gambar 5.6	Grafik Plastisitas Sistem Klasifikasi USCS	66
Gambar 5.7	Grafik Plastisitas Sistem Klasifikasi AASHTO	67
Gambar 5.8	Hasil Uji Kepadatan Tanah	70
Gambar 5.9	Grafik Hubungan Penurunan dan Akar Waktu Beban 0,25 kg/cm ² dan Beban 0,50 kg/cm ² (Uji Konsolidasi Tanah Asli I).....	76

Gambar 5.10	Grafik Hubungan Penurunan dan Akar Waktu Beban 0,50 kg/cm ² dan Beban 1,00 kg/cm ² (Uji Konsolidasi Tanah Asli I)	80
Gambar 5.11	Grafik Hubungan Tegangan Efektif dan Angka Pori (Uji Konsolidasi Tanah Asli I)	83
Gambar 5.12	Grafik Hubungan Pembebanan dan Koefisien Konsolidasi (Uji Konsolidasi Tanah Asli I)	84
Gambar 5.13	Grafik Tegangan Geser Pada Beban 4 kg (Uji Geser Langsung Tanah Asli)	95
Gambar 5.14	Grafik Tegangan Geser Pada Beban 8 kg (Uji Geser Langsung Tanah Asli)	96
Gambar 5.15	Grafik Tegangan Geser Pada Beban 16 kg (Uji Geser Langsung Tanah Asli)	96
Gambar 5.16	Grafik Kuat Geser Tanah Asli (Uji Geser Langsung Tanah Asli)	98
Gambar 5.17	Grafik Tegangan Geser Pada Beban 4 kg (Uji Geser Langsung Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil)	100
Gambar 5.18	Grafik Tegangan Geser Pada Beban 8 kg (Uji Geser Langsung Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil)	101
Gambar 5.19	Grafik Tegangan Geser Pada Beban 16 kg (Uji Geser Langsung Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil)	101
Gambar 5.20	Grafik Kuat Geser Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil (Uji Geser Langsung Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil)	103
Gambar 5.21	Grafik Hubungan Beban dan Penetrasi Uji CBR (Uji CBR Tanah Asli I)	109
Gambar 5.22	Grafik Hubungan Beban dan Penetrasi Uji CBR (Uji CBR Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil)	114

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Hasil Uji Hidrometer dan Analisa Saringan
Lampiran 2	Hasil Uji Kadar Air Tanah
Lampiran 3	Hasil Uji Berat Jenis Tanah
Lampiran 4	Hasil Uji Batas Cair dan Batas Plastis Tanah
Lampiran 5	Hasil Uji Proktor Standar
Lampiran 6	Hasil Uji Konsolidasi
Lampiran 7	Hasil Uji Geser Langsung
Lampiran 8	Hasil Uji CBR Laboratorium

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Tanah selalu mempunyai peranan yang penting dalam suatu pekerjaan konstruksi, karena fungsi tanah sebagai pendukung pondasi suatu bangunan dan bahan konstruksi dari bangunan tersebut seperti tanggul atau bendungan. Pengetahuan Mekanika Tanah sangat diperlukan untuk mengetahui sifat-sifat tanah, cara menganalisis sifat-sifat tersebut dan untuk menentukan metode yang digunakan dalam memperhitungkan sifat-sifat tanah tersebut dalam perencanaan suatu bangunan (L.D. Wesley, 1977).

Kriteria tanah sesuai dengan kemampuan dalam menerima beban di atasnya yaitu tanah baik bila tanah tersebut mempunyai kuat dukung tinggi dan sebagai akibatnya penurunan yang terjadi adalah kecil. Jenis tanah ini umumnya merupakan jenis tanah tidak pampat dan sifat keras (lapisan cadas, batu), sedangkan tanah jelek merupakan jenis tanah yang sangat pampat, kuat dukung rendah dan kadangkala masih mengalami proses pelapukan selain penurunan yang besar. Jenis tanah ini adalah tanah organik (humus, gambut) atau tanah lempung yang berkadar air tinggi.

Tanah lempung mempunyai sifat *swelling* bila kandungan airnya banyak dan volumenya akan membesar serta menyusut bila dalam kondisi kering. Tanah yang mengalami kembang dan susut pada waktu yang tidak bersamaan akan dapat menyebabkan kerusakan pada konstruksi bangunan.

Dengan melihat permasalahan tersebut di atas penyusun mencoba melakukan penelitian untuk tugas akhir dengan judul : “ Uji Konsolidasi Tanah Berbutir Halus dan Perilaku Gesekan Antara Tanah Dengan Geotekstil Pada Uji Geser Langsung “.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Dari penjelasan latar belakang diatas, diambil rumusan masalah sebagai berikut ini.

1. Seberapa besar penurunan dan kecepatan proses konsolidasi yang terjadi pada tanah berbutir halus setelah diberikan pembebanan.
2. Seberapa besar perubahan kuat geser dan tingkat penetrasi tanah berbutir halus dengan menambahkan lapisan geotekstil.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

1. Mengetahui besar penurunan, angka pori (e), besar indeks pemampatan (C_c) dan besar koefisien konsolidasi (C_v) pada tanah berbutir halus akibat adanya pembebanan.
2. Mengetahui perbandingan besar penurunan angka pori (e), besar indeks pemampatan (C_c) dan besar koefisien konsolidasi (C_v) dengan menambahkan lapis geotekstil pada tanah berbutir halus akibat adanya pembebanan.
3. Mengetahui perubahan parameter kuat geser dan perilaku gesekan tanah berbutir halus dengan geotekstil.
4. Mengetahui perbandingan penetrasi dengan menambahkan lapis geotekstil pada tanah berbutir halus.

1.4 BATASAN PENELITIAN

Untuk memperjelas lingkup permasalahan dan mempermudah dalam menganalisis maka dibuat batasan-batasan sebagai berikut ini.

1. Tanah yang diambil adalah tanah berbutir halus berasal dari Jombor Klaten, Jawa Tengah.
2. Penelitian hanya terbatas pada sifat-sifat fisik dan mekanis tanah berbutir halus dan tidak membahas sifat kimianya.
3. Geotekstil yang digunakan adalah jenis Woven Reinfox Type Hr 250 XT Produksi PT. Puritek Purnama Jakarta.

4. Pengujian tanah dilakukan dengan uji Konsolidasi, Uji CBR laboratorium dan untuk mengetahui perubahan parameter kuat geser tanah berbutir halus dilakukan dengan uji Geser Langsung.
5. Pengujian dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Dengan dilakukan penelitian ini diharapkan dapat memperoleh pengetahuan tentang pengaruh akibat adanya pembebanan pada tanah berbutir halus dan perilaku mekanisnya setelah ditambah dengan lapisan geotekstil. Penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan dalam perancangan konstruksi bangunan dan perkuatan tanah dasar serta dapat memperluas wawasan rekayasa Sipil dalam bidang Geoteknik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PENELITIAN MENGENAI KONSOLIDASI DAN PENURUNAN

Rachmat Satrya Putra F.B, dan Monita Olivia, 1998, dengan judul tugas akhirnya “ Studi Komparasi Daya Dukung Dan Penurunan Pada Tanah Lempung Kasongan Dengan Godean “.

1. Rumusan masalah :

Tanah lempung merupakan tanah rapat air, dan bersifat kompresibel. Penurunan yang terjadi pada tanah lempung sangat besar dan berlangsung secara lambat. Perencanaan pondasi dangkal pada tanah lempung biasanya ditentukan oleh kriteria penurunan. Dengan demikian maka perlu dilakukan penelitian terhadap tanah lempung untuk mengetahui daya dukung dan penurunan yang terjadi pada pondasi dangkal pada tanah tersebut.

2. Tujuan Penelitian :

- a. Mendapatkan data-data sifat fisik dan mekanis tanah lempung Kasongan dan Godean.
- b. Merencanakan dimensi pondasi dangkal berdasar teori Terzaghi dan Ohsaki.
- c. Membandingkan kapasitas dukung pada tanah lempung Kasongan dan Godean.
- d. Membandingkan penurunan dan lama penurunan dari pondasi yang di rencanakan.

3. Hasil Penelitian :

Salah satu dari hasil penelitian ini adalah bahwa analisis dimensi pondasi berdasarkan Metode Ohsaki dinilai lebih ekonomis daripada metode Terzaghi. Dimensi pondasi pada tanah lempung Kasongan lebih besar daripada dimensi pondasi tanah lempung Godean. Disamping penurunan pondasi tanah lempung Kasongan lebih kecil daripada pondasi tanah lempung Godean, lama penurunan

pada pondasi lempung Kasongan lebih besar daripada pondasi tanah lempung Godean.

2.2 PENELITIAN MENGENAI KUAT GESER TANAH

Sri Awal Soepartoko dan Mardiko Agustinus dengan tugas akhirnya yang berjudul “ Analisis Parameter Kuat Geser Tanah Lempung Yang Ditambah Dengan Cleanset Cement Dan Soiltac.

1. Rumusan masalah :

Usaha perbaikan tanah jelek dapat dilakukan dengan mengetahui tebal lapisan tanah dan juga pertimbangan terhadap beban pondasi yang bekerja. Jika lapisan tanah jelek tipis, umumnya lapisan tanah ini dikupas dan diganti dengan tanah yang lebih baik. Salah satu usaha yang dilakukan adalah dengan stabilitas kimia (ditambah dengan bahan kimia tertentu).

Dari penjelasan tersebut diatas dalam penelitian ini mempunyai rumusan masalah yaitu seberapa besar perubahan/peningkatan daya dukung tanah lempung dengan penambahan soiltac dan dengan penambahan cleanset cement.

2. Tujuan penelitian :

- a. Mengetahui sifat fisik dan mekanis tanah lempung Mertoyudan.
- b. Mengetahui pengaruh penambahan soiltac dan cleanset cement terhadap nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) tanah lempung Mertoyudan.
- c. Membandingkan nilai daya dukung tanah antara tanah asli dengan tanah yang dicampur bahan stabilisasi soiltac dan cleanset cement pada perencanaan pondasi dangkal.

3. Hasil Penelitian :

Hasil penelitian bahwa sampel tanah asli memiliki kadar air 79,33%, berat volume tanah basah $1,53 \text{ gr/cm}^3$, dan berat jenis tanah 2,71. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan cleanset cement dapat mencapai tingkat daya dukung yang lebih tinggi 396% dibanding bahan soiltac.

2.3 PENELITIAN MENGENAI PERKUATAN TANAH DENGAN GEOTEKSTIL

Dyah Puspitasari, 2002, dengan judul tugas akhirnya “ Pengaruh Penggunaan Geotekstil Terhadap Parameter Geser Tanah Gambut ”.

1. Rumusan masalah :

Mengingat sifat fisik tanah gambut yang mempunyai kadar air cukup tinggi, daya dukung yang rendah, dan pemampatan yang tinggi, maka tanah gambut dapat digolongkan sebagai tanah yang jelek untuk dijadikan sebagai tanah pondasi dari suatu konstruksi, sehingga diperlukan adanya suatu metode perbaikan daya dukung tanah gambut guna mendukung pembangunan fasilitas penunjang di sekitar lokasi obyek wisata air Rawa Pening.

2. Tujuan Penelitian :

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

- a. Menentukan sifat fisik dan mekanik tanah gambut.
- b. Menentukan nilai perbandingan geotekstil yang optimal dari sampel penelitian yang ada.
- c. Membandingkan daya dukung tanah asli dengan tanah *bermicro reinforcement*.

3. Hasil Penelitian :

Dari hasil penelitian ini diperoleh :

Pengujian Triaksial UU (*unconsolidated undrained*) mendapatkan daya dukung izin tanah maksimum pada kondisi w_{optm} penambahan geotekstil sepanjang 4 cm sebanyak 0,6% dari berat keringnya dengan nilai $30,426 \text{ kg/cm}^2$ mengalami peningkatan 132186.957% dari kondisi $w_{asli} = 154,328\%$ yang besarnya $0,023 \text{ kg/cm}^2$.

Pengujian Tekan Bebas mendapatkan daya dukung izin tanah maksimum pada kondisi w_{optm} penambahan geotekstil sepanjang 2 cm sebanyak 0,4% dari berat kering tanah dengan nilai $11,497 \text{ kg/cm}^2$ mengalami peningkatan 1806,633% dari kondisi w_{optm} tanpa penambahan geotekstil yang besarnya $0,603 \text{ kg/cm}^2$.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 TANAH

Istilah “Tanah” dalam bidang Mekanika Tanah dimaksudkan adalah mencakup semua bahan seperti lempung, pasir, kerikil dan batu-batuan yang besar (L.D. Wesley, 1977).

Secara umum tanah terdiri dari tiga bahan, yaitu butiran tanahnya sendiri (*solid*), air (*water*), dan pori (*void*) yaitu udara yang terdapat dalam ruangan antara butir-butir tersebut (L.D. Wesley, 1977).

Pembentukan tanah dari bahan induknya, dapat berupa proses fisik maupun kimia. Proses pembentukan tanah secara fisik yang mengubah batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil dapat terjadi akibat adanya pengaruh erosi, air, angin, es, manusia atau hancurnya partikel tanah akibat perubahan suhu atau cuaca. Sedangkan pelapukan akibat proses kimia dapat terjadi oleh pengaruh oksigen, karbon dioksida, air yang mengandung asam atau alkali dan proses kimia yang lain. (H.C. Hardiyatmo, 1992).

Untuk membedakan serta menunjukkan dengan tepat masing-masing sifat bahan-bahan ini, dipakai metode sistematis sehingga untuk tanah tertentu dapat diberikan nama yang tepat dan istilah tentang sifatnya dapat ditentukan dengan tepat pula. Metode sistematis ini disebut sistem klasifikasi tanah.

3.2 SISTEM KLASIFIKASI TANAH

Sistem klasifikasi tanah merupakan suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi mempunyai sifat yang serupa dalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi untuk tujuan rekayasa didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran dan plastisitasnya.

Sistem Klasifikasi tanah bertujuan membagi tanah dalam beberapa golongan tanah dengan kondisi dan sifat yang mirip diberi simbol nama yang sama. Ada tiga (3) sistem klasifikasi yang umum dan banyak dipakai, yaitu :

1. Sistem USCS (*the Unified Soil Classification System*).
2. Sistem AASTHO (*the American Association of State Highway and Transportation Officials Classification*).

3.2.1 Sistem Klasifikasi USCS

Menurut sistem ini tanah dibagi dalam tiga kelompok yaitu kelompok tanah berbutir kasar, kelompok tanah berbutir halus dan kelompok tanah organik tinggi. Kemudian diuraikan lebih spesifik lagi dengan memberi simbol pada setiap jenisnya. Bagan klasifikasi tanah sistem USCS dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut ini.

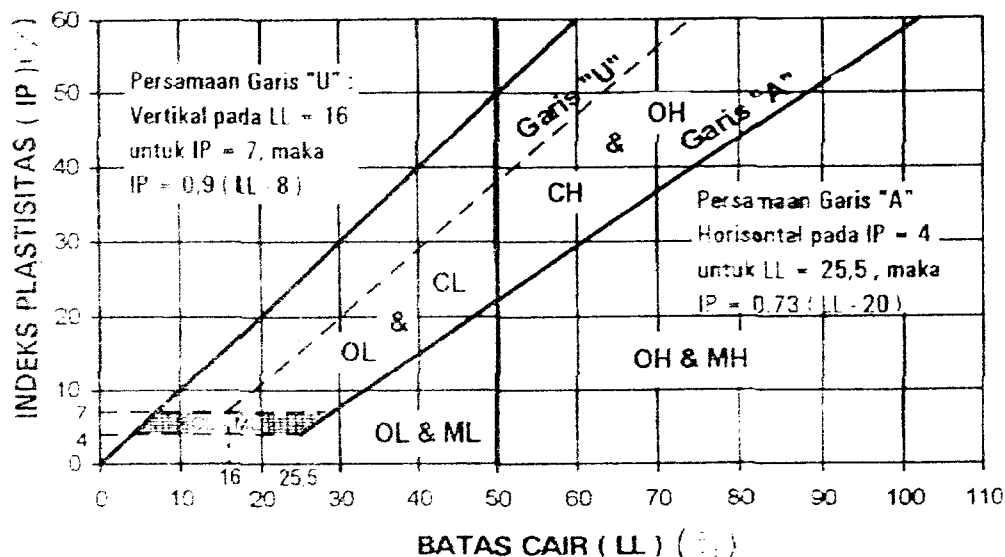
Tabel 3.1 Sistem klasifikasi USCS

Kriteria untuk Menetapkan Simbol Kelompok dan Nama Kelompok berdasarkan hasil Pengujian Laboratorium ⁴		Klasifikasi Tanah		
		Simbol Kelompok	Nama Kelompok ⁵	
KERIKIL, fraksi kasar yang tertahan pada ayakan No. 4 > 50 %	Kerikil hertih, dengan material halus < 5 % ^C	GW	Kerikil bergradasi baik ^E	
	Kerikil, dengan material halus > 12 % ^C	GP	Kerikil bergradasi buruk ^E	
	TANAH BERBUTIR KASAR lebih dari 50 % tertahan pada ayakan No. 200	Kelompok halus seperti ML atau OH	GM	Kerikil lanauan ^{F,G,H}
		Kelompok halus seperti CL atau CH	GC	Kerikil lempungan ^{F,G,H}
	PASIR, fraksi kasar yang lolos ayakan No. 4 ≥ 50 %	Pasir hertih, dengan material halus < 5 % ^D	SW	Pasir bergradasi baik ^I
Pasir, dengan material halus > 12 % ^D		SP	Pasir bergradasi buruk ^I	
TANAH BERBUTIR HALUS 50 % atau lebih lolos dari ayakan No. 200		Kelompok halus seperti ML atau OH	SM	Pasir lanauan ^{G,H,I}
		Kelompok halus seperti CL atau CI	SC	Pasir lempungan ^{G,H,I}
		P1 > 7 pada : di atas garis "A" ^J	CL	Lempung kurus ^{K,L,M}
P1 < 4 di bawah garis "A" ^J	ML	Lanau ^{K,L,M}		
TANAH BERBUTIR HALUS 50 % atau lebih lolos dari ayakan No. 200	Organik	OL	Lempung organik ^{K,L,M,N}	
	Batas Cair - kering oven < 0,75	CH	Lanau organik ^{K,L,M,O}	
	Batas Cair - tak dikeringkan < 0,75	MH	Lempung gemuk ^{K,L,M}	
	P2 pada : di atas garis "A" ^J	OH	Lanau elastis ^{K,L,M}	
	P2 di bawah garis "A" ^J	OM	Lempung organik ^{K,L,M,P}	
Batas Cair - kering oven < 0,75	OH	Lanau organik ^{K,L,M,Q}		
Batas Cair - tak dikeringkan < 0,75	OM	Lanau organik ^{K,L,M,Q}		

Lanjutan Tabel 3.1

TANAH ORGANIK TINGGI	Terutama bahan organik, berwarna gelap dan berbau menyengat	PT	Tanah humus
<p>a Didasarkan pada material yang lolos ayakan 3-inchi (75 mm).</p>	<p>f</p> $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$	<p>M</p>	<p>Jika tanah terdiri dari $\geq 30\%$ yang lolos ayakan No. 200, dengan kerikil yang lebih mendominasi, tambahkan "kerikil" pada nama kelompoknya.</p>
<p>b Jika contoh lapangan terdiri dari kerakal atau bongkahan, atau kedua-duanya, tambahkan "dengan kerakal atau bongkah atau keduanya" pada nama kelompoknya.</p>	<p>g</p>	<p>N</p>	<p>IP ≥ 4 di plotkan di atas garis "A"</p>
<p>c Kerikil dengan 5 - 12% material halus, diperlukan simbol ganda :</p>	<p>h</p>	<p>O</p>	<p>IP < 4 di plotkan di bawah garis "A"</p>
<p>GW - GM, kerikil bergradasi baik dengan lanau</p>	<p>i</p>	<p>P</p>	<p>IP di plotkan di atas garis "A"</p>
<p>GW - GC, kerikil bergradasi baik dengan lempung</p>	<p>j</p>	<p>Q</p>	<p>IP di plotkan di bawah garis "A"</p>
<p>GP - GM, kerikil bergradasi buruk dengan lanau</p>	<p>k</p>		
<p>GP - GC, kerikil bergradasi buruk dengan lempung</p>	<p>l</p>		
<p>Pasir dengan 5 - 12% material halus, diperlukan simbol ganda :</p>	<p>m</p>		
<p>SW - SM, pasir bergradasi baik dengan lanau</p>	<p>n</p>		
<p>SW - SC, pasir bergradasi baik dengan lempung</p>	<p>o</p>		
<p>SP - SM, pasir bergradasi buruk dengan lanau</p>	<p>p</p>		
<p>SP - SC, pasir bergradasi buruk dengan lempung</p>	<p>q</p>		

Untuk dapat mengklasifikasikan tanah berbutir halus yang lebih spesifik lagi, maka grafik plastisitas yang menunjukkan Batas cair (LL) versus Indeks plastisitas (IP) pada Gambar 3.1 dibawah ini dapat dipakai.



Gambar 3.1 Grafik plastisitas

Sumber : Shirley L. Hendarsin, 2003

3.2.2 Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials Classification*) berguna untuk menentukan kualitas tanah guna perencanaan timbunan jalan, subbase dan subgrade. Karena sistem ini ditujukan untuk maksud-maksud dalam lingkup tersebut, penggunaan sistem ini dalam prakteknya harus dipertimbangkan terhadap maksud aslinya.

Sistem Klasifikasi AASHTO membagi tanah ke dalam 8 kelompok, A-1 sampai A-8 termasuk sub-sub kelompok. Tanah-tanah dalam tiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompoknya yang dihitung dengan rumus-rumus empiris.

Pada sistem ini tanah dibagi menjadi dua kelompok besar yaitu :

- Bahan granular, jika yang lolos ayakan # 200 < 35% (kelompok A-1 sampai A-3).
- Bahan lanau lempung, jika lolos ayakan # 200 > 35%.

Indeks kelompok (*group index*) digunakan untuk mengevaluasi lebih lanjut tanah-tanah dalam kelompoknya. Indeks kelompok dapat dihitung dengan persamaan :

$$GI = (F - 35)[0.2 + 0.005 (LL - 40)] + 0,01 (F - 15)(PI - 10) \dots\dots\dots(3.1)$$

Dengan :

GI : indeks kelompok (*group index*).

LL : batas cair (%).

PI : indeks plastisitas (%).

F : persen material lolos saringan No.200 (0,0075 mm).

Indeks kelompok yang diperoleh, nilainya dibulatkan ke angka utuh terdekat. Jika negatif dianggap nol. Khusus kelompok A-2-6 dan A-2-7 nilai indeks kelompok dihitung dari rumus diatas dari bagian PI saja. Makin rendah indeks kelompok bahan tersebut makin baik untuk *subgrade*.

Sistem klasifikasi AASHTO, dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2 Sistem klasifikasi tanah AASHTO

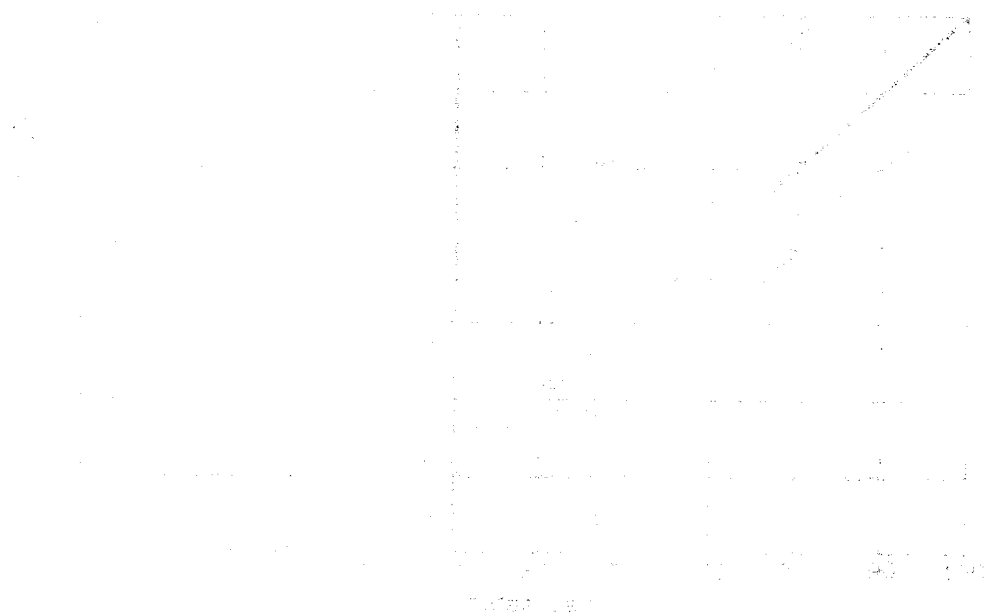
Klasifikasi Lumpur	Murni (maksudnya: tanpa pasir dan kerikil)		Tanah-tanah lempung (35% lebih banyak no. 200)	
	A-1	A-2	A-3	A-4
Klasifikasi kesempurnaan	A-1	A-2	A-3	A-4
Am. basis setiap unit (lb/ft ³)	2.000	1.500	1.000	500
2.000 mm (ras. 10)	0	0	0	0
0.425 mm (no. 40)	0	0	0	0
0.075 mm (no. 200)	0	0	0	0
Sifat traksi bedak (satuan no. 40)	0	0	0	0
Baras cair (L)	0	0	0	0
Indeks plastisitas (PI)	0	0	0	0
Indeks kesempurnaan (I _p)	0	0	0	0
Upe. matriks (maks. 20% pada umpanan)	0	0	0	0
Penilaian umum sebagai tanah dasar	Landasan	Landasan	Landasan	Landasan

Catatan:
 Kelompok A-1 dibagi atas A-1 dan A-2
 Untuk PL > 30, klasifikasinya A-7-5
 Untuk PL < 30, klasifikasinya A-7-6
 Np = nonplastis

Bila nilai indeks kelompok (GI) semakin tinggi, maka semakin berkurang ketepatan dalam penggunaan tanahnya. Tanah granuler diklasifikasikan ke dalam klasifikasi A-1 sampai A-3. Tanah A-1 merupakan tanah granuler yang bergradasi baik, sedang A-3 adalah pasir bersih yang bergradasi buruk. Tanah A-2 termasuk tanah granuler (kurang dari 35% lolos saringan No. 200), tetapi masih mengandung lanau dan lempung. Tanah berbutir halus diklasifikasikan dari A-4 sampai A-7, yaitu tanah lempung lanau. Perbedaan keduanya didasarkan pada batas-batas Atterberg.

Garis A dari Casagrande dan garis U digambarkan bersama-sama. Tanah organik tinggi seperti tanah gambut (*peat*) diletakkan dalam kelompok A-8.

Gambar 3.2 adalah gambar yang dapat digunakan untuk memperoleh batas-batas antara batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) untuk kelompok A-4 sampai A-7 dan untuk sub kelompok dalam A-2.



Gambar 3.2 Batas-batas Atterberg untuk subkelompok A-4, A-5, A-6 dan A-7

Sumber : Mekanika Tanah I, H. C. Hardiyatmo, 2002

3.3 ANALISIS UKURAN BUTIRAN

Sifat-sifat tanah sangat bergantung pada ukuran butirannya. Besarnya butiran dijadikan dasar untuk pemberian nama dan klasifikasi tanahnya.

Analisis ukuran butiran tanah adalah penentuan prosentase berat butiran pada suatu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu.

3.3.1 Tanah Berbutir Kasar

Distribusi ukuran butir dari tanah berbutir kasar dapat ditentukan dengan cara menyaringnya. Tanah benda uji disaring lewat satu unit saringan standar untuk pengujian tanah. Berat tanah yang tertinggal pada masing-masing saringan ditimbang selanjutnya dihitung prosentase terhadap berat kumulatif pada tiap-tiap saringan.

3.3.2 Tanah Berbutir Halus

Distribusi ukuran butir tanah berbutir halus atau bagian berbutir halus dari tanah berbutir kasar, dapat ditentukan dengan cara sedimentasi/pengendapan. Bila suatu contoh tanah dilarutkan didalam air, partikel-partikel tanah akan mengendap dengan kecepatan yang berbeda-beda tergantung pada bentuk, ukuran, dan beratnya. Metode ini didasarkan pada hukum Stokes (H.C. Hardiyatmo, 2002), yang berkenaan dengan kecepatan mengendap butiran pada larutan suspensi. Menurut Stokes, kecepatan mengendap butiran dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$v = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{18\mu} D^2 \dots\dots\dots(3.2)$$

Dengan :

v = kecepatan, sama dengan jarak/waktu (L/t).

γ = berat volume air (g/cm^3).

γ_s = berat volume butiran padat (g/cm^3).

μ = kekentalan air absolut ($g.det/cm^2$).

D = diameter butiran tanah (mm).

Dengan menganggap $\gamma_w = 1 \text{ gr/cm}^3$,

$$D(\text{mm}) = K \sqrt{\frac{L(\text{cm})}{t(\text{detik})}} \dots\dots\dots(3.3)$$

Sedangkan

$$K = \sqrt{\frac{30\mu}{G_s - 1}} \dots\dots\dots(3.4)$$

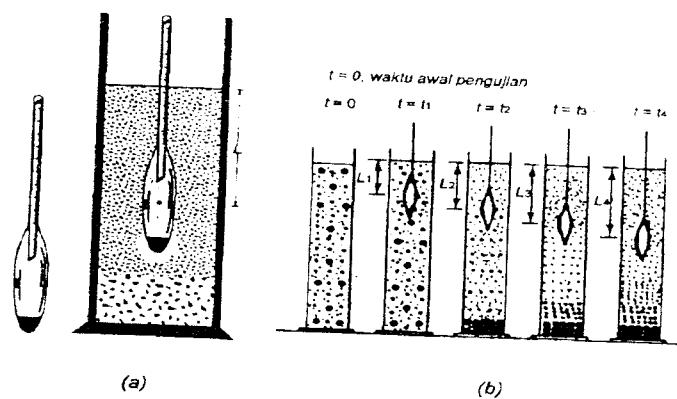
Keterangan :

K = konstanta yang besarnya dipengaruhi oleh temperatur ($t^\circ\text{C}$) suspensi dan berat jenis butir tanah (G_s).

L = kedalaman efektif, yang nilainya ditentukan oleh jenis hidrometer yang dipakai dan pembacaan hidrometer pada suspensi yang dipakai.

t = waktu pembacaan.

Pada uji Hidrometer, tanah benda uji sebelumnya harus dibebaskan dari zat organik, kemudian tanah dilarutkan ke dalam air destilasi yang telah dicampuri dengan bahan pendeflokulasi (*defloculating agent*) yang dapat berupa *Sodium Hexametaphosphate* agar partikel-partikel larutan menjadi bagian yang terpisah satu dengan yang lain. Gambar 3.3 adalah gambar alat uji hidrometer.

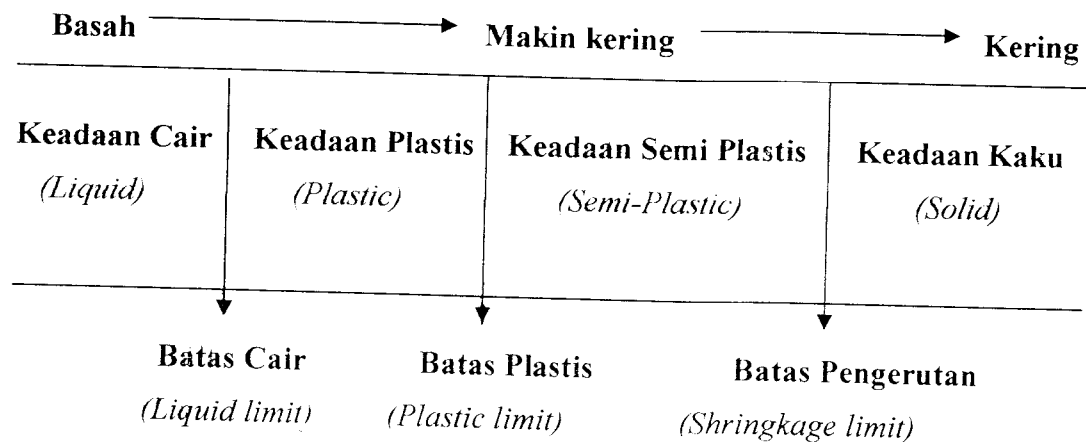


Gambar 3.3 Alat uji hidrometer

3.4 BATAS-BATAS KONSISTENSI (*ATTERBERG LIMITS*)

Suatu hal yang penting pada tanah berbutir halus adalah sifat plastisitasnya. Plastisitas disebabkan oleh adanya partikel mineral lempung dalam tanah. Istilah plastisitas digambarkan sebagai kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang konstan tanpa retak-retak atau remuk. Tergantung pada kadar airnya, tanah mungkin berbentuk cair, plastis, semi padat, atau padat.

Keadaan-keadaan tersebut, dengan istilah yang dipakai sebagai pembatas dapat dilihat pada Gambar 3.4 dibawah ini.



Gambar 3.4 Batas-batas Atterberg tanah (H.C. Hardiyatmo, 2002)

Kedudukan kadar air transisi bervariasi pada berbagai jenis tanah. Kedudukan fisik tanah berbutir halus pada air tertentu disebut konsistensi.

Atterberg (1991), memberikan cara untuk menggambarkan batas-batas konsistensi dari tanah berbutir halus dengan mempertimbangkan kandungan airnya. Batas-batas tersebut adalah sebagai berikut :

1. Batas cair (*Liquid limit*)

Batas cair (LL) didefinisikan sebagai kadar air pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, dimana untuk nilai-nilai di atasnya tanah akan bersifat

sebagai cairan kental (campuran tanah tanpa air tanpa kuat geser yang dapat diukur).

2. Batas plastis (*Plastic limit*)

Batas plastis (PL) didefinisikan sebagai kadar air dimana tanah dengan diameter 3,2 mm mulai retak-retak ketika digulung.

$$PL = \left(\frac{W_p - W_k}{W_k} \right) \times 100 \% \dots \dots \dots (3.5)$$

PL = batas plastis tanah.

W_p = berat tanah basah kondisi plastis.

W_k = berat tanah kering.

3. Batas susut (*Shrinkage limit*)

Batas susut (SL), didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat, yaitu persentase kadar air dimana pengurangan kadar air dimana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanahnya.

Batas susut dinyatakan dalam persamaan :

$$SL = \left(\frac{V_o}{W_o} - \frac{1}{G_s} \right) \times 100 \% \dots \dots \dots (3.6)$$

SL = batas susut tanah.

V_o = volume benda uji kering.

W_o = berat benda uji kering.

G_s = berat jenis tanah.

4. Indeks plastisitas (*Plasticity index*)

Indeks plastisitas (PI) adalah selisih batas cair dan batas plastis. Indeks plastisitas akan merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis. Karena itu, indeks plastis menunjukkan sifat keplastisan tanahnya. Jika tanah mempunyai interval kadar air didaerah plastis yang kecil, maka keadaan ini disebut dengan tanah kurus. Kebalikannya, jika tanah mempunyai interval kadar air daerah plastis yang besar disebut tanah gemuk.

$$PI = LL - PL \dots \dots \dots (3.7)$$

Dengan :

PI = indek plastis.

LL = batas cair.

Pl = batas plastis.

Tabel 3.3 Nilai indeks plastisitas dan macam tanah

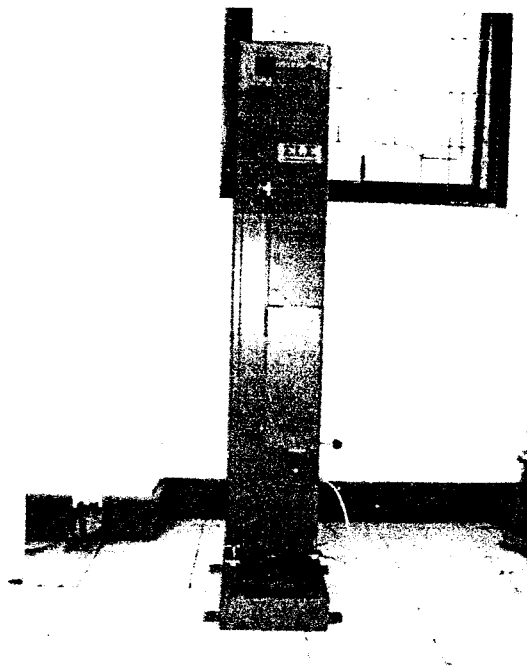
PI	Sifat	Macam tanah	Kohesi
0	Non plastis	Pasir	Non plastis
< 7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif sebagian
7 – 17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesif
> 17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

Sumber: mekanika tanah, H.C. Hardiyatmo, 2002

3.5 PEMADATAN TANAH

Pemadatan (*Compaction*) adalah proses naiknya kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antar partikel sehingga terjadi reduksi volume udara, tidak terjadi perubahan volume air yang cukup berarti pada tanah ini.

Derajat kepadatan tanah diukur berdasarkan satuan berat volume kering (*dry density*), yaitu masa partikel padat per satuan volume tanah. Umumnya makin tinggi derajat pemadatan, maka makin tinggi kekuatan geser dan makin rendah kompresibilitas tanah. Kerapatan kering setelah pemadatan tergantung pada kadar air dan besarnya energi yang diberikan alat pemadat. Gambar alat uji proctor standar dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut ini.



Gambar 3.5 Alat uji proctor standar

Hubungan berat volume tanah kering (γ_d) dengan berat volume tanah (γ_b) dan kadar air (w) dinyatakan :

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + w} \dots\dots\dots(3.8)$$

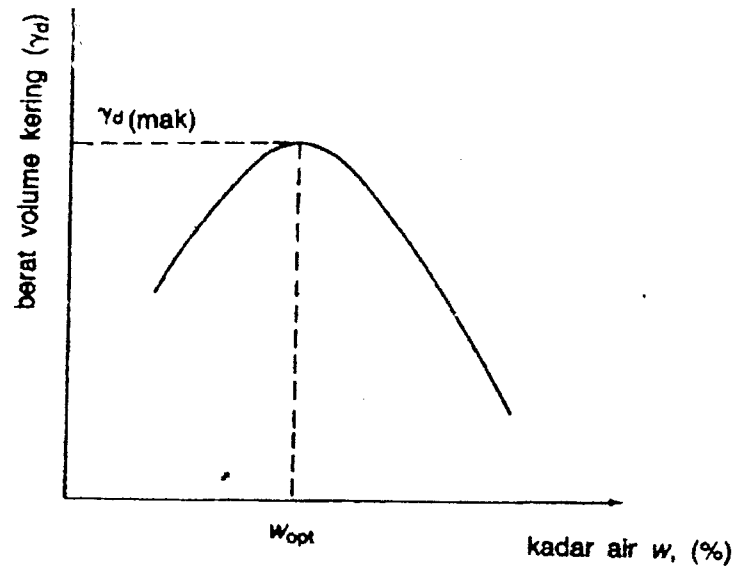
Dengan :

γ_d = berat volume tanah kering (gram/cm³).

γ_b = berat volume tanah (gram/cm³).

w = kadar air (%).

Setelah dilakukan pemadatan kerapatan butiran, kadar air dan kerapatan keringnya ditentukan. Proses ini diulangi sedikitnya lima kali dengan kadar air yang berbeda untuk jenis tanah yang sama. Dengan menggambarkan hubungan antara berat volume kering dengan kadar air, akan diperoleh kurva seperti Gambar 3.6 berikut ini.



Gambar 3.6 Hubungan berat volume kering dan kadar air

Sumber : H. C Hardiyatmo, 2002

Kurva tersebut diatas menunjukkan bahwa untuk suatu metode tertentu akan diperoleh suatu nilai tertentu, yaitu dikenal sebagai kadar air optimum (w_{opt}) yang akan menghasilkan nilai berat volume 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 dipadatkan sehingga akan menghasilkan berat volume tanah kering yang lebih tinggi. Akan tetapi pada kadar air yang tinggi berat volume kering menjadi berkurang sejalan dengan bertambahnya kadar air, yang mana air tersebut akan mengisi dan volume tanah bertambah secara proporsional.

3.6 KONSOLIDASI DAN PENURUNAN

3.6.1 Konsolidasi

Konsolidasi adalah proses berkurangnya volume atau berkurangnya rongga pori dari tanah jenuh berpermeabilitas rendah akibat pembebanan, proses tersebut dipengaruhi oleh kecepatan terperasnya air pori keluar dari rongga tanah. (H. C. Hardiyatmo, 2002).

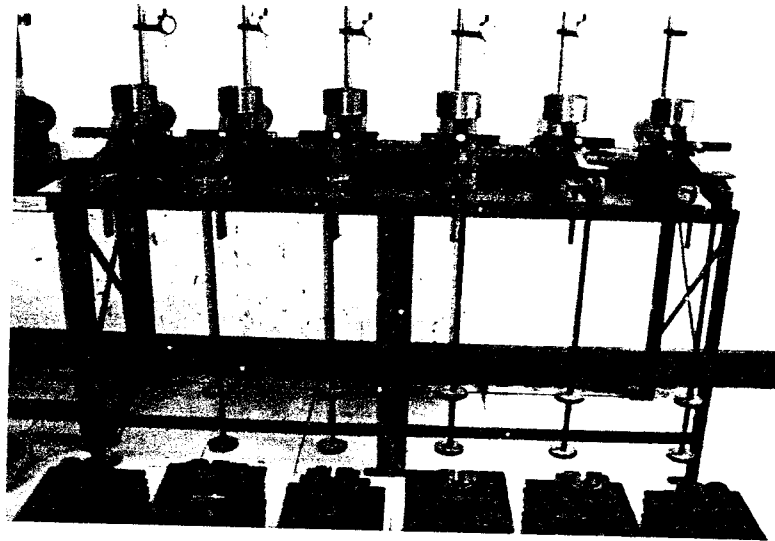
Penambahan beban di atas suatu permukaan tanah dapat menyebabkan lapisan tanah di bawahnya mengalami pemampatan. Pemampatan tersebut disebabkan oleh adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, keluarnya air atau udara dari dalam pori, dan sebab-sebab yang lain.

Menurut Das 1988, Secara umum, penurunan (*settlement*) pada tanah yang disebabkan oleh pembebanan dapat dibagi dalam dua kelompok besar, yaitu :

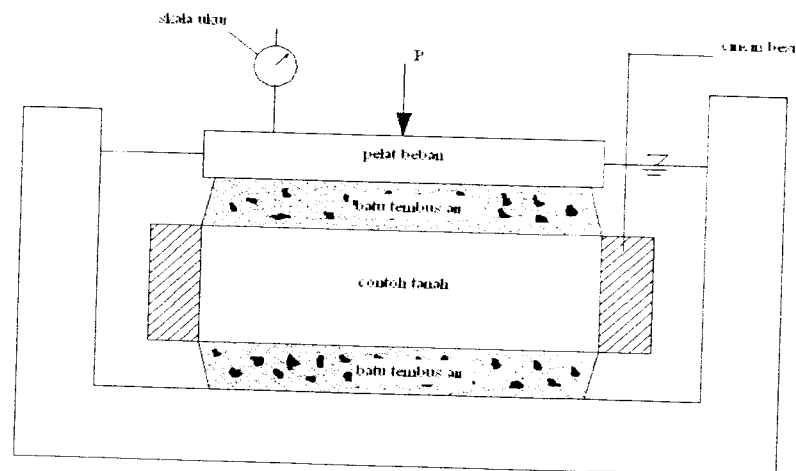
1. Penurunan konsolidasi (*consolidation settlement*), yang merupakan hasil dari perubahan volume tanah jenuh air sebagai akibat dari keluarnya air yang menempati pori-pori tanah.
2. Penurunan segera (*immediate settlement*), yang merupakan akibat dari deformasi elastis tanah kering, basah, dan jenuh air tanpa adanya perubahan kadar air.

3.6.2 Uji Konsolidasi

Uji konsolidasi dilakukan di laboratorium dengan alat oedometer atau konsolidometer. Gambar skematis alat ini dapat dilihat pada Gambar 3.7. Beban P diterapkan di atas benda uji, dan penurunan diukur dengan arloji pembacaan (*dial gauge*). Beban diterapkan dalam periode 24 jam, dengan benda uji selalu terendam air didalam sel tempat benda uji. Ilustrasi sel tempat benda uji konsolidasi dapat kita lihat pada Gambar 3.8 berikut ini.



Gambar 3.7 Alat uji konsolidasi

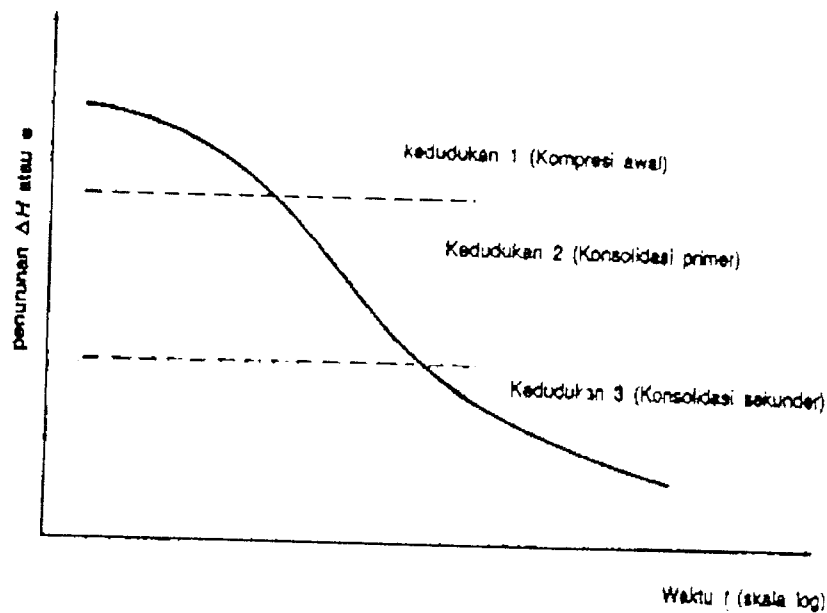


Gambar 3.8 Ilustrasi sel tempat benda uji konsolidasi

Penelitian Leonard (1962) menunjukkan bahwa hasil terbaik diperoleh jika penambahan beban adalah dua kali beban sebelumnya, dengan urutan besar beban : 0,25; 0,50; 1; 2; 4; 8; 16 kg/cm².

Untuk tiap penambahan beban, deformasi dan waktu dicatat, kemudian diplot pada grafik semi logaritmis. Gambar 3.9 dibawah memperlihatkan sifat khusus dari grafik hubungan antara penurunan (ΔH) dan logaritma waktu ($\log t$).

Kurva bagian atas (kedudukan 1), merupakan bagian dari kompresi awal yang disebabkan oleh pembebanan awal dari benda uji. Bagian garis lurus (kedudukan 2), menunjukkan proses konsolidasi primer. Bagian garis lurus terendah (kedudukan 3), menunjukkan proses konsolidasi sekunder.



Gambar 3.9 Sifat khusus grafik hubungan ΔH atau e terhadap $\log t$

Sumber: H. C. Hardiyatmo, 2003

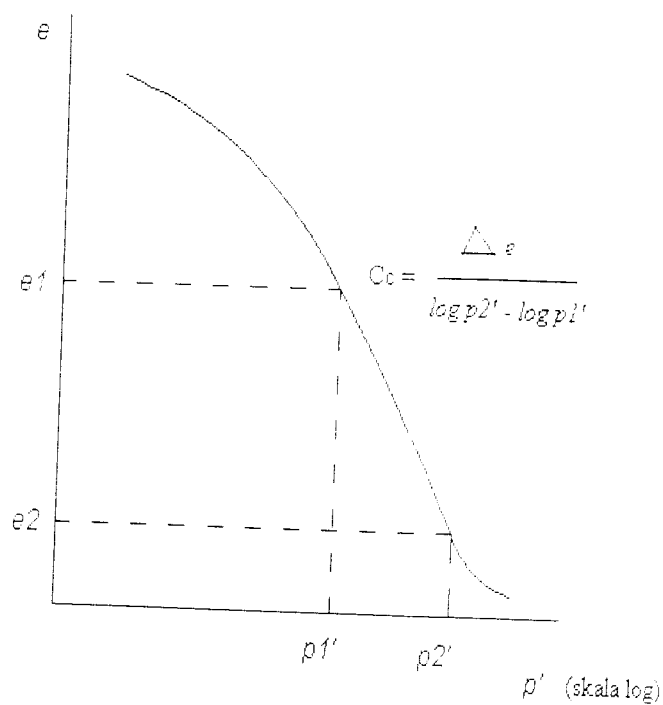
Dari gambar diatas dapat dilihat penurunan konsolidasi terbagi dari tiga kedudukan atau tiga fase yaitu :

1. Fase awal, yaitu fase dimana penurunan terjadi dengan segera sesudah beban bekerja. Penurunan disini terjadi akibat proses penekanan udara keluar dari dalam pori tanahnya.

2. Fase konsolidasi primer atau konsolidasi hidrodinamis, yaitu penurunan yang dipengaruhi oleh kecepatan aliran air yang meninggalkan tanahnya akibat adanya penekanan.
3. Fase konsolidasi sekunder, merupakan proses lanjutan dari konsolidasi primer dimana prosesnya berjalan sangat lambat. Penurunan ini jarang diperhitungkan karena pengaruhnya biasanya sangat kecil.

Indeks pemampatan (C_c) adalah kemiringan dari bagian lurus grafik e -log P untuk dua titik yang terletak pada bagian lurus dari grafik dalam Gambar 3.10, nilai C_c dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$C_c = \frac{e_1 - e_2}{\log P_1 - \log P_2} = \frac{\Delta e}{\log(P_2/P_1)} \dots\dots\dots(3.9)$$



Gambar 3.10 Indeks pemampatan (C_c)

Sumber: H. C. Hardiyatmo, 1994

Analisis konsolidasi dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini.

Tinggi efektif (tebal bagian padat) :

$$H_t = \frac{W_k}{A \cdot G_s} \dots\dots\dots(3.10)$$

Angka pori awal (e_0):

$$e_0 = \frac{H_0 - H_1}{H_1} = \frac{\Delta H}{H_t} \dots\dots\dots(3.11)$$

Angka pori pada saat pembebanan:

$$e_1 = \frac{H_1 - H_t}{H_t} \text{ atau } e_1 = e_0 - \Delta e \dots\dots\dots(3.12)$$

Derajat kejenuhan sebelum dan sesudah pengujian :

$$S_r = \frac{W_s \cdot G_s}{e} \times 100\% \dots\dots\dots(3.13)$$

Koefisien konsolidasi:

$$C_v = \frac{0,848 (d/2)^2}{t_{90}} \dots\dots\dots(3.14)$$

Tebal rata-rata :

$$d = \frac{1}{2} (H_1 - H_2) \dots\dots\dots(3.15)$$

Keterangan :

W_k = berat kering.

G = berat jenis.

H_0 = tebal sampel mula-mula.

H_1 = tebal sampel pada awal setiap beban.

H_2 = tebal sampel pada akhir pembebanan.

3.7 PERKUATAN TANAH (*SOIL REINFORCEMENT*)

Pada umumnya tanah tidak mampu menahan tegangan tarik. Jika dijumpai kondisi tersebut diatas, maka akan dibuat suatu konstruksi geoteknik yang biasanya cukup mahal. Sebagai contoh adalah pembuatan lereng yang curam, jika lereng tersebut terbuat alami dengan nilai kohesi yang tinggi, mungkin masih

aman. Tetapi jika dibuat dari tanah urugan, maka biasanya diperkuat dengan tembok penahan tanah (*retaining wall*). Tembok penahan tanah dari pasangan batu akan membutuhkan dimensi yang relatif besar sehingga membutuhkan areal yang cukup luas, jika dibuat dari beton bertulang, membutuhkan waktu yang lama, biaya yang mahal serta kecermatan penulangan. Dengan kemampuan geotekstil yang mampu menahan tarikan dan menahan geser (karena gesekan tanah), maka geotekstil dapat digunakan sebagai perkuatan pada tanah.

3.8 PERKUATAN TANAH DENGAN GEOSINTETIK

Pengertian geosintetik menurut ICI Fibers (1986) adalah "*a synthetic material used in soil (geo) environment*". Jadi semua bahan-bahan sintetik yang digunakan dalam pekerjaan teknik bangunan dan bahan tersebut berada dalam lingkungan tanah dapat disebut sebagai geosintetik. Selain dari sintetik (tiruan/buatan) saja. Hal ini untuk membedakan dengan bahan-bahan lain yang bukan dari bahan sintetik yang sebelumnya juga telah banyak dibuat orang untuk maksud-maksud yang hampir sama dengan salah satu fungsi geosintetik. Misalnya sebagai geotekstil, sering digunakan anyaman bambu dan rerumputan sebagai lapisan penguat dibawah timbunan tanah atau badan jalan. Meskipun dapat dianggap sebagai geotekstil, anyaman bambu dan rerumputan tersebut tidak dapat digolongkan sebagai geosintetik.

Teknik perkuatan tanah dengan Geosintetik merupakan paduan antara seni dan sains dalam penerapannya mempertimbangkan teknis dan prinsip-prinsip mekanika tanah, yaitu penerapan dalam dalam hal memilih tipe, merancang dan, membangun suatu bangunan di bawah pondasi suatu struktur, dinding penahan tanah bangunan badan jalan, dan lain sebagainya. Macam-macam Geosintetik antara lain: Geotekstil, Geogrid, Geomembran, Geokomposit, dan lain sebagainya. Dalam penelitian ini digunakan Geotekstil.

Geotekstil, yaitu bahan geosintetik yang bentuknya menyerupai bahan tekstil pada umumnya, tetapi terdiri dari serat-serat sintetis sehingga selain lentur, juga tidak ada masalah penyusutan seperti pada material dari serat alam seperti :

wol, katun, ataupun sutera. Dalam hal ini geotekstil berfungsi sebagai lapisan pemisah (*separation*), lapisan penyaring (*filtration*), penyalur air (*drainage*), perkuatan tanah (*reinforcement*), dan lapis pelindung (*moisture barrier*) bila terselimuti oleh bitumen. Berdasarkan cara pembuatannya, geotekstil digolongkan menjadi beberapa jenis, yaitu jenis geotekstil yang dianyam (*woven geotextiles*) dan geotekstil yang tidak dianyam (*non woven geotextiles*).

1. Geotekstil dianyam (*woven geotextile*)

Adalah geotekstil yang cara pembuatannya menggunakan mesin penenun geotekstil. Pembuatannya merupakan gabungan dua set benang–benang paralel yang dijalin secara sistematis untuk dapat membentuk suatu struktur sebidang. Geotekstil yang ditenun dibuat dengan prinsip yang sederhana dari benang–benang hasil pintalan dalam proses persiapan (seperti : monofilamen, multifilamen, dan lain–lain), menjadi benang lungsin (*warp/sejajar* arah pembuatan geotekstil) dan benang pakan (*weft/disisipkan* tegak lurus *warp*) yang digabungkan secara sistematis memanjang dan melintang untuk dapat membentuk struktur sebidang. Geotekstil tipe *woven* mempunyai kuat tarik yang cukup tinggi sehingga pada aplikasinya di lapangan lebih banyak digunakan sebagai perkuatan dan sebagai lapisan pemisah. Sebagai perkuatan, geotekstil berfungsi sebagai tulangan tanah, sedangkan sebagai separator, geotekstil berfungsi memisahkan antara tanah lunak dan tanah keras.

2. Geotekstil tidak dianyam (*non woven geotextile*)

Adalah geotekstil yang cara pembuatannya dengan cara penjaruman atau merekatkan serat–serat pembentuknya. Ada beberapa cara produksi dari geotekstil jenis *non woven*, antara lain :

a. Proses penjaruman (*Needle Punch Process*)

Geotekstil yang dihasilkan dari proses penjaruman, dibuat dari serat web yang diletakkan dalam mesin yang dilengkapi jarum–jarum yang dirancang khusus. Saat serat web terletak diantara plat yang ditanam pada plat mesin pengupas, maka jarum akan menembus kembali arah serat sehingga terjadi ikatan mekanik pada serat–serat sehingga terjadi ikatan mekanik pada serat–serat tersebut.

b. Proses ikatan leleh (*Melt Heat Bonded*)

Geotekstil ini terdiri dari filamen–filamen menerus atau serat yang panjang dan terikat. Pengikatan dicapai dengan operasi kalendering temperatur tinggi dilakukan dengan melewati bahan tersebut diantara dua roller panas. Geotekstil tipe ini kuat tariknya lebih kecil dibanding dengan yang woven, tetapi geotekstil non woven mempunyai sifat permeabilitas yang baik. Sesuai dengan karakteristik fisiknya, maka geotekstil non woven lebih banyak digunakan sebagai penyaring (*filtration*) dan sebagai pengalir (*drainage*). Sebagai alat untuk memperlancar proses mengalirnya air, maka fungsi geotekstil jenis non woven akan berfungsi sebagai pengalir sekaligus penyaring, yaitu menyaring butiran tanah agar tidak ikut terbawa aliran air.

3.8.1 Penggunaan Geosintetik di Lapangan

Geosintetik digunakan secara luas di lapangan. Pada pelaksanaannya geosintetik hampir selalu digunakan lebih dari satu fungsi kecuali geolinier yang hanya berfungsi untuk perkuatan saja. Berdasarkan bentuk dan fungsinya, penggunaan geosintetik dapat diringkas seperti pada Tabel 3.4 dibawah ini.

Tabel 3.4 Hubungan antara bentuk dan fungsi Geosintetik (Exxon, 1990)

Bentuk	Fungsi
Geotextile	Perkuatan Tanah (<i>Reinforcement</i>)
	Lapisan Pemisah (<i>Separator</i>)
	Penyaringan (<i>Filtration</i>)
	Pengendalian Erosi (<i>Erosion Control</i>)
	Penyaluran Air (<i>Drainage</i>)
Geomembran	Lapisan Pemisah (<i>Separator</i>)
	Perkuatan Tanah (<i>Reinforcement</i>)
Geogrid	Perkuatan Tanah (<i>Reinforcement</i>)
	Pengendalian Erosi (<i>Erosion Control</i>)

Lanjutan **Tabel 3.4**

Geolinear Element	Perkuatan Tanah (Reinforcement)
Geocomposite	Penyaluran Air (Drainage)
	Pengendalian Erosi (Erosion Control)
	Penyaringan (Filtration)
	Perkuatan Tanah (Reinforcement)

3.8.2 Tujuan Perkuatan Tanah dengan Geotekstil

Teknik perkuatan tanah dengan geotekstil merupakan paduan antara seni dan sains dalam penerapan pertimbangan-pertimbangan teknis dan prinsip-prinsip mekanika tanah, yaitu penerapan dalam hal memilih tipe, merancang dan membangun suatu bangunan bagian bawah pondasi dari suatu struktur, dinding penahan tanah, bangunan badan jalan, dan lain sebagainya. Dengan memperhatikan karakteristik mekanik yang dimiliki baik oleh tanah itu sendiri maupun bahan geotekstil.

Secara umum, penggunaan bahan geotekstil untuk perkuatan tanah mempunyai tujuan utama untuk membuat suatu struktur yang *deformable* dengan memperbaiki karakteristik mekanik tanah dan membentuk struktur yang semi flexible. Sehingga kekuatan parameter geser tanah dan daya dukung tanah meningkat.

3.9 KUAT GESER TANAH

Kekuatan geser suatu massa tanah merupakan perlawanan internal tanah tersebut per satuan luas terhadap keruntuhan atau pergeseran sepanjang bidang geser dalam tanah yang dimaksud. Untuk itu harus diketahui sifat-sifat ketahanan pergeseran tanah tersebut.

Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butiran-butiran tanah terhadap desakan atau terhadap tarikan, (H.C Hardiyatmo, 2002).

Dengan dasar pengertian ini, apabila tanah mengalami pembebanan akan ditahan oleh :

1. Kohesi tanah yang bergantung pada jenis tanah dan kepadatannya, tetapi tidak tergantung dari tegangan normal yang bekerja pada bidang geser.
2. Gesekan antara butir-butir tanah yang besarnya berbanding lurus dengan tegangan normal pada bidang gesernya.

Keruntuhan suatu bahan dapat terjadi oleh akibat adanya kombinasi keadaan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser pada bidang runtuhnya.

Berdasarkan uraian tersebut diatas, Coulomb (1776) mendefinisikan kuat geser tanah adalah sebagai berikut :

$$\tau = c + \sigma \operatorname{tg} \Phi \dots\dots\dots(3.16)$$

Dimana :

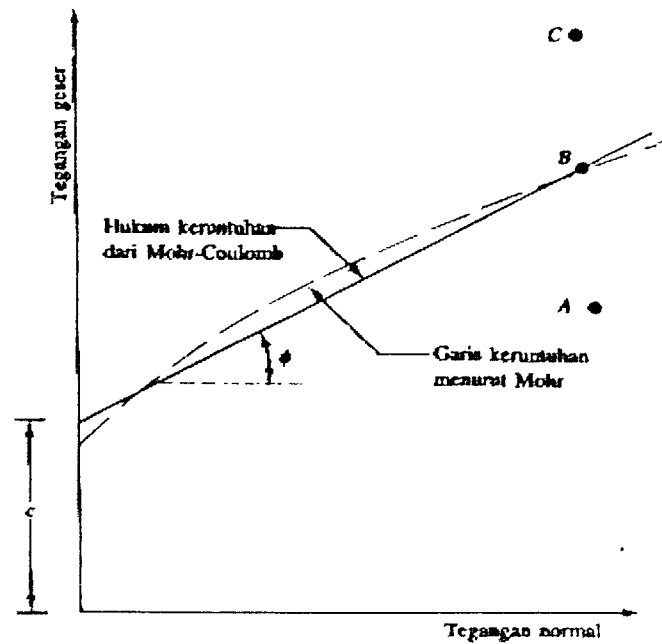
τ = kuat geser tanah

σ_n = tegangan normal pada bidang runtuh

c = kohesi tanah

Φ = sudut gasek dalam tanah

Persamaan diatas disebut Kriteria Keruntuhan atau Kegagalan Mohr Coulomb. Berdasarkan pengertian diatas, bila tegangan-tegangan baru mencapai titik A, keruntuhan tanah akibat geser tidak akan terjadi. Keruntuhan geser akan terjadi jika tegangan-tegangan mencapai titik B yang terletak pada garis selubung kegagalan (*failure envelope*). Kedudukan tegangan yang ditunjukkan oleh titik C tidak akan pernah terjadi, karena sebelum tegangan yang terjadi mencapai titik C, bahan sudah mengalami keruntuhan. Tegangan-tegangan efektif yang terjadi di dalam tanah sangat dipengaruhi oleh tekanan air pori. Hal ini dapat dilihat seperti pada Gambar 3.11 dibawah ini.



Gambar 3.11 Kriteria kegagalan Mohr dan Coulomb

Sumber: Braja, M. Das, 1994

Untuk dapat menentukan nilai-nilai parameter geser tanah dapat ditentukan dengan pengujian di laboratorium, salah satunya adalah dengan uji Geser Langsung.

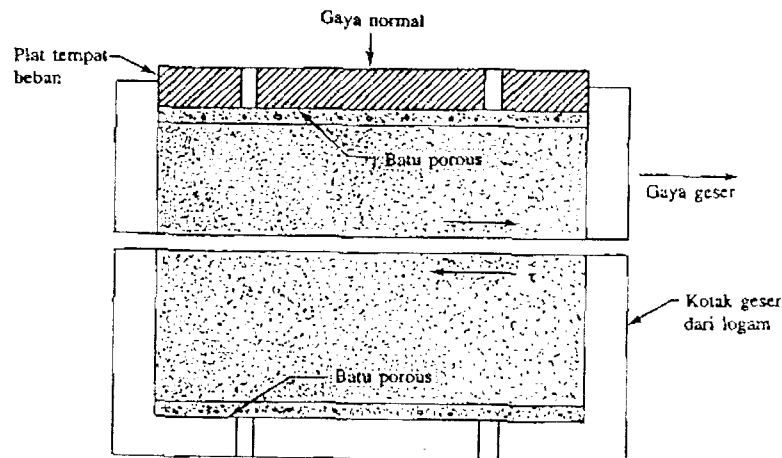
3.10 UJI GESER LANGSUNG (*DIRECT SHEAR TEST*)

Pengujian Geser langsung bertujuan untuk menentukan besar parameter geser tanah pada kondisi *consolidated undrained*. Parameter geser tanah terdiri atas sudut gesek dalam (Φ), dan cohesi (c). Kondisi *consolidated undrained* adalah dimana pada saat pelaksanaan penggeseran dilakukan pada tanah benda uji sesudah mengalami proses konsolidasi.

Alat uji geser langsung menggunakan kotak geser dari besi yang berfungsi sebagai tempat benda uji kuat geser, benda uji dapat berbentuk bujur sangkar atau lingkaran. Pengujian dilakukan dengan menempatkan contoh tanah kedalam kotak

geser dengan ukuran benda uji 6 x 6 cm, dengan tinggi 2 cm dan luas 36 cm². Kotak geser terdiri dari dua bagian sama sisi dengan arah horizontal. Gaya normal pada benda uji tanah didapat dengan menaruh suatu beban di atasnya, beban mati tadi menyebabkan tekanan pada benda uji 0,25 kg/cm², 0,5 kg/cm² dan 1 kg/cm². Gaya geser diberikan dengan mendorong sisi kotak sebelah atas sampai terjadi keruntuhan geser pada tanah.

Gambar skematis kotak tempat benda uji geser langsung dapat dilihat pada Gambar 3.12. berikut ini.



Gambar 3.12 Diagram susunan alat uji geser langsung

Sumber: Braja, M. Das, 1994

Uji geser langsung dilakukan beberapa kali pada sebuah benda uji tanah dengan beberapa macam tegangan normal. Harga tegangan normal dan harga tegangan yang didapat dengan melakukan pengujian dapat digambarkan dengan beberapa grafik untuk menentukan parameter kuat geser.

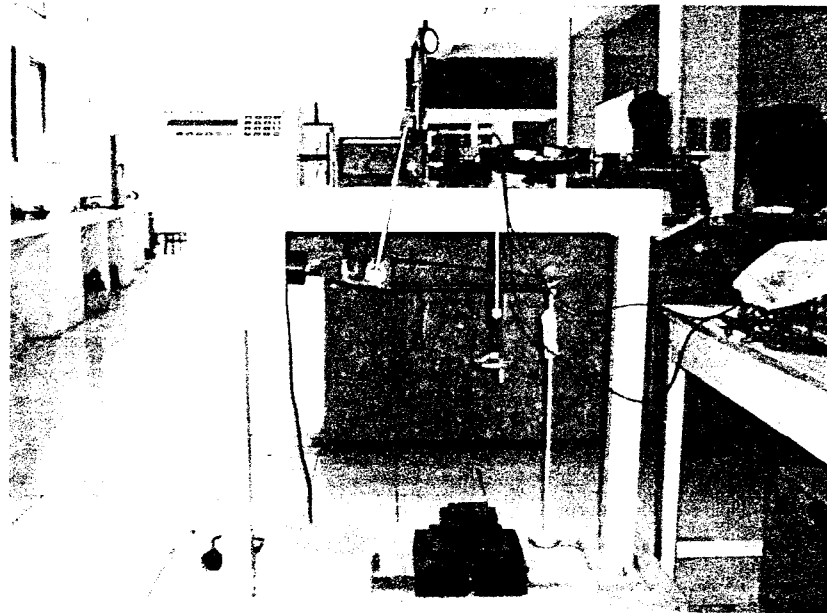
Tegangan normal dapat dihitung dengan persamaan 3.17 sebagai berikut :

$$\sigma = \text{Tegangan normal} = \frac{\text{Gaya normal yang bekerja}}{\text{Luas penampang lintang sampel tanah}} \dots\dots(3.17)$$

Tegangan geser yang melawan pergerakan geser dapat dihitung dengan persamaan 3.18 sebagai berikut :

$$\tau = \text{Tegangan geser} = \frac{\text{Gaya geser yang melawan pergerakan}}{\text{Luas penampang lintang sampel tanah}} \dots\dots\dots(3.18)$$

Gambar 3.13 berikut ini adalah gambar alat uji geser langsung laboratorium yang akan digunakan.



Gambar 3.13 Alat uji geser langsung

3.11 CBR (*CALIFORNIA BEARING RATIO*)

Pengujian CBR dimaksudkan untuk menentukan kekuatan tanah atau campuran agregat yang dipadatkan pada kadar air tertentu. Uji ini dikembangkan oleh California State Highway Departement, Amerika Serikat, 1930. CBR (*California Bearing Ratio*) adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan (dapat berupa tanah maupun material perkerasan jalan) dengan bahan

standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Biasanya pengujian CBR dilakukan untuk mengetahui tingkat kekerasan material perkerasan jalan raya.

Prinsip pengujian CBR adalah dengan menembus sampel tanah dengan kepadatan tertentu dalam suatu tabung dengan menggunakan alat penekan standar. Alat penembus atau penetrasi yang digunakan adalah sebuah piston berpenampang bulat dengan luas 3 in² dan kecepatan konstan sebesar 0,05 in per menit dan diukur beban yang diperlukan.

$$\text{CBR} = \frac{\text{Beban hasil penetrasi}}{\text{Beban terhadap bahan standar}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.19)$$

Tabel 3.5 Hubungan antara nilai penetrasi dengan beban standar untuk pemeriksaan CBR

Penetrasi		Beban		Tekanan
(in)	(mm)	(KN)	(lbs)	(lbs/m ²)
0,1	2	11,5		
	2,5	13,24	3000	1000
	4	17,6		
0,2	5	19,96	4500	1500
		22,2		
		26,3		
		30,3		
		33,5		

Sumber : Praktikum mekanika tanah, 2004

Untuk mendapatkan design CBR, harus memperhitungkan dua faktor yaitu :

- Kadar air tanah serta berat isi kering pada waktu dipadatkan.
- Perubahan pada kadar air yang mungkin akan terjadi setelah pemadatan selesai.

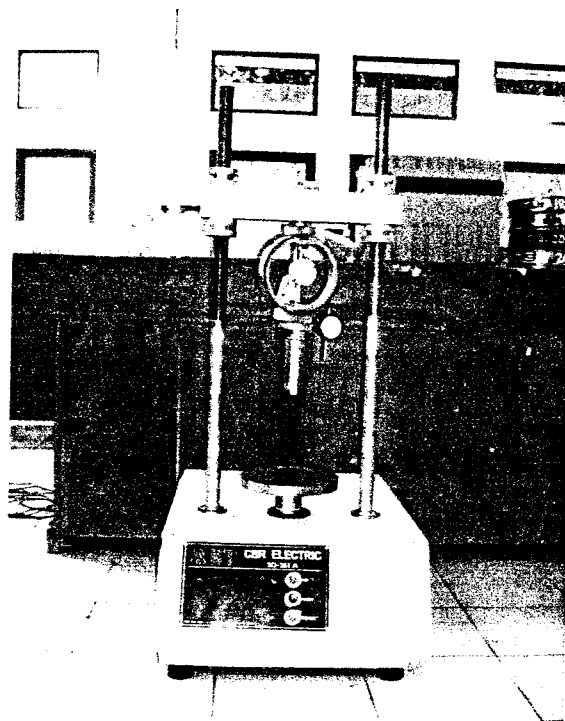
Salah satu cara untuk melakukan test CBR adalah dengan uji CBR laboratorium.

3.11.1 Percobaan CBR Laboratorium

CBR laboratorium biasanya digunakan antara lain untuk perencanaan pembangunan jalan baru dan lapangan terbang. Untuk menentukan nilai CBR laboratorium harus disesuaikan dengan peralatan dan data hasil pengujian *compaction standard/modified* dibuat mendekati \pm kadar air optimum.

Dengan menggunakan dongkrak mekanis sebuah piston penetrasi ditekan supaya masuk tanah dengan kecepatan 0,05 inci per menit. Luas piston tersebut adalah 3 inci persegi. Untuk menentukan beban yang bekerja pada piston ini dipakai sebuah "*proving ring*" yang di terpasang antara piston dan dongkrak.

Pada nilai-nilai tertentu, beban yang bekerja pada piston tercatat sehingga kemudian dapat dibuat grafik beban terhadap penetrasi. Gambar 3.14 dibawah ini merupakan gambar alat uji CBR laboratorium.



Gambar 3.14 Alat uji CBR laboratorium

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 BAHAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah :

1. Tanah

Dalam penelitian ini tanah yang digunakan adalah tanah berbutir halus Jombor, Klaten, Jawa Tengah.

2. Air

Air yang digunakan adalah air PDAM yang ada di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

3. Geotekstil

Geotekstil yang digunakan woven jenis Woven Reinfox Type Hr 250 XT, Produksi PT. Puritek Purnama, Jakarta.

4.2 PERALATAN

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah semua alat yang berkaitan dengan pengujian sifat-sifat fisik tanah dan alat uji sifat mekanis tanah yaitu alat uji Proctor Standar, alat uji Konsolidasi, dan uji Geser Langsung, alat uji CBR di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.

4.3 JADWAL PENELITIAN

Penelitian akan dilaksanakan kurang lebih selama tiga bulan. Penelitian mulai berjalan dari tanggal 20 Agustus 2006 s/d 15 November 2006. Waktunya antara jam 09.00 WIB – 15.00 WIB, setiap hari kecuali hari Minggu dan hari libur Nasional.

4.4 JALANNYA PENELITIAN

Jalannya penelitian dilaksanakan dalam tiga tahap, yaitu : tahap persiapan, tahap pekerjaan lapangan dan tahap pekerjaan laboratorium.

4.4.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan meliputi :

1. Studi pendahuluan yaitu studi literatur tentang :
 - a. Konsolidasi dan Penurunan.
 - b. Kuat Geser Tanah.
 - c. CBR laboratorium.
 - d. Geotekstil.
 - e. Perkuatan tanah dengan geotekstil.
2. Mengumpulkan informasi dan data mengenai tanah berbutir halus dan geotekstil.
3. Pengajuan proposal dan seminar proposal kepada dosen pembimbing serta mengurus perijinan untuk kegiatan penelitian.

4.4.2 Tahapan Pekerjaan Lapangan

Pekerjaan lapangan adalah menentukan tempat dan lokasi pengambilan sampel dilanjutkan pengambilan sampel tanah berbutir halus. Metode pengambilan sampel tanah yang diambil adalah tanah berbutir halus terganggu (*disturbed soil*) dari daerah Jombor, Klaten, Jawa Tengah.

4.4.3 Tahapan Pekerjaan Laboratorium

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Pekerjaan Laboratorium adalah pengujian sifat – sifat tanah asli dalam kondisi terganggu/disturbed. Perkuatan tanah dengan lapisan geotekstil dengan variasi campuran 1 lapis dimana pengujian yang dilakukan meliputi : pengujian sifat-sifat mekanis tanah,

pengujian Kepadatan tanah/Proctor, uji Konsolidasi dan Penurunan, uji CBR laboratorium dan pengujian parameter kuat geser tanah yaitu dengan uji Geser Langsung.

1. Pengujian jenis dan sifat fisik tanah asli
 - a. Pengujian Analisa saringan (ASTM D 422-72).
 - b. Pengujian Analisa hidrometer (ASTM D 421-72).
2. Pengujian sifat-sifat mekanis tanah asli

Pengujian sifat-sifat mekanis tanah yang dilakukan meliputi :

- a. Pengujian kadar air (ASTM D 2216-71).
- b. Pengujian berat jenis tanah (ASTM D 854-72).
- c. Pengujian batas-batas konsistensi (*Atterberg Limits*) :
 - Pengujian batas cair (ASTM D 423-66).
 - Pengujian batas plastis (ASTM D 424-74).
 - Pengujian batas susut (ASTM D 427-74).
3. Pemodelan Benda Uji

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah berbutir halus yang berasal dari daerah Jombor, Klaten, Jawa Tengah. Tanah yang digunakan untuk pembuatan benda uji ini adalah tanah yang sudah terganggu (*disturb*) sehingga nantinya dalam pengujian yang akan dilakukan (Uji Konsolidasi, Geser langsung dan CBR laboratorium) akan digunakan tanah benda uji yang mempunyai nilai γ_d mak dan $w_{optimum}$ yang diperoleh dari Uji Proctor standar. Kepadatan terbaik dari benda uji diperoleh apabila berat volume kering (γ_d) dan kadar air ($w_{optimum}$) benda uji adalah sama dengan γ_d mak dan $w_{optimum}$ tanah yang diperoleh dari uji pemadatan Proctor standar.

Secara keseluruhan langkah kerja pembuatan sampel benda uji adalah sebagai berikut :

- a. Menumbuk bongkahan tanah *disturbed*, kemudian disaring dengan menggunakan saringan No. 4 sebanyak tanah yang dianggap cukup.
- b. Mencari kadar air tanah (w asli, %).
- c. Menimbang sejumlah tanah (W_t) gram, sesuai dengan berat tanah yang akan dibutuhkan untuk dapat memenuhi satu seri pengujian, kemudian

ditambahkan air (W_a) cc dan diaduk sampai rata (homogen) untuk mendapatkan pemadatan yang terbaik. Penambahan air dapat dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$W_a = W_t \times \left[\left(\frac{100 + w_{optm}}{100 + W_{asli}} \right) - 1 \right] \dots\dots\dots(4.1)$$

w_{optm} adalah kadar air tanah yang diperoleh dari pengujian proctor.

- d. Membersihkan cetakan benda uji untuk masing-masing pengujian, olesi dengan pelumas jika perlu agar tanah benda uji tidak lengket pada cetakan.
- e. Menghitung dan menimbang sejumlah tanah yang harus dimasukkan kedalam cetakan untuk membuat satu benda uji. Berat tanah tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus-rumus dibawah ini :

$$\gamma_b = \gamma_d (1 + w_{optm}) \dots\dots\dots(4.2)$$

$$W = \gamma_b \cdot V \dots\dots\dots(4.3)$$

Dengan :

W = berat tanah untuk 1 buah benda uji (gr).

γ_b = berat volume basah (gr/cm^3).

γ_d = berat volume kering yang diperoleh dari uji proktor (gr/cm^3).

w_{optm} = kadar air optimum (%).

V = volume cetakan (cm^2).

- f. Membuat tanah benda uji dengan memasukkan tanah pada cetakan benda uji. Tanah benda uji adalah tanah berbutir halus murni tanpa lapisan geotekstil dan tanah berbutir halus dengan perkuatan menggunakan 1 lapis geotekstil dimana metode pemasangannya adalah dengan arah horizontal/mendatar disetiap satu satuan benda uji. Pada masing-masing pengujian yang akan dilakukan (Uji Konsolidasi, Geser Langsung dan CBR laboratorium), lapisan geotekstil akan dipasang tepat di tengah-tengah benda uji dengan jarak yang telah ditentukan.
- g. Setelah proses pembuatan sampel tanah benda uji selesai, maka dapat dilakukan jalannya pengujian.

4.4.3.1 Pengujian Kepadatan Tanah

Pengujian kepadatan tanah dilakukan dengan uji Proctor standar yang mengacu pada standar ASTM D 698-70.

1. Tujuan percobaan

Menentukan hubungan kadar air dengan kepadatan tanah apabila dipadatkan dengan alat pemadat tertentu.

2. Alat-alat yang digunakan

- a. Mold pemadat dengan diameter 4" = 10,20 cm.
- b. Palu pemadat dengan diameter 2" = 5,05 cm.
- c. Timbangan/neraca dengan ketelitian 1 gram.
- d. Jangka sorong.
- e. Saringan No.4 (# 4.75 mm).
- f. Pisau perata.
- g. Loyang.
- h. Satu set alat pemeriksa kadar air.

3. Persiapan benda uji

- a. Tanah sampel dari lapangan dikeringkan terlebih dahulu sehingga menjadi gembur. Pengeringan dilakukan di udara atau dengan alat pengering lain dengan suhu sekitar 60° C, kemudian gumpalan tanah ditumbuk tetapi butir asli tidak pecah.
- b. Tanah yang sudah ditumbuk disaring dengan saringan No.4.
- c. Jumlah sampel untuk pengujian kurang lebih sebanyak 15 kg.
- d. Benda uji dibagi dalam 6 bagian, tiap bagian dicampur dengan air yang ditentukan dan diaduk sampai merata. Penambahan air diatur sehingga diperoleh benda uji seperti berikut :
 - Tiga buah sampel dengan kadar air kira-kira dibawah optimum dan tiga buah sampel yang lain diatas optimum.
 - Perbedaan kadar air masing-masing antara 3% sampai 5%.
 - Masing-masing benda uji dimasukkan ke dalam kantong plastik dan didiamkan selama 12 jam sampai kadar air merata.

4. Prosedur pengujian
 - a. Timbang berat cetakan dan keping alas dengan ketelitian 5 gram.
 - b. Cetakan leher dan keping alas dipasang jadi satu dan ditempatkan pada landasan yang kokoh.
 - c. Ambil salah satu dari kelima sampel yang sudah disiapkan, diaduk dan dipadatkan dalam cetakan dengan cara sebagai berikut :
 - Jumlah seluruh cetakan tanah harus tepat sehingga tinggi kelebihan tanah yang diratakan setelah leher dilepas dari 5 mm.
 - Pemadatan dilakukan dengan alat tumbuk standard dengan berat 2,477 kg dengan tinggi jatuh 30,48 cm.
 - Tanah dipadatkan dalam tiga lapis, tiap lapis ditumbuk sebanyak 25 kali tumbukan.
 - d. Melepas leher sambung, kemudian kelebihan tanah dipotong dari bagian keliling dengan pisau perata. Timbang cetakan yang berisi benda uji beserta keping alas dengan ketelitian 5 gram (W_2).
 - e. Benda uji dikeluarkan dengan alat ekstruder dan ambil sebagian kecil dari benda uji untuk pengujian kadar air, kemudian tentukan nilai kadar airnya.

5. Analisis hasil pengujian

- a. Hitung berat volume tanah basah

$$\gamma = \left(\frac{W_2 - W_1}{V} \right) \dots \dots \dots (4.4)$$

- b. Hitung kadar air sampel tanah yang digunakan.

- c. Hitung berat volume kering dengan rumus :

$$\gamma_d = \left(\frac{\gamma}{1 + w} \right) \dots \dots \dots (4.5)$$

- d. Buat kurva hubungan antara kadar air (w) sebagai absis dan berat volume kering sebagai ordinat (γ_d).

- e. Puncak kurva merupakan nilai (γ_d) maksimum, dari titik puncak kurva ditarik garis vertikal memotong absis, pada titik ini merupakan kadar air optimumnya.

4.4.3.2 Pengujian Konsolidasi dan Penurunan

Pengujian Konsolidasi dan penurunan mengacu pada standar ASTM D-2436.

1. Tujuan percobaan

Untuk menentukan angka pori (e), koefisien konsolidasi (C_v), serta sifat pemampatan tanah atau indeks kompresi (C_c) suatu jenis tanah, yaitu sifat-sifat perubahan isi dan proses keluarnya air dari dalam tanah yang diakibatkan adanya perubahan tekanan vertikal pada tanah tersebut.

2. Alat-alat yang digunakan

- a. Satu set alat konsolidasi (*rapidmeter*) yang terdiri dari alat pembebanan dan sel konsolidasi.
- b. Arloji pengukur dengan ketelitian 0,01 mm.
- c. Beban-beban normal.
- d. Alat pengeluar contoh tanah (*exstruder*).
- e. Pemotong (pisau).
- f. Pemegang cincin contoh.
- g. Neraca dengan ketelitian 0,01 gr.
- h. Oven dengan pengatur suhu 110°C .
- i. Stopwatch.

3. Persiapan benda uji dan prosedur pengujian

- a. Timbang cincin cetak bagian sel konsolidasi dengan ketelitian 0,01 gr
 - Apabila contoh tanah cukup lunak, masukkan tanah ke dalam cincin cetak. Dengan menekan cincin ke dalam tanah yang telah didorong keluar dari tabung contoh tanah secukupnya. Potong tanah rata bagian atas dan bawah cincin cetak.
 - Apabila contoh tanah agak keras, contoh tanah dapat dipotong dan dibubut sehingga sesuai dengan cincin tempat benda uji. Masukkan tanah dalam cincin konsolidasi dan potong hingga permukaannya rata dengan cincin bagian atas dan bawahnya, kemudian ditimbang.
 - Dalam penelitian ini contoh tanah sebagai sampel yang akan digunakan sebagai benda uji adalah tanah padat yang diperoleh dari hasil pengujian

pemadatan atau uji proctor standar sehingga akan diperoleh kadar air optimum guna mencapai kepadatan terbaik. Setelah didapatkan contoh tanah yang telah diinginkan segera dilakukan pembuatan benda uji yaitu dengan memasukkan tanah ke dalam sel konsolidasi dengan menekan tanah secara hati hati sehingga didapatkan permukaan tanah disisi atas dan bawah tempat benda uji yang halus dan rata.

- Berikutnya pembuatan sampel benda uji dengan geotekstil sebagai bahan perkuatan tanah adalah pada dasarnya sama dengan proses pembuatan sampel diatas yang selanjutnya akan dipasang geotekstil tepat di tengah-tengah tanah sampel benda uji sebab variasi dari penggunaan geotekstil ini adalah 1 lapis.
- Periksa alat alat dalam keadaan normal dengan memeriksa bahwa lengan beban telah seimbang dan batu pori dalam keadaan bersih dan tidak tersumbat.
- Batu pori ditempatkan bagian atas dan bawah cincin, sehingga benda uji yang sudah dilapisi kertas saring terapat oleh oleh dua buah batu pori kemudian dimasukkan kedalam sel konsolidasi.
- Sel konsolidasi yang sudah berisi benda uji diletakkan pada alat konsolidasi, sehingga bagian yang runcing dari lengan beban penumpu/penyentuh tepat pada alat perata pembebanan pada sel konsolidasi.
- Kedudukan arloji diatur kemudian dibaca dan dicatat.
- Selama proses pengujian sel konsolidasi harus tetap penuh dengan air.
- Pada beberapa macam tanah tertentu, ada kemungkinan pembebanan pertama mengalami pengembangam (*swelling*) setelah sel konsolidasi diisi dengan air. Bila hal tersebut terjadi segera dipasang beban selanjutnya kemudian dilakukan pembacaan penurunan seperti diatas.

4. Pembebanan dan pembacaan penurunan

- a. Beban pertama dipasang sehingga tekanan pada benda uji sebesar $0,25 \text{ kg/cm}^2$, kemudian arloji dibaca pada saat 9,6 detik, 21,6 detik, 38,4 detik,

1 menit, 2,25 menit, 4 menit, 9 menit, 16 menit, 25 menit, 36 menit, 47 menit hingga 1440 menit/ 24 jam.

Setelah 1 menit pembacaan, sel konsolidasi diisi air (sebelum pembacaan 4 menit). Benda uji harus selalu terendam air, dengan muka air kira-kira sama tinggi dengan permukaan atas benda uji.

- b. Setelah pembacaan menunjukkan angka yang tetap atau setelah 24 jam, catat pembacaan arloji yang terakhir yang kemudian dilanjutkan memasang beban yang kedua sebesar dua kali beban pertama sehingga tekanan menjadi dua kalinya.
 - c. Setelah pembacaan maksimum dan sudah menunjukkan pembacaan tetap pembebanan dikurangi dalam dua langkah yaitu 4 kg/cm^2 (beban rebound).
 - d. Setelah pembacaan terakhir dicatat, cincin dan benda uji dikeluarkan dari sel konsolidasi lalu dikeringkan.
 - e. Benda uji dikeluarkan dari cincin kemudian dilakukan pengujian kadar air, dan hitung berat kering serta tinggi sampel keringnya.
5. Analisis hasil pengujian
- a. Berat tanah basah dihitung sebelum dan sesudah pengujian dan berat kering. Berat isi dan kadar air benda uji dihitung sebelum dan sesudah percobaan selesai.
 - b. Gambar kurva hubungan antar akar waktu dalam menit sebagai absis dengan penurunan sebagai ordinat, untuk setiap pembebanan.
 - c. Hitung koefisien konsolidasi = C_v (cm^2/menit) bagi masing-masing tahap pembebanan, yang dapat dilakukan dengan kurva diatas dengan cara sebagai berikut :
 - Tarik atau perpanjang bagian lurus awal kurva ke atas sampai memotong sumbu ordinat (t_0), yaitu titik A, panjang garis ini merupakan garis B.
 - Perpanjangan garis B tersebut sebesar 0,15 A, pada ujung perpanjangan garis ini adalah titik C.
 - Hubungkan garis dari O t_0 ke titik C, garis ini memotong kurva penurunan pada titik D.



- Titik D menunjukkan akar $\sqrt{t_{90}}$ dengan t_{90} adalah waktu untuk mencapai konsolidasi 90%.
- Hitung $C_v = \frac{0,848 (d/2)^2}{t_{90}}$ (4.6)

Dengan :

d = setengah tinggi contoh tanah rata-rata (cm).

$d = \frac{1}{2} \cdot H$.

$H = \frac{1}{2} (H_1 + H_2)$ untuk dua arah aliran.

$H = d$ untuk satu arah aliran.

H_1 = tebal sampel pada awal setiap beban.

H_2 = tebal akhir pada akhir setiap beban.

d. Hitung indeks kompresi (*compression indeks*) atau C_c .

e. Hitung tinggi efektif (tebal bagian padat) benda uji :

$$H_t = \frac{W_k}{A \cdot G_s} \text{ (cm)} \dots\dots\dots(4.7)$$

Dengan :

W_k = berat kering benda uji.

A = luas benda uji (cm^2).

G_s = berat jenis tanah.

f. Hitung angka pori awal (e_0)

$$e_0 = \frac{H_0 - H_t}{H_t} = \frac{\Delta H}{H_t} \dots\dots\dots(4.8)$$

g. Hitung angka pori saat pembebanan :

$$e_1 = \frac{H_1 - H_t}{H_t} \text{ atau } e_1 = e_0 - \Delta e \dots\dots\dots(4.9)$$

h. Hitung derajat kejenuhan sebelum dan sesudah pengujian :

$$Sr = \frac{W_k \cdot G_s}{e} \times 100\% \dots\dots\dots(4.10)$$

4.4.3.3 Pengujian Geser Langsung

Pengujian Geser Langsung mengacu pada standar ASTM D-3088.

1. Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan besar parameter geser langsung pada kondisi CU (*Consolidated Undrained*). Consolidated Undrained berarti pelaksanaan penggeseran akan dilakukan setelah tanah benda uji telah melalui tahap konsolidasi terlebih dahulu hingga sudah tidak mengalami penurunan dan selama proses penggeseran air pori tanah tidak diberi kesempatan untuk mengalir keluar.

2. Alat yang digunakan

- a. Alat pengeluar contoh tanah (*extruder*).
- b. Kotak geser untuk benda uji berbentuk bulat atau berbentuk persegi.
- c. Perlengkapan pembebanan normal (4 kg, 8 kg, 16 kg).
- d. Perlengkapan untuk menggeser tanah (dengan motor listrik atau dengan manual tangan).
- e. Cincin beban dengan arloji pengukurnya untuk mengukur gaya geser.
- f. Arloji pengukur untuk penurunan benda uji.
- g. Arloji pengukur untuk regangan penggeseran.

- h. Stopwatch.
 - i. Alat penyiapan benda uji dan alat-alat pemeriksa kadar air.
3. Persiapan benda uji dan prosedur pengujian
- a. Benda uji yang perlu disediakan sekurang-kurangnya sebanyak 3 buah.
 - b. Apabila contoh tanah yang dipersiapkan berupa tanah asli dari tabung, maka keluarkan contoh tanah (dengan arah dari ujung tabung pangkal tabung tanah) dan desak masuk ke dalam cincin cetak. Kemudian potong tanah agak lebih sedikit dan ratakan sehingga contoh tanah rata dengan permukaan cincin cetak bagian atas maupun bagian bawah.
 - c. Apabila yang diperiksa berupa tanah yang dipadatkan dalam laboratorium maka dapat digunakan alternatif cara :
 - Tanah dipadatkan dalam silinder pemadatan dengan kadar air dan kepadatan sesuai dengan yang diinginkan. Kemudian desak contoh tanah keluar tabung pemadatan masuk ke dalam cincin cetak. Masukkan pelan-pelan sambil iris tanah diluar cincin. Potong rata dengan cincin cetak atas dan bawah. Hindarkan tambahnya udara dalam pori tanah. Kemudian bentuk kembali dan padatkan dalam cetakan sehingga kepadatannya sama dengan aslinya.
 - Tanah padat dari silinder pemadatan seperti pada a, dikeluarkan dari silinder pemadatan kemudian dipotong dan dibubut sesuai dengan bentuk benda uji yang akan diperiksa.
 - Contoh dipadatkan tidak dalam silinder tetapi langsung dalam ruang contoh tanah dalam kotak geser dengan kadar air dan kepadatan yang dikehendaki.
 - Periksa dan catat kadar air dan berat volume contoh tanah.
4. Prosedur pengujian
- a. Kotak geser yang terdiri atas dua bagian yaitu bagian atas dan bawah. Satukan kedua bagian tersebut dengan sekrup pengunci yang ada.

- b. Pasang dan atur pada kotak geser, berturut-turut :
- Paling bawah tempatkan batu pori yang sebelumnya dikenyangkan air (direbus dalam air sekitar 15 menit atau direndam dalam waktu 4 – 8 jam).
 - Pasang di atasnya pelat bergerigi menghadap ke atas. Buatlah arah arah gigi tegak lurus pada arah geseran.
 - Pasang atau masukkan benda uji di atas pelat bergerigi dengan mendorong benda uji keluar dari cincin cetakan.
 - Pasang di atasnya lagi pelat bergerigi ke dua (berlubang-lubang) dengan gigi menghadap ke bawah tegak lurus arah geseran. Tekan secara merata pelat ini sehingga gigi pelat bagian atas dan bawah masuk tertanam ke dalam benda uji.
 - Pasang batu pori kedua yang sebelumnya di buat kenyal air di atas pelat bergerigi.
 - Paling atas letakkan pelat penerus beban secara sentris.
- c. Atur perlengkapan alat untuk menggeser benda uji, sehingga setiap untuk melakukan penggeseran, termasuk cincin beban (proving ring). Atur arloji cincin beban pada pembacaan nol.
- d. Atur perlengkapan beban normal di atas pelat penerus beban.
- e. Tambahkan beban pada perlengkapan beban. Beban yang dipasang adalah sedemikian sehingga berat beban dan berat rangka penggantung (perhitungkan pengaruh pengungkit) akan memberikan tekanan normal pada benda uji yang diinginkan.
5. Pelaksanaan penggeseran
- a. Bukalah sekrup pengunci bagian atas dan bawah, renggangkan kedua bagian ring geser sehingga terdapat kerenggangan sekitar 0,25 mm putarlah sekrup perenggang sebanyak setengah putaran dihitung setelah sekrup menempel pada bagian bawah. Putar kedua sekrup secara bersama-sama.

- b. Setelah kedua ring merenggang lepaskan kedua sekrup perenggang benda uji siap geser.
- c. Penggeseran benda uji dilakukan secara cepat sehingga selama penggeseran air pori tidak sempat mengalir keluar dari benda uji lewat batu pori.
- d. Kecepatan penggeseran diambil antara 1mm/menit (untuk tanah lempung).
- e. Setelah selesai keluarkan benda uji dari ring geser, lakukan lagi pengujian kadar air terhadap benda uji.
- f. Lanjutkan lagi untuk benda uji kedua dan ketiga sesuai dengan prosedur pengujian diatas.

6. Analisis hasil pengujian

- a. Tentukan gaya geser maksimum yang bekerja pada setiap benda uji.
- b. Gambarkan kurva hubungan antara regangan sebagai absis dengan gaya geser sebagai ordinat.
- c. Menghitung benda uji :

- Tegangan normal yang diberikan :

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(4.11)$$

Keterangan :

P = gaya normal (kg).

A = luas penampang benda uji (cm²).

- Tegangan geser maksimum :

$$\tau = \frac{S}{A} \dots\dots\dots(4.12)$$

Keterangan :

S = gaya geser maksimum (kg).

A = luas penampang benda uji (cm^2).

d. Gambarkan kurva hubungan antar σ sebagai absis dengan tegangan τ sebagai ordinat. Cantumkan setiap data τ dan σ bagi setiap benda uji sebagai satu titik pada kurva ini. Maka kemiringan garis pada kurva ini terhadap sumbu σ (absis) adalah sudut geser dalam (Φ) dan perpotongan garis tersebut dengan sumbu τ (ordinat) adalah kohesi tanah (c), sesuai dengan rumus Mohr Coulomb :

$$\tau = c + \sigma \cdot \text{tg } \Phi \dots \dots \dots (4.13)$$

Keterangan :

c = kohesi.

Φ = sudut gesek dalam tanah.

Apabila dikehendaki hasil yang lebih teliti, maka data σ dan τ dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan regresi linear.

4.4.3.4 Pengujian CBR Laboratorium

Pengujian CBR laboratorium mengacu pada standar ASTM D 1883 – 73

1. Tujuan pengujian

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan nilai CBR tanah atau campuran agregat yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu. Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*).

2. Alat yang digunakan

a. Mesin penetrasi minimal berkapasitas 4,45 ton (10.000 lb) dengan kecepatan penetrasi sebesar 1,27 mm (0,05 inc) per menit.

- b. Cetakan logam berbentuk silinder dengan diameter dalam $152,4 + 0,6609$ mm ($6 \text{ inc} + 0,0026 \text{ inc}$).
- c. Piringan pemisah dari logam (*spencer disk*) dengan diameter 150,8 mm dan tebal 61,4 mm.
- d. Alat penumbuk sesuai dengan cara pemeriksaan kemadatan.
- e. Alat pengukur pengembangan (*swell*) yang terdiri dari keping pengembangan yang berlubang-lubang dengan batang pengatur, tripod logam dan arloji penunjuk.
- f. Keping beban dengan berat 2,27 kg (5 pound) dengan diameter 194,2 mm.
- g. Torak penetrasi logam berdiameter 49,5 mm, luas 1935 mm dan panjang tidak kurang dari 101,6 mm.
- h. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram dan 0,01 gram.
- i. Peralatan bantu lainnya (talam perata, bak perendam dll).

3. Persiapan benda uji dan prosedur pengujian

a. Benda uji

- Ambil contoh tanah kering udara sebanyak 5 kg.
- Campur tanah tersebut dengan air sampai kadar air optimum (nilai kadar optimum dilihat pada pengujian pematatan).
- Untuk mencapai kadar air optimum tersebut diperlukan penambahan air dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Penambahan air} = 500 \times \frac{100 + B}{100 + A} - 1 \text{ (cc)} \dots \dots \dots (4.14)$$

Keterangan :

A = kadar air mula-mula.

B = kadar air optimum.

500 = berat contoh (gr).

- Setelah dicampur hingga rata, masukkan contoh tanah tadi ke dalam kantong plastik, diikat kemudian diamkan selama 24 jam.
- Timbang cetakan (*mold*) lalu catat beratnya. Pasang cetakan pada keping alas dan masukkan spencer disk di dalamnya kemudian pasang kertas filter di atasnya.
- Padatkan contoh tanah yang sudah dicampur air pada keadaan optimum ke dalam cetakan, kemudian laksanakan pemadatan sesuai dengan percobaan pemadatan. Jumlah tumbukan yang dibutuhkan adalah 56 kali. Untuk benda uji yang diperkuat dengan geotekstil jumlah tumbukan yang diperlukan sesuai dengan kebutuhan benda uji yang akan dibuat.
- Buka leher sambungan (*collar*) dan ratakan tanah dengan pisau.
- Tambal lubang-lubang yang mungkin terjadi karena lepasnya butir-butir kasar dengan bahan yang lebih halus. Timbang benda uji beserta cetakannya kemudian catat beratnya.

b. Prosedur pengujian

- Letakkan benda uji beserta keping alas diatas mesin penetrasi. Letakkan keping pemberat diatas permukaan benda uji seberat minimal 4,5 kg (10 pound).
- Pasang torak penetrasi dan diatur pada permukaan benda uji sehingga arloji beban menunjukkan beban permulaan sebesar 2 lbs. Pembebanan permulaan ini diperlukan untuk menjamin bidang sentuh yang sempurna antara permukaan benda uji dengan torak penetrasi.
- Berikan pembebanan secara teratur sehingga kecepatan penetrasi mendekati kecepatan 1,27 mm/menit (0,005 inc/menit). Pembacaan pembebanan dilakukan pada interval penetrasi 0,0035 inc (0,64 mm), hingga mencapai penetrasi 0,5 inchi.
- Catat beban maksimum dan penetrasinya bila pembebanan maksimum terjadi sebelum penetrasi 12,5 mm(0,5 inchi).
- Keluarkan benda uji dari cetakan dan tentukan kadar air dari lapisan atas benda uji setebal 25 mm.

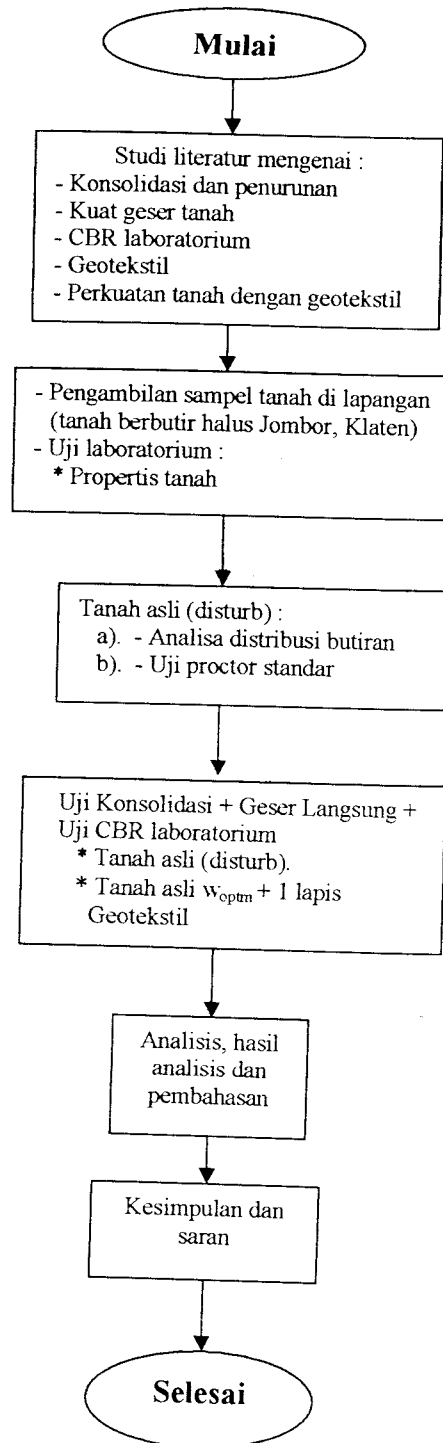
4. Analisis hasil pengujian

- Pengembangan (*swell*) adalah nilai perbandingan antar perubahan tinggi selama perendaman terhadap tinggi benda uji semula dinyatakan dalam persen.
- Hitung pembebanan dalam (lbs) dan gambar grafik beban terhadap kedalaman penetrasi. Pada beberapa keadaan permulaan kurva beban cekung akibat kurang ratanya pemadatan atau sebab-sebab lain. Dalam keadaan ini titik nolnya harus dikoreksi.
- Dengan menggunakan grafik yang telah dibuat, hitung harga CBR dengan cara membagi masing-masing beban dengan beban standar CBR pada penetrasi 0,1 dengan beban standar 70,31 kg (100 psi). Penetrasi 0,2 dengan beban standar 105,47 kg (1500 psi) dan dikalikan dengan 100%. Umumnya nilai CBR diambil pada penetrasi 0,1 inc. Apabila terjadi koreksi grafik, maka beban yang dipakai adalah beban yang sudah dikoreksi pada 2,54 mm (0,1 inc) dan 5,08 mm (0,2 inc).

Secara keseluruhan, tahapan pengujian laboratorium yang akan dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Jenis pengujian dan jumlah benda uji

No	Jenis Pengujian	Jumlah Sampel	Satuan
1	Pengujian jenis dan sifat fisik tanah asli :		
	- Analisa Hidrometer + Analisa Saringan	3	buah
2	Pengujian sifat-sifat mekanis tanah :		
	- Kadar Air (<i>w</i>)	3	buah
	- Berat Jenis (<i>G_s</i>)	3	buah
	Pengujian Batas-Batas Konsistensi (<i>Atterberg Limits</i>)		
	- Batas Cair (<i>LL</i>)	3	buah
	- Batas Plastis (<i>PL</i>)	3	buah
	- Batas Susut (<i>SL</i>)	3	buah
3	Pengujian Pemadatan Tanah		
	- Uji Proctor Standar	3	buah
4	Pengujian Konsolidasi		
	* Tanah asli	3	buah
	* Tanah asli w. optm + Geotekstil 1 lapis	3	buah
5	Pengujian Parameter Kuat Geser Tanah (Uji Geser Langsung)		
	* Tanah asli	2	buah
	* Tanah asli w. optm + Geotekstil 1 lapis	2	buah
6	Pengujian CBR laboratorium		
	* Tanah asli	2	buah
	* Tanah asli w. optm + Geotekstil 1 lapis	2	buah



Gambar 4.1 Diagram alir penelitian

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan di uraikan hasil yang berupa Grafik maupun Tabel dari hasil penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium dimana geotekstil adalah bahan yang telah dipilih oleh penyusun sebagai perkuatan pada tanah berbutir halus. Pengujian yang telah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta memperoleh hasil yang meliputi sifat-sifat fisis dan sifat mekanis tanah. Dari pengujian parameter kuat geser tanah didapat nilai kohesi dan sudut gesek dalam.

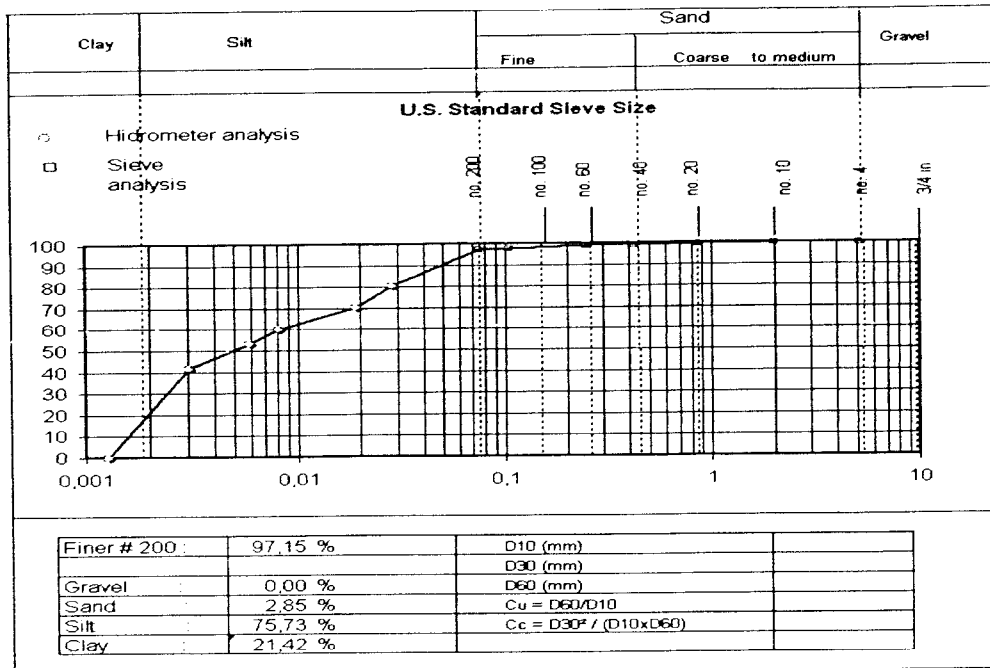
5.1 KLASIFIKASI TANAH

Untuk dapat mengelompokkan/mengklasifikasikan sampel tanah dari Jombor, Klaten, Jawa Tengah, maka dibutuhkan data hasil pengujian sifat fisik dan mekanis tanah yang dihasilkan dalam penelitian ini sehingga jenis dan karakteristik tanah akan dapat ditentukan. Ada 2 (dua) jenis klasifikasi tanah yang akan digunakan yaitu sebagai berikut :

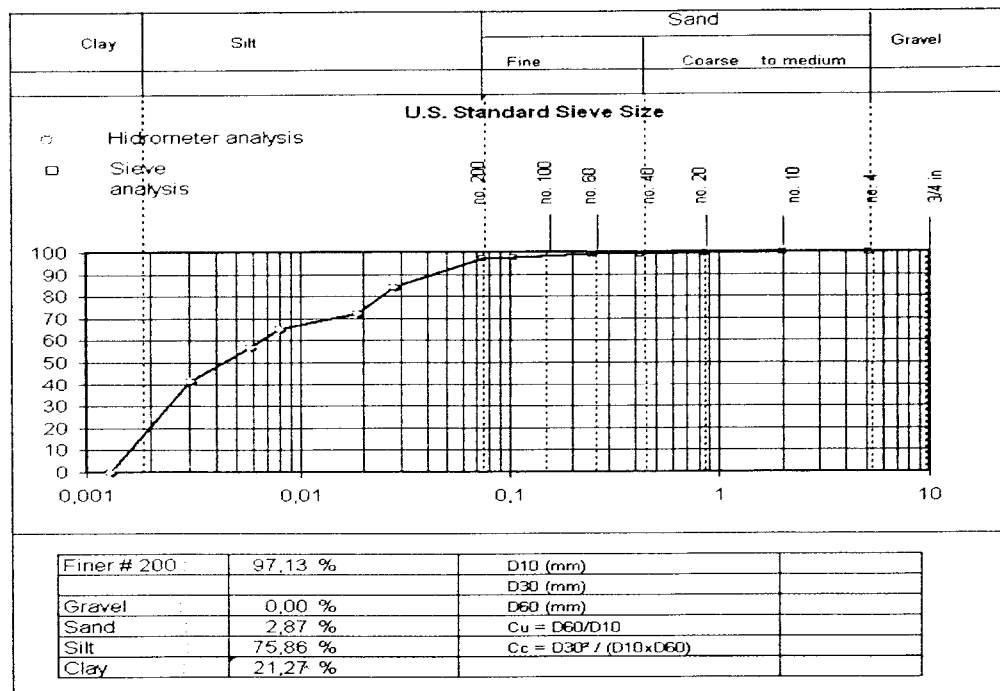
1. Sistem USCS (*the Unified Soil Classification System*).
2. Sistem AASHTO (*the American Association of State Highway and Transportation Officials Classification*).

5.2 SIFAT FISIK TANAH ASLI

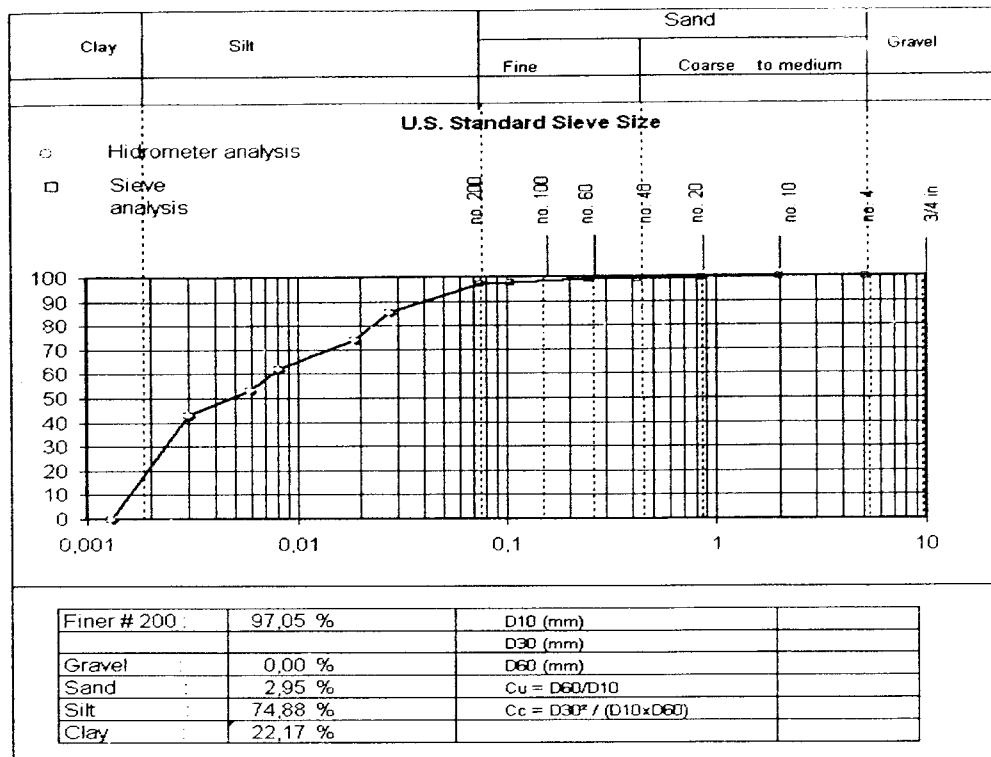
Untuk mengetahui prosentase agregat yang terkandung pada sampel tanah dari Jombor, Klaten, Jawa Tengah maka dilakukan uji Analisa distribusi butiran yang terbagi menjadi 3 sampel. Adapun grafik hasil uji dari ketiga sampel tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.1 s/d Gambar 5.3 berikut ini.



Gambar 5.1 Grafik hasil uji analisa distribusi butiran sampel I



Gambar 5.2 Grafik hasil uji analisa distribusi butiran sampel II



Gambar 5.3 Grafik hasil uji analisa distribusi butiran sampel III

Dari hasil uji Analisa distribusi butiran ketiga sampel diatas maka akan didapatkan prosentase nilai rata-rata dari masing masing agregat yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.1 dibawah ini.

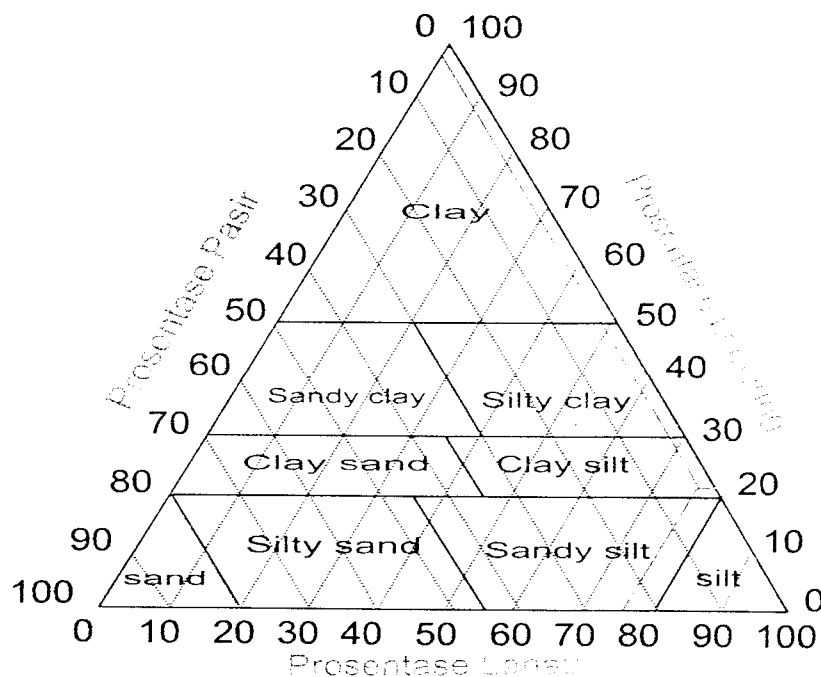
Tabel 5.1 Nilai rata-rata hasil uji analisa distribusi butiran sampel I, II, III

No. Pengujian	Jenis agregat			Nilai rata-rata		
	Pasir (%)	Lantau (%)	Lempung (%)	Pasir (%)	Lantau (%)	Lempung (%)
1	2,85	75,73	21,42			
2	2,87	75,86	21,27	2,89	75,49	21,62
3	2,95	74,88	22,17			

Hasil nilai rata-rata uji analisa distribusi butiran dari ketiga sampel diatas didapatkan prosentase sebagai berikut :

- Pasir = 2.89%
- Lanau = 75,49%
- Lempung = 21.62%

Berdasarkan hasil prosentase diatas maka sampel tanah Jombor akan dapat diklasifikasikan kedalam klasifikasi tanah berdasarkan tekstur dengan cara memplotkan prosentase distribusi butiran pasir, lanau dan lempung kedalam diagram segitiga tekstur yang hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5.4 dibawah ini.



Gambar 5.4 Diagram hasil klasifikasi berdasar tekstur tanah sistem USCS

Dari Gambar 5.4 didapatkan titik temu antara ketiga garis dari prosentase pasir, lanau dan lempung, ketiga garis tersebut bertemu di zona Clay silt. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sampel tanah dari Jombor adalah jenis tanah Lanau dengan sedikit lempung atau Lanau kelempungan.

5.3 SIFAT MEKANIS TANAH ASLI

Pengujian sifat mekanis tanah di Laboratorium meliputi pengujian : Kadar air, Berat jenis, Batas cair, Batas plastis dan Indeks plastisitas.

5.3.1 Pengujian Kadar Air Tanah

Sampel tanah diambil dari lokasi pada kedalaman \pm 1 meter dari permukaan tanah, kemudian sampel tanah dibungkus agar kadar air tidak berubah yang kemudian langsung ditimbang di Laboratorium. Hasil dari uji kadar air tanah dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \% \dots\dots\dots(5.1)$$

Di bawah ini adalah tabel hasil perhitungan uji kadar air sampel tanah Jombor yang ditunjukkan pada Tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5.2 Hasil uji kadar air tanah

1	No. Pengujian	1	2	3	4	5	6
2	Berat container (W_1) gr	21,71	22,05	21,71	21,63	21,34	21,52
3	Berat Cont + tnh basah (W_2) gr	54,33	63,97	54,33	57,30	60,88	50,12
4	Berat Cont + tnh kering (W_3) gr	45,49	53,31	45,49	46,94	50,61	41,87
5	Berat air ($W_2 - W_3$) gr	8,84	10,66	8,84	10,36	10,27	8,25
6	Berat tnh kering ($W_3 - W_1$) gr	23,78	31,26	23,78	25,31	29,27	20,35
7	Kadar air (w) = $\frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100 \%$	37,17	34,10	37,17	40,93	35,08	40,54
8	Kadar air rata-rata (w_{rt}), (%)	37,49					

Contoh perhitungan kadar air (w) :

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \%$$

$$w = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100 \%$$

$$w = \frac{54,33 - 45,49}{45,49 - 21,71} \times 100 \%$$

$$w = 37,17 \%$$

5.3.2 Pengujian Berat Jenis Tanah (*Specific Gravity*)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai perbandingan antara berat butir tanah dengan berat air destilasi di udara dengan volume yang sama pada suhu tertentu, biasanya diambil suhu 27° C.

Hasil dari pengujian berat jenis tanah dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$G_s (t^\circ) = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \dots\dots\dots(5.2)$$

$$G_s (27^\circ) = G_s (t^\circ) \times \frac{B_{\text{air } t^\circ}}{B_{\text{air } 27,5^\circ}} \dots\dots\dots(5.3)$$

Di bawah ini adalah tabel hasil perhitungan uji berat jenis sampel tanah Jombor yang ditunjukkan pada Tabel 5.3 berikut ini.

Tabel 5.3 Hasil uji berat jenis tanah

1	No. Pengujian	1	2	3	4	5	6
2	Berat piknometer kosong (W ₁) gram	17,29	18,55	22,43	16,5	17,19	17,47
3	Berat piknometer + tanah kering (W ₂) gram	23,14	23,59	28,53	23,09	25,53	24,79
4	Berat piknometer + tanah + air (W ₃) gram	46,23	46,97	51,25	45,95	47,56	47,28
5	Berat piknometer + air (W ₄) gram	42,66	43,9	47,64	41,91	42,42	42,84
6	Temperatur (t °)	24	24	24	24	24	24
7	BJ pd temperatur (t °)	0,997	0,997	0,997	0,997	0,997	0,997
8	BJ pd temperatur (27,5 °)	0,996	0,996	0,996	0,996	0,996	0,996
9	Berat jenis tanah G _s (t °) = $\frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)}$	2,57	2,56	2,45	2,68	2,61	2,54
10	Berat jenis tanah pada 27,5 ° = $G_s(t^\circ) \times \frac{Bj\ air\ t^\circ}{Bj\ air\ 27,5^\circ}$	2,57	2,56	2,45	2,68	2,61	2,54
11	Berat jenis rata-rata G _s rt	2,55					

Contoh perhitungan berat jenis tanah :

$$G_s(t^\circ) = \frac{(23,14 - 17,29)}{(42,66 - 17,29) - (46,23 - 23,14)}$$

$$= 2,57$$

$$G_s(27,5^\circ C) = 2,57 \times \frac{0,99733}{0,99641}$$

$$= 2,57$$

5.3.3 Pengujian Batas-Batas Konsistensi (*Atterberg Limits*)

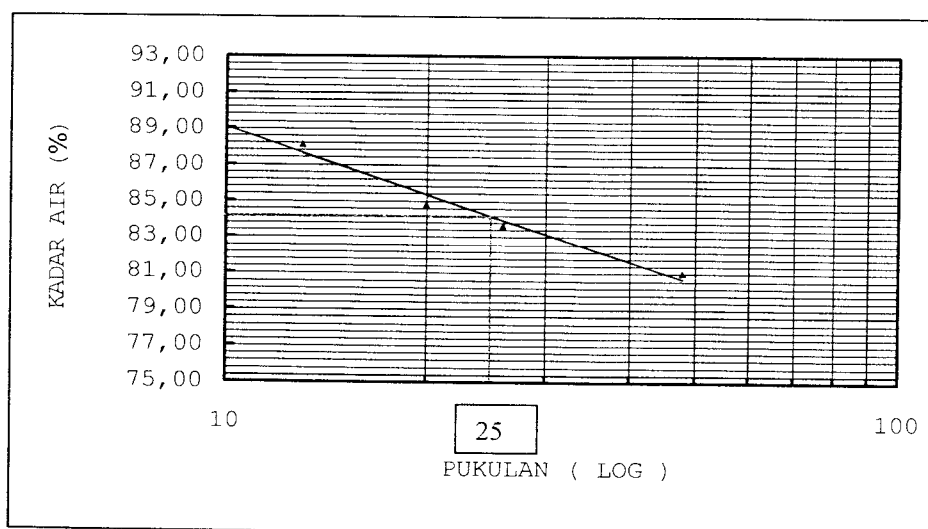
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sifat konsistensi tanah berbutir halus pada kadar air yang bervariasi. Pengujian batas konsistensi yang dilakukan meliputi : Pengujian batas cair dan batas plastis.

1. Batas cair (*liquid limit*)

Maksud dari pengujian ini adalah untuk menentukan batas cair tanah. Batas cair tanah adalah kadar air tanah pada keadaan batas cair dan plastis. Hasil dari perhitungan batas cair sampel tanah Jombor ditunjukkan pada pada Tabel 5.4 yang kemudian akan diposisikan dalam Grafik pada Gambar 5.5 di bawah ini.

Tabel 5.4 Hasil pengujian batas cair

No	Pengujian	1	2	3	4
1	Kadar air	88,11	84,81	83,63	81,02
2	Pukulan	13	20	26	48



Gambar 5.5 Grafik batas cair

Batas cair didapat dengan menarik garis vertikal pada 25 ketukan sehingga memotong kurva garis lurus, kemudian dari titik tersebut ditarik garis horizontal sehingga memotong sumbu ordinat. Titik potong pada sumbu ordinat merupakan kadar air pada batas cair sampel tanah tersebut. Berdasarkan grafik batas cair pada gambar 5.5 diatas didapatkan nilai batas cair sampel tanah dari Jombor sebesar 84,15%

2. Batas plastis (*plastic limit*)

Maksud dari pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air pada kondisi batas plastis. Batas plastis adalah kadar air minimum suatu sampel tanah dalam keadaan plastis. Berdasarkan hasil pengujian batas plastis diatas, sampel Jombor mempunyai batas plastis 38,51%. Dengan didapatnya nilai batas cair dan batas plastis maka akan didapatkan nilai indeks plastisitas tanah dengan persamaan berikut :

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots(5.4)$$

Dari perhitungan didapat nilai indeks plastisitas rata-rata sampel tanah Jombor sebesar 45,63%.

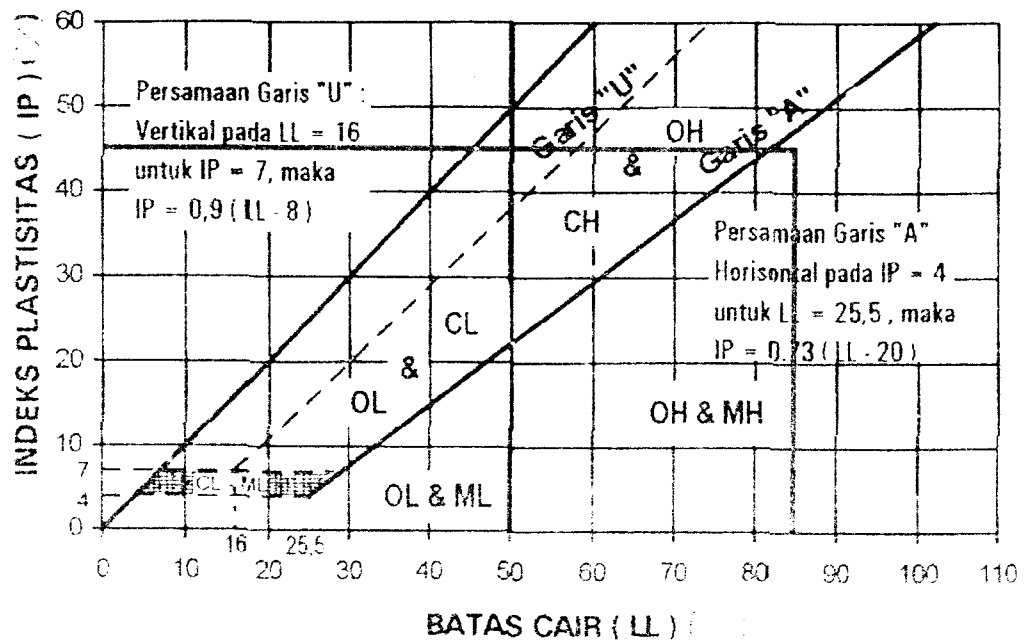
Hasil pengujian sifat-sifat mekanis sampel tanah Jombor, Klaten, Jawa Tengah dapat dilihat pada Tabel 5.5 di bawah ini.

Tabel 5.5 Nilai hasil uji sifat-sifat mekanis tanah Jombor

No.	Jenis pengujian	Hasil
1	Kadar air (w), tanah asli disturb (%)	37,50
2	Berat jenis (Gs)	2,55
3	Batas cair (LL) (%)	84,15
4	Batas plastis (PL) (%)	35,47
5	Indeks plastisitas (IP) (%)	45,63

Untuk mengklasifikasikan sampel tanah Jombor ke dalam sistem klasifikasi Unified dapat dilakukan dengan memplotkan hasil uji batas cair yang

telah didapatkan dalam Tabel 5.5 diatas yaitu untuk batas cair (LL) sebesar 84,15% dan indeks plastisitas (IP) sebesar 45,63% kedalam grafik plastisitas yang digunakan sebagai dasar untuk mengklasifikasikan jenis tanah. Adapun hasil dari grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.6 dibawah ini.



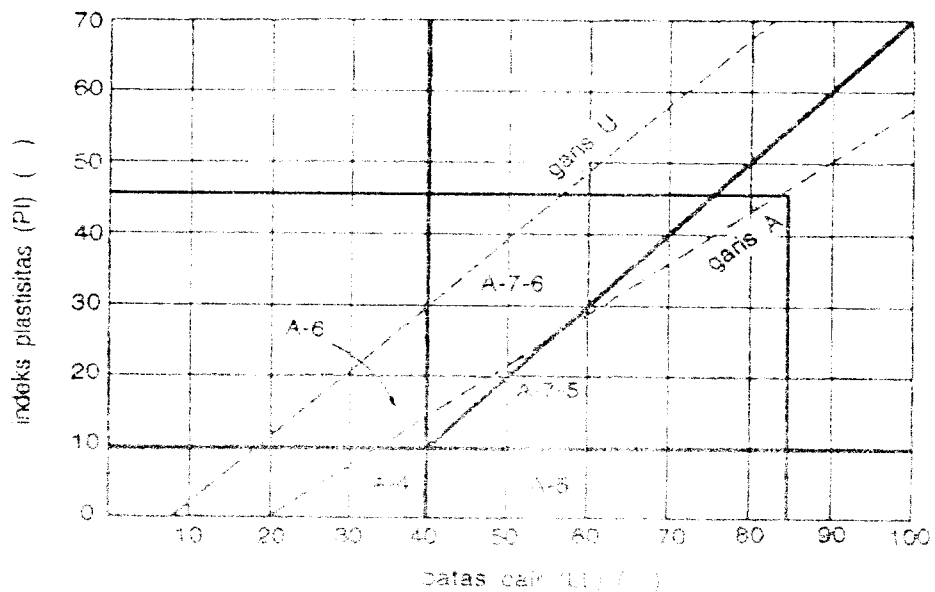
Gambar 5.6 Grafik plastisitas sistem klasifikasi USCS

Dengan melihat hasil grafik plastisitas diatas maka didapatkan bahwa sampel tanah dari Jombor termasuk golongan MH yaitu tanah Lanau Anorganik elastis.

Selanjutnya untuk dapat mengklasifikasikan sampel tanah Jombor kedalam klasifikasi AASHTO adalah dengan berdasarkan hasil uji analisa distribusi butiran serta hasil uji batas-batas Atterberg yaitu sebagai berikut :

- Tanah lolos saringan No. 200 = 97,11%,
- Batas cair (LL) = 84,15%,
- Indek plastisitas (IP) = 45,63%.

Dari hasil-hasil pengujian tersebut kemudian akan diplotkan kedalam grafik plastisitas yang merupakan grafik yang menunjukkan batas-batas antara batas cair (LL) dan indeks plastisitas. Adapun hasil dari grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.7 dibawah ini.



Gambar 5.7 Grafik plastisitas sistem klasifikasi AASHTO

Dengan melihat hasil grafik plastisitas diatas maka didapatkan bahwa sampel tanah dari Jombor termasuk kelompok tanah A-7 yaitu tanah berlempung, sedangkan berdasarkan nilai batas plastisitasnya kelompok A-7 dibagi atas A-7-5 dan A-7-6 yaitu :

Untuk $PL > 30$, klasifikasinya A-7-5.

Untuk $PL < 30$, klasifikasinya A-7-6.

Sampel tanah Jombor mempunyai batas plastis (PL) sebesar 38,51%, sehingga tanah akan dikelompokkan lagi kedalam kelompok A-7-5.

Untuk dapat mengetahui indeks kelompoknya dapat dihitung dengan rumus :

$$GI = (97,1 - 35)[0,2 + 0,005 (84,15 - 40)] + 0,01 (97,1 - 15) (45,63 - 10) = 55.$$

Dengan demikian tanah Jombor diklasifikasikan lebih lanjut lagi kedalam kelompok tanah berlempung A-7-5(55).

5.4 UJI KEPADATAN TANAH (UJI PROKTOR STANDAR)

Uji kepadatan tanah dilakukan dengan uji Proctor Standar. Adapun volume cetakan silinder sebesar $947,67 \text{ cm}^3$. Diameter cetakan sebesar 10,2 mm. Berat penumbuk sebesar 2,47 kg dan tinggi jatuh sebesar 304,8 mm. Untuk setiap percobaan, berat volume basah (γ) dari tanah basah yang dipadatkan tersebut dapat dihitung dengan persamaan 5.5 berikut ini.

$$\gamma_b = \frac{W}{V(m)} \dots\dots\dots(5.5)$$

Dengan :

W = berat tanah yang dipadatkan dalam cetakan.

$V(m)$ = volume cetakan (cm^3).

Pada setiap percobaan besarnya kadar air dalam tanah yang dipadatkan dapat ditentukan di laboratorium. Bila kadar air diketahui, maka berat volume kering (γ_d) dari tanah tersebut dapat dihitung dengan persamaan 5.6 berikut :

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + \frac{w(\%)}{100}} \dots\dots\dots(5.6)$$

Dengan :

$w(\%)$ = persentase kadar air.

Harga γ_d dari persamaan 5.6 tersebut dapat digambarkan terhadap kadar air dengan γ_d sebagai absis dan kadar air sebagai ordinat. Dengan demikian titik puncak dari grafik merupakan kadar air optimum dan berat volume kering maksimum. Hasil dari pengujian kadar air sampel dari Jombor ditunjukkan pada Tabel 5.6 yang kemudian hasilnya diposisikan pada grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.8 dibawah ini.

Tabel 5.6 Hasil uji proctor standar

No. Pengujian	1	2	3	4	5
Volume silinder (cm ³)	947,87	947,87	947,87	947,87	947,87
Berat tanah basah (gr)	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar air mula-mula (%)	11,36	11,36	11,36	11,36	11,36
Penambahan air (%)	10	13,75	17,5	21,25	26,25
Penambahan Air (ml)	200	275	350	425	525
Berat silinder + tanah padat (gr)	3250	3296	3403	3463	3470
Berat tanah padat (gr)	1383	1429	1536	1596	1603
Berat volume tanah (gr/cm ³)	1,459	1,508	1,620	1,684	1,691
Kadar air rata-rata (%)	21,35	23,40	27,49	34,04	38,17
Berat volume tanah kering	1,202	1,222	1,271	1,256	1,224

Perhitungan berat volume tanah basah :

$$\gamma_b = \frac{W}{V(m)}$$

$$\gamma_b = \frac{1383 \text{ gr}}{947,87 \text{ m}^3}$$

$$= 1,45 \text{ gr/cm}^3$$

Perhitungan berat volume kering :

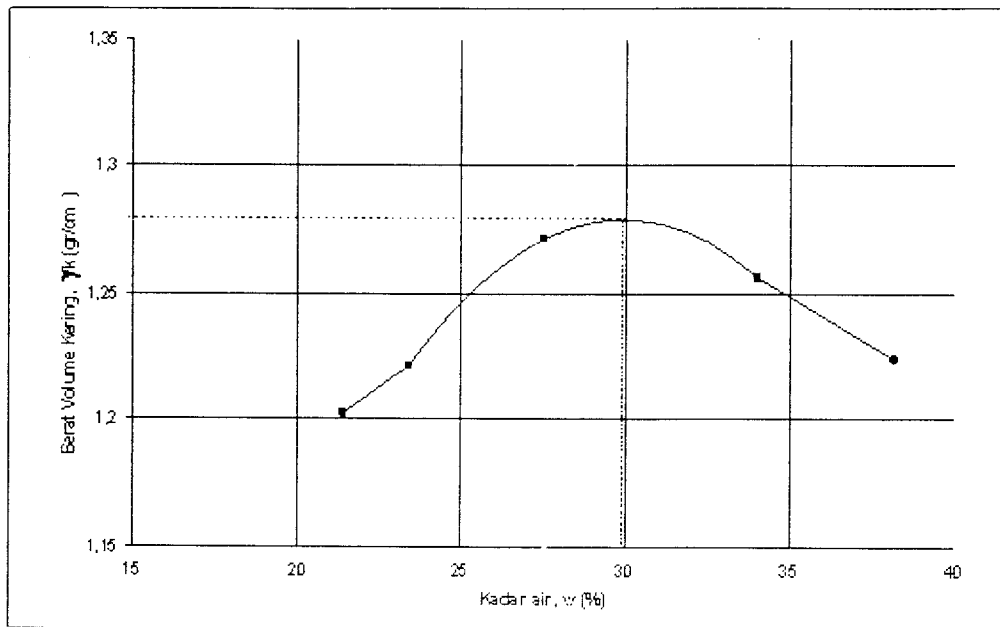
$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + \frac{w(\%)}{100}}$$

$$\gamma_d = \frac{1,459}{1 + 0,2135}$$

$$= 1,20 \text{ gr/cm}^3$$

Kurva hubungan antara kadar air (w) dan berat volume tanah kering (γ_d) dibuat dengan kadar air (w) sebagai *absis* sedangkan berat volume kering (γ_d) sebagai *ordinat*. Puncak kurva merupakan nilai (γ_d) maksimum, kemudian dari

titik puncak kurva ditarik garis vertikal memotong *absis*, pada titik ini adalah merupakan kadar air optimumnya. Kurva hasil pengujian kepadatan tanah dapat dilihat pada Gambar 5.8 dibawah ini.



Gambar 5.8 Hasil uji kepadatan tanah

Gambar 5.8 diatas menunjukkan hasil uji proctor standar/kepadatan tanah dengan nilai berat volume kering maksimum $1,27899 \text{ gr/cm}^3$ dan kadar air optimum sebesar 29,92%. Dengan demikian tanah akan mengalami kepadatan maksimum pada penambahan air sebesar 29,92%.

5.5 UJI KONSOLIDASI

Sampel yang digunakan untuk uji konsolidasi ini adalah tanah asli terganggu tanpa lapis geotekstil dan sampel tanah asli terganggu dengan menggunakan 1 lapis geotekstil sebagai bahan perkuatan dengan berat volume kering maksimum dan kadar air yang optimum. Uji konsolidasi dilakukan untuk menentukan tinggi efektif angka pori (e), mendapatkan indek kompresi (C_c), koefisien konsolidasi (C_v) dan waktu yang diperlukan suatu lapisan tanah hingga penurunan 90% selesai.

5.5.1 Uji Konsolidasi Tanah Asli

Pengujian konsolidasi untuk sampel benda uji tanah asli pada pengujian pertama (sampel tanah asli 1)

Data-data sebelum pengujian :

Berat jenis tanah (G_s)	(G_s)	= 2,55
Berat ring	(W_0)	= 117,58
Diameter ring	(d)	= 7,5 cm
Tinggi ring		= 2 cm
Luas ring	(A_0)	= 44,1786 cm ²
Volume ring	(V_0)	= 88,3573 cm ³
Kadar air tanah	(w)	= 29,92%

Parameter sebelum pengujian :

$$\begin{aligned}
 \text{Berat ring + tanah basah } (W_1) &= 264,38 \text{ gr} \\
 \text{Berat tanah basah } (W_b) &= W_1 - W_0 \\
 &= 264,38 - 117,58 \\
 &= 146,80 \text{ gr} \\
 \text{Berat volume tanah basah } (\gamma_b) &= \frac{W_b}{V} \\
 &= \frac{146,80}{88,3573} \\
 &= 1,6614 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat tanah kering (Wk)} &= \frac{Wb}{1 + W} \\
 &= \frac{146.80}{1 + 0.2992} \\
 &= 112,9926 \text{ gr} \\
 \\
 \text{Berat volume tanah kering } (\gamma_d) &= \frac{Wk}{V} \\
 &= \frac{112,9926}{88,3573} \\
 &= 1,2788 \text{ gr/cm}^3 \\
 \\
 \text{Tinggi bagian padat (Ht)} &= \frac{Wk}{G_s \cdot A_v} \\
 &= \frac{112,9926}{2,55 \cdot 44,1786} \\
 &= 1,0029 \text{ cm} \\
 \\
 \text{Angka pori } (e_0) &= \frac{H_c - Ht}{Ht} \\
 &= \frac{2,00 - 1,0029}{1,0029} \\
 &= 0,9942 \\
 \\
 \text{Derajat kejenuhan } (Sr) &= \left(\frac{W_w \cdot G_s}{e_0} \right) \times 100 \% \\
 &= \left(\frac{0,2992 \cdot 2,55}{0,9942} \right) \times 100 \% \\
 &= 76,7410 \%
 \end{aligned}$$

Untuk lebih jelasnya hasil dari perhitungan parameter tanah sebelum pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.7 berikut ini.

Tabel 5.7 Nilai parameter tanah sebelum pengujian

Berat ring + tanah basah (W1)	264,38 gr
Berat volume tanah basah (γ_b)	1,6614 gr/cm ³
Berat volume tanah kering (γ_d)	1,2788 gr/cm ³
Tinggi bagian padat (Ht)	1,0029 cm
Angka pori (e_0)	0,9942 %
Derajat kejenuhan (Sr)	76,7410 %

1. Pengujian konsolidasi dengan beban 0.25 kg/cm²

Perhitungan untuk beban 0,25 kg/cm²

Pembacaan beban 0,00 kg/cm². (H_1) = 0,000 mm

Pembacaan beban 0,25 kg/cm². (H_2) = -0.0190 mm

Tinggi bagian padat (Ht) = 1.0029 cm

Analisis :

$$\begin{aligned} \text{Perubahan tebal} \quad (\Delta H) &= H_2 - H_1 \\ &= -0.0190 - (0.0000) \\ &= -0.002 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perubahan angka pori} \quad (\Delta e_1) &= \frac{\Delta H}{H_t} \\ &= \frac{-0.002}{1.0029} \\ &= -0.002 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Angka pori} \quad (e_0) &= \frac{H_0 - H_t}{H_t} \\ &= \frac{2,0 - 1.0029}{1,0029} \\ &= 0,994 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tebal akhir} \quad (H) &= H_0 - \Delta H \\
 &= 2.0 - (-0.002) \\
 &= 2.002 \text{ cm} \\
 \text{Tebal rata-rata} \quad (d) &= \left(\frac{H_0 + H}{2} \right) \\
 &= \left(\frac{2.0 + 2.002}{2} \right) \\
 &= 2.001 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

2. Pengujian konsolidasi untuk beban 0.25 kg/cm^2 dan beban 0.50 kg/cm^2
 Perhitungan untuk beban 0.25 kg/cm^2 dan beban 0.50 kg/cm^2

Pembacaan beban 0.25 kg/cm^2 , $(H_1) = -0.0190 \text{ mm}$

Pembacaan beban 0.50 kg/cm^2 , $(H_2) = 0.0770 \text{ mm}$

$H_1 = 2.002 \text{ cm}$ (tebal akhir beban 0.00 kg/cm^2 dan 0.25 kg/cm^2)

$H_t = 1.0029 \text{ cm}$

$e_0 = 0.994$

$\Delta e_1 = -0.002$

Analisis :

$$\begin{aligned}
 \text{Perubahan tebal} \quad (\Delta H) &= H_2 - H_1 \\
 &= 0.0770 - (-0.0190) \\
 &= 0.0096 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Perubahan angka pori} \quad (\Delta e_2) &= \frac{\Delta H}{H_t} \\
 &= \frac{0.0096}{1.0029}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0.010 \\
 \text{Angka pori} \quad (e_1) &= e_0 - \Delta e_1 \\
 &= 0.994 - (-0.002) \\
 &= 0.996
 \end{aligned}$$

1
2
1
2
4
6
9
12

$$\begin{aligned}
 \text{Indeks kompresi} \quad (Cc) &= \frac{\Delta e_2}{\log\left(\frac{P_2}{P_1}\right)} \\
 &= \frac{0,010}{\log\left(\frac{0,50}{0,25}\right)} \\
 &= 0 \\
 \text{Tebal akhir} \quad (H) &= H_1 - \Delta H \\
 &= 2,002 - 0,0096 \\
 &= 1,992 \text{ cm} \\
 \text{Tebal rata-rata} \quad (d) &= \left(\frac{H_1 + H}{2}\right) \\
 &= \left(\frac{2,002 + 1,992}{2}\right) \\
 &= 1,997 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

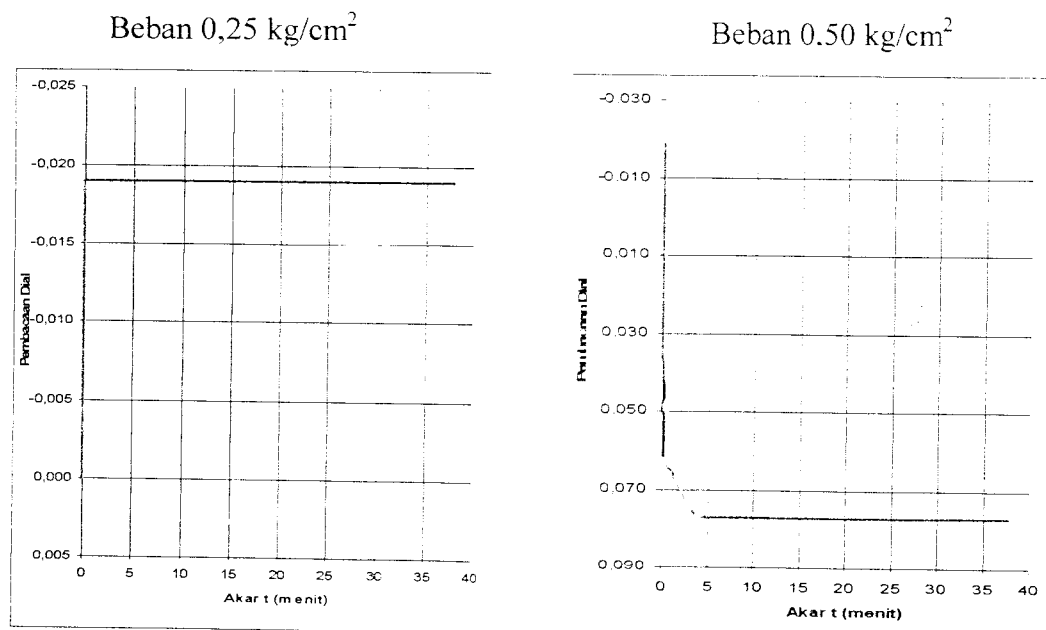
Pembacaan dial pembebanan dan akar waktu penurunan untuk beban 0,25 kg/cm² dan beban 0,50 kg/cm² dapat dilihat pada Tabel 5.8 dan pada Gambar 5.9 dibawah ini.

Tabel 5.8 Pembacaan dial untuk beban 0,25 kg/cm² dan 0,50 kg/cm²

Waktu pembacaan		Pembacaan dial	
t	√t	0,25 kg/cm ²	0,50 kg/cm ²
0	0	0,000	-0,019
5,40"	0,3	-0,019	0,031
15,00"	0,5	-0,019	0,045
29,40"	0,6	-0,019	0,049
1,00"	1,7	-0,019	0,051
2,25"	1,0	-0,019	0,056
4,00"	1,7	-0,019	0,059
6,25"	2,5	-0,019	0,063
9,00"	3,0	-0,019	0,065
12,25"	3,6	-0,019	0,067

Lanjutan Tabel 5.8

16,00"	4,4	-0,019	0,069
25,00"	5,0	-0,019	0,072
36,00"	6,1	-0,019	0,075
49,00"	7,0	-0,019	0,077
64,00"	8,0	-0,019	0,077
81,00"	9,6	-0,019	0,077
100,00"	9,7	-0,019	0,077
121,00"	10,5	-0,019	0,077
144,00"	12,0	-0,019	0,077
225,00"	15,0	-0,019	0,077
400,00"	20,0	-0,019	0,077
1440,00"	37,9	-0,019	0,077



Gambar 5.9 Grafik hubungan antara penurunan dan akar waktu beban 0,25 kg/cm² dan 0.50 kg/cm²

Akar waktu ($\sqrt{t_{90}}$) yang dihasilkan dari pembacaan grafik untuk beban 0,25 kg/cm² adalah 0 menit, sehingga $t_{90} = 0^2 \cdot 60 = 0$ detik. Tebal rata-rata (d) yang

digunakan adalah tebal rata-rata (d) pada pembebanan 0,00 kg/cm² dan 0,25 kg/cm² yaitu 2,001 cm.

$$\begin{aligned} C_v &= \frac{0,848 \cdot (d/2)^2}{t_{90}} \\ &= \frac{0,848 \cdot 1,0005^2}{0} \\ &= 0 \text{ cm}^2/\text{detik.} \end{aligned}$$

Akar waktu ($\sqrt{t_{90}}$) untuk pembebanan 0,50 kg/cm² adalah 4,250 menit, sehingga $t_{90} = 4,25^2 \cdot 60 = 1083,75$ detik. Tebal rata-rata (d) yang digunakan adalah tebal rata-rata (d) pada pembebanan 0,25 kg/cm² dan 0,50 kg/cm² yaitu 1,997 cm.

$$\begin{aligned} C_v &= \frac{0,848 \cdot (d/2)^2}{t_{90}} \\ &= \frac{0,848 \cdot 0,9985^2}{1083,75} \\ &= 0,00078 \text{ cm}^2/\text{detik.} \end{aligned}$$

3. Pengujian konsolidasi untuk beban 0,50 kg/cm² dan beban 1,00 kg/cm²

Perhitungan untuk beban 0,50 kg/cm² dan beban 1,00 kg/cm²

Pembacaan beban 0,50 kg/cm², (H₁) = 0,0770 mm

Pembacaan beban 1,00 kg/cm², (H₂) = 0,8090 mm

H₂ = 1,992 cm (tebal akhir beban 0,25 kg/cm² dan 0,50 kg/cm²)

H_t = 1,0029 cm

e₁ = 0,996

Δe₂ = 0,010

Analisis :

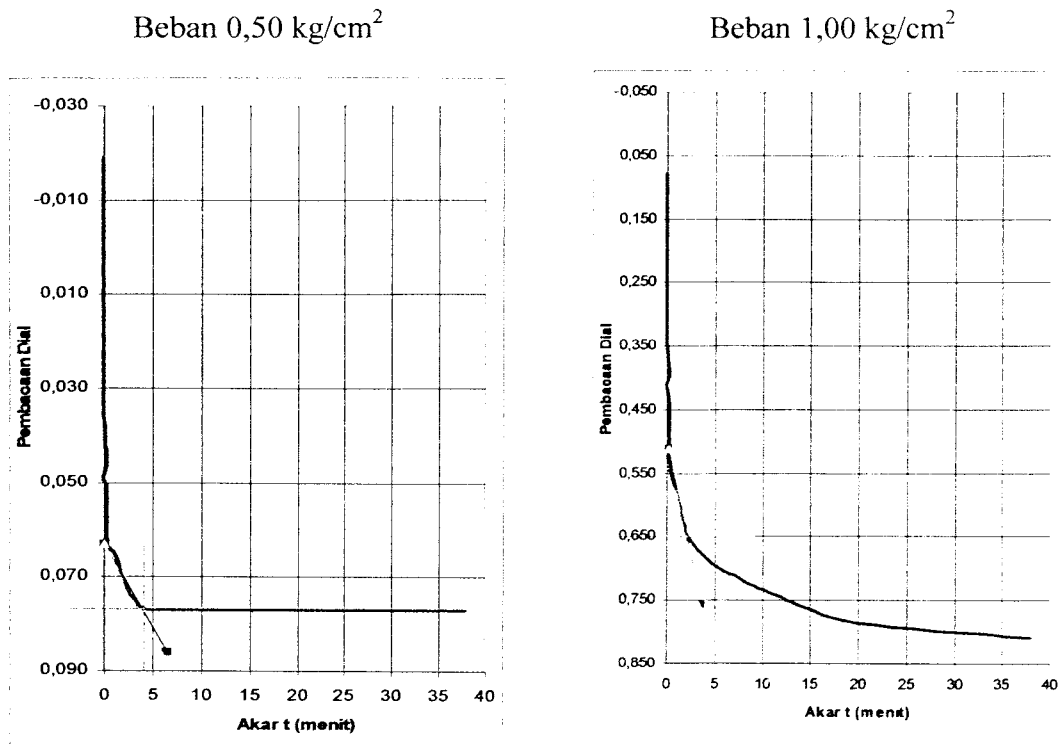
$$\begin{aligned} \text{Perubahan tebal} \quad (\Delta H) &= H_2 - H_1 \\ &= 0,8090 - (0,0770) \\ &= 0,732 \text{ mm} \\ &= 0,0732 \text{ cm} \end{aligned}$$

Perubahan angka pori	$(\Delta e_3) = \frac{\Delta H}{H_t}$ $= \frac{0.0732}{1.0029}$ $= 0.0729$
Angka pori	$(e_2) = e_1 - \Delta e_2$ $= 0.996 - 0.010$ $= 0.986$
Indeks kompresi	$(C_c) = \frac{\Delta e_3}{\log\left(\frac{P_2}{P_1}\right)}$ $= \frac{0.0732}{\log\left(\frac{1.00}{0.50}\right)}$ $= 0.243$
Tebal akhir	$(H) = H_2 - \Delta H$ $= 1.992 - 0.0732$ $= 1.919 \text{ cm}$
Tebal rata-rata	$(d) = \left(\frac{H_2 + H}{2}\right)$ $= \left(\frac{1.992 + 1.919}{2}\right)$ $= 1.955 \text{ cm}$

Pembacaan dial pembebanan dan akar waktu penurunan untuk beban 0,50 kg/cm² dan beban 1,00 kg/cm² dapat dilihat pada Tabel 5.9 dan pada Gambar 5.10 berikut ini.

Tabel 5.9 Pembacaan dial untuk beban 0,50 kg/cm² dan beban 1,00 kg/cm²

Waktu pembacaan		Pembacaan dial	
t	\sqrt{t}	0,5 kg/cm ²	1,00 kg/cm ²
0	0	-0,019	0,077
5,40"	0,3	0,031	0,018
15,00"	0,5	0,045	0,06
29,40"	0,6	0,049	0,188
1,00"	0,7	0,051	0,222
2,25"	1,0	0,056	0,27
4,00"	1,7	0,059	0,294
6,25"	2,5	0,063	0,318
9,00"	3,0	0,065	0,34
12,25"	3,6	0,067	0,354
16,00"	4,4	0,069	0,365
25,00"	5,0	0,072	0,393
36,00"	6,1	0,075	0,412
49,00"	7,0	0,077	0,427
64,00"	8,0	0,077	0,438
81,00"	9,6	0,077	0,458
100,00"	9,7	0,077	0,462
121,00"	10,5	0,077	0,471
144,00"	12,0	0,077	0,479
225,00"	15,0	0,077	0,497
400,00"	20,0	0,077	0,523
1440,00"	37,9	0,077	0,549



Gambar 5.10 Grafik hubungan antara penurunan dan akar waktu beban 0,50 kg/cm² dan beban 1,00 kg/cm²

Akar waktu ($\sqrt{t_{90}}$) yang dihasilkan dari pembacaan grafik untuk beban 0,50 kg/cm² adalah 4,25 menit sehingga $t_{90} = 4,25^2 \cdot 60 = 1083,75$ detik. Tebal rata-rata (d) yang digunakan adalah tebal rata-rata pada pembebanan 0,25 kg/cm² dan beban 0,50 kg/cm² yaitu 1,997 cm.

$$\begin{aligned} C_v &= \frac{0,848 \cdot (d/2)^2}{t_{90}} \\ &= \frac{0,848 \cdot 0,9985^2}{1083,75} \\ &= 0,00078 \text{ cm}^2/\text{detik}. \end{aligned}$$

Akar waktu untuk ($\sqrt{t_{90}}$) untuk pembebanan 1,00 kg/cm² adalah 2,220 menit, sehingga $t_{90} = 2,220^2 \cdot 60 = 295,704$ detik. Tebal rata-rata (d) yang digunakan adalah tebal rata-rata (d) pada pembebanan 0,50 kg/cm² dan 1,00 kg/cm² yaitu 1,9557 cm.

$$\begin{aligned}
 C_v &= \frac{0,848 \cdot (d/2)^2}{t_{90}} \\
 &= \frac{0,848 \cdot 0,977^2}{295,704} \\
 &= 0,00274 \text{ cm}^2/\text{detik}.
 \end{aligned}$$

Selanjutnya dihitung untuk pembebanan 2,00; 4,00; 8,00; 16,00 kg/cm² dan beban rebound 4,00 dan 1,00 kg/cm² dengan cara yang sama seperti diatas. Nilai Cc, Cv dan $\sqrt{t_{90}}$ dapat dilihat pada Tabel 5.10 dibawah ini.

Tabel 5.10 Hasil nilai Cc, Cv dan $\sqrt{t_{90}}$ tanah asli I

Beban (kg/cm ²)	Cc	$\sqrt{t_{90}}$ (menit)	Cv (cm ² /detik)
0.25	0,032	0,000	0
0.5	0,242	4,250	0,000780201
1	0,486	2,220	0,002742099
2	0,457	1,520	0,005210066
4	0,369	4,840	0,000437625
8	0,298	14,110	0,000044
16	0,058	7,480	0,000137925

Data dan parameter setelah pengujian :

Pembacaan beban rebound 4,00 kg/cm², (H₁) = 5,32 mm

Pembacaan beban rebound 1,00 kg/cm², (H₂) = 5,124 mm

Berat cincin + tanah basah (W₂) = 269,90 gr

Berat cincin + tanah kering (W₃) = 254,84 gr

Analisis :

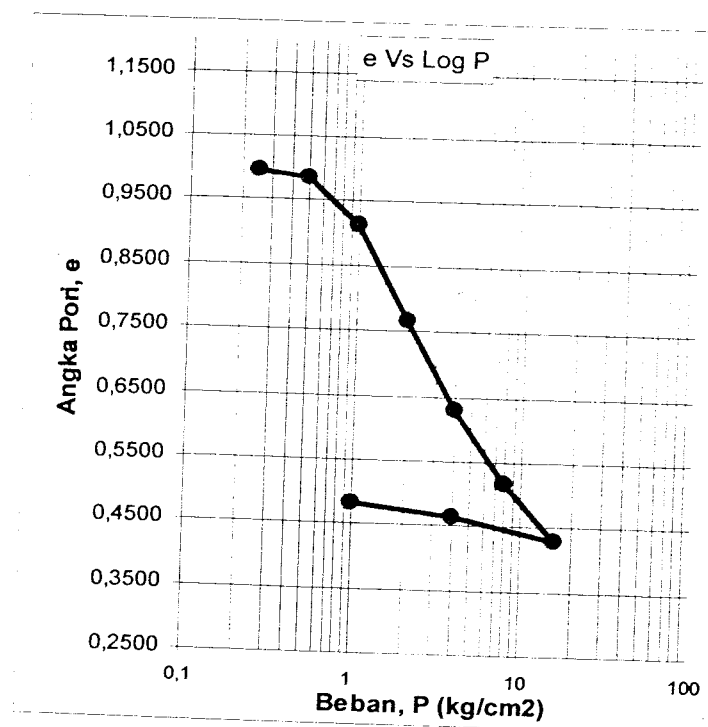
$$\begin{aligned}
 \text{Berat tanah kering (Wk)} &= W_3 - W_0 \\
 &= 245,84 - 117,58 \\
 &= 128,26 \text{ gr} \\
 \\
 \text{Kadar air (w}_r\text{)} &= \frac{W_2 - W_3}{Wk} \\
 &= \frac{269,90 - 245,84}{128,26} \\
 &= 18,758 \% \\
 \\
 \text{Perubahan tebal } (\Delta H) &= H_2 - H_1 \\
 &= 5,124 - 5,32 \\
 &= -1,196 \text{ mm} \\
 &= -0,0196 \text{ cm} \\
 \\
 \text{Perubahan angka pori } (\Delta e_r) &= \frac{\Delta H}{Ht} \\
 &= \frac{-0,0196}{1,0029} \\
 &= -0,0195 \\
 \\
 \text{Angka pori (e}_{sp}\text{)} &= e_{r1} - \Delta e_r \\
 &= 0,463 - (-0,0195) \\
 &= 0,4825 \\
 \\
 \text{Derajat kejenuhan (S}_r\text{)} &= \left(\frac{w_r \cdot G_s}{e_{sp}} \right) \times 100 \% \\
 &= \left(\frac{0,1875 \cdot 2,55}{0,4825} \right) \times 100 \% \\
 &= 99,09 \%.
 \end{aligned}$$

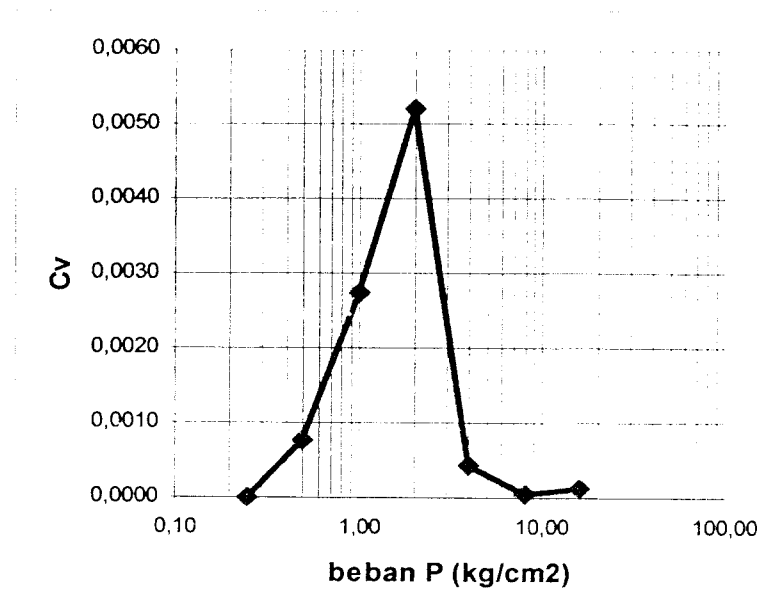
Hasil pengujian parameter tanah sesudah pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.11 berikut ini.

Tabel 5.11 Hasil parameter tanah sesudah pengujian

Berat ring + tanah basah, W_2 (gr)	269,90
Berat ring + tanah kering, W_3 (gr)	245,84
Kadar air, (w) (%)	18,75877
Angka pori, (e) (%)	0,48311
Derajat kejenuhan, (Sr) (%)	99,01448

Grafik hubungan tegangan efektif dan angka pori dapat dilihat pada Gambar 5.11 dan grafik hubungan pembebanan dan koefisien konsolidasi dapat dilihat pada Gambar 5.12 berikut ini.

**Gambar 5.11** Grafik hubungan beban dan angka pori



Gambar 5.12 Grafik hubungan pembebanan dan koefisien konsolidasi

Angka pori untuk menghitung C_c total

$$\text{Angka pori awal } (e_0) = 0,994$$

$$\text{Angka pori akhir } (e_r) = 0,429$$

Analisis :

$$\begin{aligned}
 C_c \text{ total} &= \frac{\Delta e}{\log\left(\frac{P_2}{P_1}\right)} \\
 &= \frac{e_0 - e_r}{\log\left(\frac{P_2}{P_1}\right)} \\
 &= \frac{0,994 - 0,429}{\log\left(\frac{16}{0,25}\right)} \\
 &= 0,3128.
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan-perhitungan untuk sampel tanah asli II dan tanah asli III untuk pembebanan yang sama (beban 0,25; 0,50; 1,00; 2,00; 4,00; 8,00; 16,00 serta beban rebound 4,0; dan 1,00 kg/cm²) seperti perhitungan pada tanah sampel I diatas dapat dilihat pada Tabel 5.12 dan Tabel 5.13 dibawah ini.

Tabel 5.12 Hasil nilai Cc, Cv dan vt₉₀ tanah asli II

Beban (kg/cm ²)	Cc	vt ₉₀ (menit)	Cv (cm ² /detik)
0.25	0,035	0	0
0.5	0,242	6,19	0.0003669091
1	0,499	6,8	0.0002914250
2	0,446	8	0.0001871166
4	0,370	8	0.0001592331
8	0,296	18	0.0000270555
16	0,052	20	0.0000192037

Dari hasil nilai Cc, Cv dan vt₉₀ tanah asli sampel II diperoleh :

$$\text{Angka pori awal } (e_0) = 0,994$$

$$\text{Angka pori akhir } (e_r) = 0,425$$

Sehingga

$$\begin{aligned} Cc \text{ total} &= \frac{\Delta_e}{\log\left(\frac{P_2}{P_1}\right)} \\ &= \frac{e_0 - e_r}{\log\left(\frac{P_2}{P_1}\right)} \end{aligned}$$

$$= \frac{0,994 - 0,425}{\log\left(\frac{16}{0,25}\right)}$$

$$= 0,3150$$

Tabel 5.13 Hasil nilai C_c , C_v dan $\sqrt{t_{90}}$ tanah asli III

Beban (kg/cm ²)	C_c	$\sqrt{t_{90}}$ (menit)	C_v (cm ² /detik)
0,25	0,009	0	0
0,5	0,248	7,72	0,000237119
1	0,429	5,220	0,00049873
2	0,451	4,710	0,000550037
4	0,415	11,680	0,000077
8	0,301	14,000	0,000046
16	0,054	19,850	0,000020

Dari hasil nilai C_c , C_v dan $\sqrt{t_{90}}$ tanah asli sampel III diperoleh

$$\text{Angka pori awal } (e_0) = 0,994$$

$$\text{Angka pori akhir } (e_r) = 0,438$$

Sehingga

$$C_c \text{ total} = \frac{\Delta e}{\log\left(\frac{P_2}{P_1}\right)}$$

$$= \frac{e_0 - e_r}{\log\left(\frac{P_2}{P_1}\right)}$$

$$= \frac{0,994 - 0,438}{\log\left(\frac{16}{0,25}\right)}$$

$$= 0,3078$$

Nilai Cc total rata-rata dari ketiga sampel diatas dapat dilihat pada Tabel 5.14 dibawah ini.

Tabel 5.14 Nilai Cc total rata-rata tanah asli sampel I, II, III

Jenis sampel	Cc total	Cc rata-rata
Tanah asli I	0,3128	
Tanah asli II	0,3150	0,3118
Tanah asli III	0,3078	

Selanjutnya hasil nilai Cc, Cv dan v_{t90} dari ketiga sampel diatas akan diambil nilai rata-rata yang hasilnya akan dapat kita lihat pada Tabel 5.15 berikut ini.

Tabel 5.15 Nilai Cc, Cv dan $\sqrt{t_{90}}$ tanah asli sampel I, II, III

Beban	Sampel I			Sampel II			Sampel III			Rata-rata		
	Cc	Cv	$\sqrt{t_{90}}$	Cc	Cv	$\sqrt{t_{90}}$	Cc	Cv	$\sqrt{t_{90}}$	Cc	Cv	$\sqrt{t_{90}}$
0,25	0,032	0	0	0,032	0	0	0,009	0	0	0,02433	0	0
0,5	0,242	0,00078020	4,25	0,242	0,0003669	6,19	0,248	0,0002371	7,72	0,244	0,000461	6,05333
1	0,486	0,00274209	2,22	0,499	0,0002914	6,8	0,429	0,0004987	5,22	0,47133	0,001177	4,74667
2	0,457	0,00521006	1,52	0,446	0,0001871	8	0,451	0,0005500	4,71	0,45133	0,001982	4,74333
4	0,369	0,00043762	4,84	0,37	0,0001592	8	0,415	0,000077	11,68	0,38467	0,000224	8,17333
8	0,298	0,000044	14,11	0,296	0,0000270	18	0,301	0,000046	14	0,29833	0,000030	15,37
16	0,058	0,00013792	7,48	0,052	0,0000192	20	0,054	0,000020	19,85	0,05467	0,000059	15,7767

5.5.2 Uji Konsolidasi Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil

Pada perhitungan selanjutnya untuk sampel tanah lempung + 1 lapis geotekstil, nilai C_c , C_v dan $\sqrt{t_{90}}$ akan ditampilkan dalam bentuk tabel yang dapat dilihat pada Tabel 5.16 s/d Tabel 5.18 dibawah ini.

Tabel 5.16 Nilai C_c , C_v dan $\sqrt{t_{90}}$ tanah asli + 1 lapis geotekstil sampel I

Beban (kg/cm ²)	C_c	$\sqrt{t_{90}}$ (menit)	C_v (cm ² /detik)
0,25	0,007	0,000	0
0,5	0,204	0,000	0
1	0,426	5,860	0,000399057
2	0,510	5,790	0,000370239
4	0,382	9,840	0,000109595
8	0,317	9,780	0,000094
16	0,055	11,280	0,000062

Dari hasil nilai C_c , C_v dan $\sqrt{t_{90}}$ tanah asli + 1 lapis geotekstil sampel I diperoleh :

$$\text{Angka pori awal } (e_0) = 0,994$$

$$\text{Angka pori akhir } (e_r) = 0,441$$

Sehingga

$$\begin{aligned} C_c \text{ total} &= \frac{\Delta e}{\log\left(\frac{P_2}{P_1}\right)} \\ &= \frac{e_0 - e_r}{\log\left(\frac{P_2}{P_1}\right)} \\ &= \frac{0,994 - 0,441}{\log\left(\frac{16}{0,25}\right)} \\ &= 0,3061 \end{aligned}$$

Tabel 5.17 Nilai C_c , C_v dan $\sqrt{t_{90}}$ tanah asli + 1 lapis geotekstil sampel II

Beban (kg/cm ²)	C_c	$\sqrt{t_{90}}$ (menit)	C_v (cm ² /detik)
0,25	0,000	0,000	0
0,5	0,212	0,000	0
1	0,426	7,000	0,000279904
2	0,511	7,000	0,00025321
4	0,383	8,000	0,000165711
8	0,317	14,000	0,000046
16	0,055	19,000	0,000022

Dari hasil nilai C_c , C_v dan $\sqrt{t_{90}}$ tanah asli + 1 lapis geotekstil sampel II diperoleh :

$$\text{Angka pori awal } (e_0) = 0,994$$

$$\text{Angka pori akhir } (e_r) = 0,440$$

Sehingga

$$\begin{aligned} C_c \text{ total} &= \frac{\Delta e}{\log\left(\frac{P_2}{P_1}\right)} \\ &= \frac{e_0 - e_s}{\log\left(\frac{P_2}{P_1}\right)} \\ &= \frac{0,994 - 0,440}{\log\left(\frac{16}{0,25}\right)} \\ &= 0,306 \end{aligned}$$

Tabel 5.18 Nilai C_c , C_v dan $\sqrt{t_{90}}$ tanah asli + 1 lapis geotekstil sampel III

Beban (kg/cm ²)	C_c	$\sqrt{t_{90}}$ (menit)	C_v (cm ² /detik)
0,25	0,000	0,000	0
0,5	0,214	0,000	0
1	0,426	3,930	0,000885807
2	0,511	3,610	0,000949265
4	0,383	5,210	0,000389427
8	0,317	12,660	0,000056
16	0,055	17,880	0,000025

Dari hasil nilai C_c , C_v dan $\sqrt{t_{90}}$ tanah asli + 1 lapis geotekstil sampel III diperoleh :

$$\text{Angka pori awal } (e_0) = 0,994$$

$$\text{Angka pori akhir } (e_r) = 0,437$$

Sehingga

$$\begin{aligned} C_c \text{ total} &= \frac{\Delta e}{\log\left(\frac{P_2}{P_1}\right)} \\ &= \frac{e_0 - e_r}{\log\left(\frac{P_2}{P_1}\right)} \\ &= \frac{0,994 - 0,437}{\log\left(\frac{16}{0,25}\right)} \\ &= 0,3083 \end{aligned}$$

Nilai C_c total rata-rata dari ketiga sampel diatas dapat dilihat pada Tabel 5.19 berikut ini.

Tabel 5.19 Nilai Cc total rata-rata tanah asli + 1 lapis geotekstil sampel I, II, III

Jenis sampel	Cc total	Cc total rata-rata
Tanah asli + 1 lapis geotekstil I	0,3061	
Tanah asli + 1 lapis geotekstil II	0,306	0,3068
Tanah asli + 1 lapis geotekstil III	0,3083	

Tabel 5.20 Nilai Cc, Cv dan $\sqrt{t_{90}}$ tanah asli + 1 lapis geotekstil sampel I, II, III

Beban	Sampel I			Sampel II			Sampel III			Rata-rata		
	Cc	$\sqrt{t_{90}}$	Cv	Cc	$\sqrt{t_{90}}$	Cv	Cc	$\sqrt{t_{90}}$	Cv	Cc	$\sqrt{t_{90}}$	Cv
0,25	0,007	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00233	0	0
0,5	0,204	0	0	0,212	0	0	0,214	0	0	0,21	0	0
1	0,426	5,86	0,00039905	0,426	7	0,00027990	0,426	3,93	0,0008858	0,426	5,59667	0,000521
2	0,51	5,79	0,00037023	0,511	7	0,00025321	0,511	3,61	0,0009492	0,51067	5,46667	0,000337
4	0,382	9,84	0,00010959	0,383	8	0,00016571	0,383	5,21	0,0003894	0,38267	7,68333	0,000022
8	0,317	9,78	0,000094	0,317	14	0,000046	0,317	12,66	0,000056	0,317	12,1467	0,000165
16	0,055	11,28	0,000062	0,055	19	0,000022	0,055	17,88	0,000025	0,055	16,0533	0,000036

Menghitung Nilai Cc pada masing-masing sampel benda uji

Nilai Cc yang akan dihitung adalah nilai Cc yang terbesar disetiap pembebanan yang dilakukan pada jenis sampel tanah. Selanjutnya dari nilai tersebut akan diambil nilai rata-rata sebagai perbandingan terhadap nilai Cc rata-rata pada sampel tanah yang lain.

Untuk nilai Cc terbesar dari sampel tanah asli berikut nilai Cc terbesar rata-rata adalah seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5.21 dibawah ini.

Tabel 5.21 Nilai Cc terbesar dan Cc terbesar rata-rata tanah asli

Jenis sampel	Pada beban	Cc	Cc rata-rata
Tanah asli I	1 kg/cm ² dan 2 kg/cm ²	0,486	0,478
Tanah asli II	1 kg/cm ² dan 2 kg/cm ²	0,499	
Tanah asli III	2 kg/cm ² dan 4 kg/cm ²	0,451	

Untuk nilai Cc terbesar dari sampel tanah asli + 1 lapis geotekstil berikut nilai Cc terbesar rata-rata adalah seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5.22 dibawah ini.

Tabel 5.22 Nilai Cc terbesar dan Cc terbesar rata-rata tanah asli + 1 lapis geotekstil

Jenis sampel	Pada beban	Cc	Cc rata-rata
Tanah asli + 1 lapis geotekstil I	2 kg/cm ² dan 4 kg/cm ²	0,510	0,5106
Tanah asli + 1 lapis geotekstil II	2 kg/cm ² dan 4 kg/cm ²	0,511	
Tanah asli + 1 lapis geotekstil III	2 kg/cm ² dan 4 kg/cm ²	0,511	

5.6 UJI GESER LANGSUNG

Sampel yang digunakan untuk uji Geser langsung ini adalah tanah asli terganggu tanpa lapis geotekstil dan sampel tanah asli terganggu dengan menggunakan 1 lapis geotekstil sebagai bahan perkuatan dengan berat volume kering maksimum dan kadar air yang optimum. Uji Geser langsung dilakukan untuk mendapatkan parameter kuat geser tanah yang terdiri dari sudut gesek dalam (Φ) dan cohesi (c).

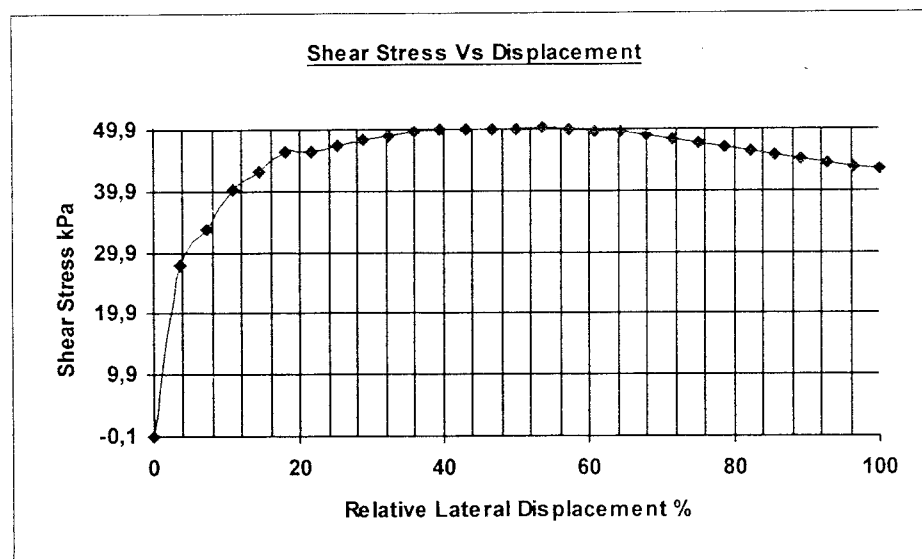
Berikut ini adalah contoh perhitungan hasil penelitian uji Geser langsung sampel tanah asli dan Tanah asli + 1 lapis geotekstil pada sampel I yang telah dilakukan ditinjau dengan cara Grafis dan Analitis.

5.6.1 Uji Geser Langsung Tanah Asli

1. Hasil uji Geser langsung secara grafis

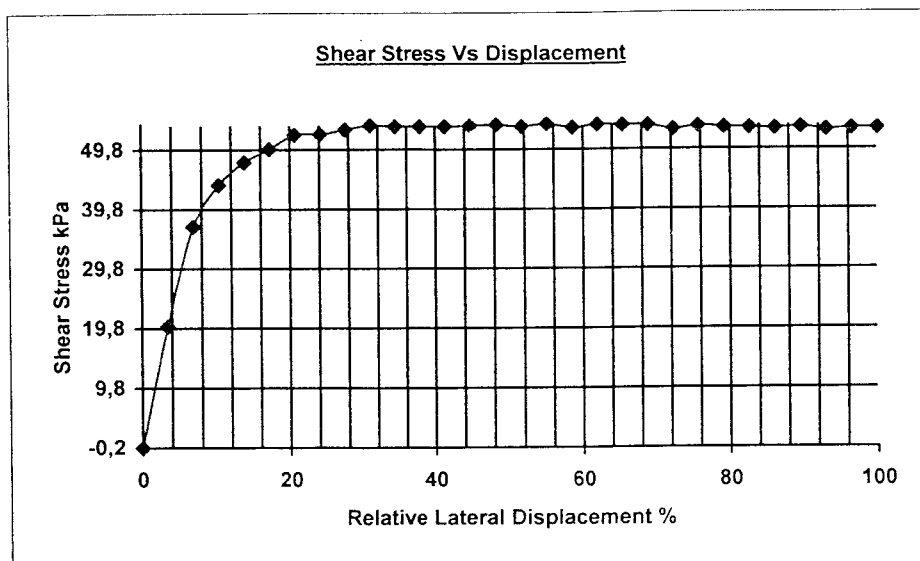
Dari hasil pengujian didapatkan data grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.13 s/d Gambar 5.15 berikut ini.

a. Tegangan geser (τ) pada beban 4 kg



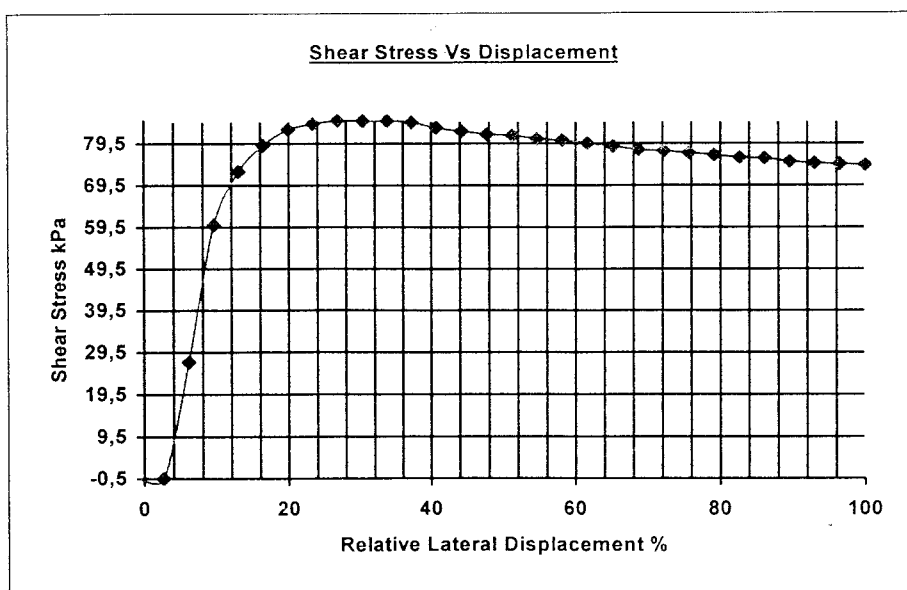
Gambar 5.13 Grafik tegangan geser pada beban 4 kg

b. Tegangan geser (τ) pada beban 8 kg



Gambar 5.14 Grafik tegangan geser pada beban 8 kg

c. Tegangan geser (τ) pada beban 16 kg

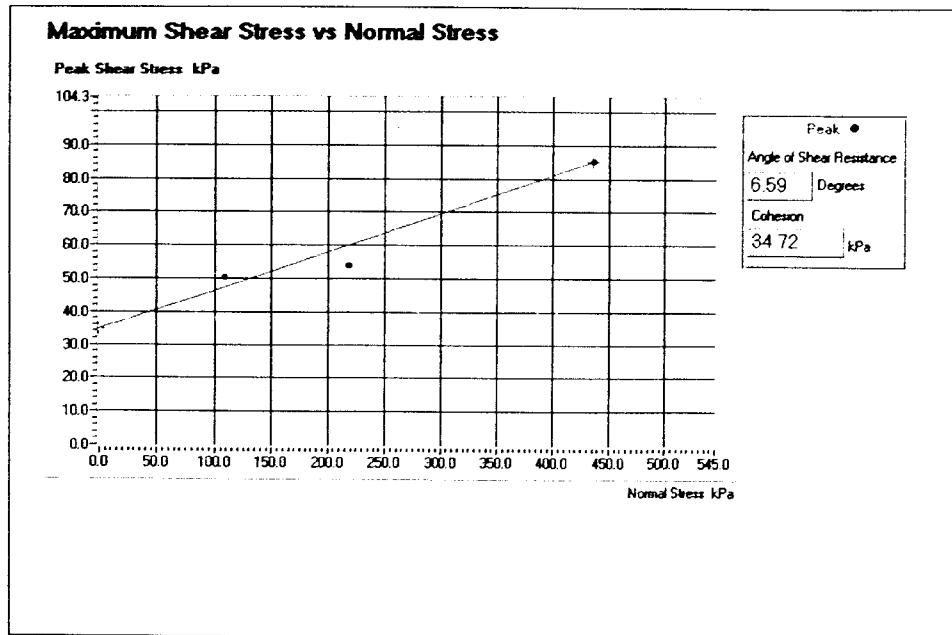


Gambar 5.15 Grafik tegangan geser pada beban 16 kg

Hasil secara lengkap hasil uji geser langsung sampel benda uji tanah asli secara grafis dapat dilihat pada Tabel 5.23 dan Gambar 5.16 dibawah ini.

Tabel 5.23 Parameter hasil uji geser langsung secara grafis

Test Summary			
Reference	A	B	C
Normal Stress	109.0 kPa	218.0 kPa	436.0 kPa
Peak Strength	50.3 kPa	54.0 kPa	85.1 kPa
Corresponding Horizontal Displacement	3.075 mm	3.260 mm	1.572 mm
Residual Stress	N/A	N/A	N/A
Rate of Shear Displacement	Stage 1: 0.4364mm/min	Stage 1: 0.4364mm/min	Stage 1: 0.4364mm/min
Final Height	19.06 mm	17.16 mm	19.99 mm
Sample Area	3600.00 mm ²	3600.00 mm ²	3600.00 mm ²
Initial Wet Unit Weight	16.27 kN/m ³	16.28 kN/m ³	16.28 kN/m ³
Initial Dry Unit Weight	12.83 kN/m ³	12.72 kN/m ³	12.59 kN/m ³
Final Wet Unit Weight	21.45 kN/m ³	22.23 kN/m ³	18.40 kN/m ³
Final Dry Unit Weight	13.47 kN/m ³	14.82 kN/m ³	12.60 kN/m ³
Final Moisture Content	59.2 %	50.0 %	46.1 %
Particle Specific Gravity	2.55	2.55	2.55
Final Void Ratio	0.8570	0.6878	0.9860
Final Saturation	176.26%	185.38%	119.26%



Gambar 5.16 Grafik kuat geser tanah asli

2. Hasil uji Geser langsung secara analitis

Dari benda uji sampel tanah asli dengan variasi beban normal masing-masing adalah 4 kg, 8 kg dan 16 kg akan dilakukan perhitungan secara analitis untuk mendapatkan harga kohesi (c) dan sudut gesek dalam (Φ) berdasarkan rumus : $\tau = c + \sigma \cdot \text{tg } \Phi$.

Harga c dan Φ diperoleh dari substitusi ketiga persamaan tegangan geser (τ) dan tegangan normal (σ_n) pada pembacaan dial maksimum pada masing-masing beban. Persamaan-persamaan tersebut adalah :

$$\tau_1 = c + \sigma_{n1} \cdot \text{tg } \Phi \dots\dots\dots(1)$$

$$\tau_2 = c + \sigma_{n2} \cdot \text{tg } \Phi \dots\dots\dots(2)$$

$$\tau_3 = c + \sigma_{n3} \cdot \text{tg } \Phi \dots\dots\dots(3)$$

Hasil perhitungan untuk sampel benda uji tanah asli berdasarkan rumus diatas dapat dilihat pada perhitungan berikut ini.

$$50,3 = c + 109,0 \cdot \operatorname{tg} \Phi = \dots\dots\dots(1)$$

$$54,0 = c + 218 \cdot \operatorname{tg} \Phi = \dots\dots\dots(2)$$

$$85,1 = c + 436,0 \cdot \operatorname{tg} \Phi = \dots\dots\dots(3)$$

$$189,4 = 3c + 736,0 \cdot \operatorname{tg} \Phi$$

$$63,13 = c + 254,33 \cdot \operatorname{tg} \Phi \dots\dots\dots(4)$$

Substitusi persamaan (1) dan (4)

$$50,3 = c + 109,0 \cdot \operatorname{tg} \Phi \dots\dots\dots(1)$$

$$63,13 = c + 254,33 \cdot \operatorname{tg} \Phi \dots\dots\dots(4)$$

$$-12,83 = 0 - 145,33 \cdot \operatorname{tg} \Phi \dots\dots\dots(5)$$

$$\operatorname{tg} \Phi = 0,088 \longrightarrow \Phi = \operatorname{arc} \operatorname{tg} 0,088$$

$$\Phi = 5,04^\circ$$

Substitusi nilai Φ dan nilai persamaan (1)

$$50,3 = c + 109,0 \cdot \operatorname{tg} \Phi \dots\dots\dots(1)$$

$$50,3 = c + 109,0 \cdot 0,088$$

$$c = 40,677 \text{ kPa.}$$

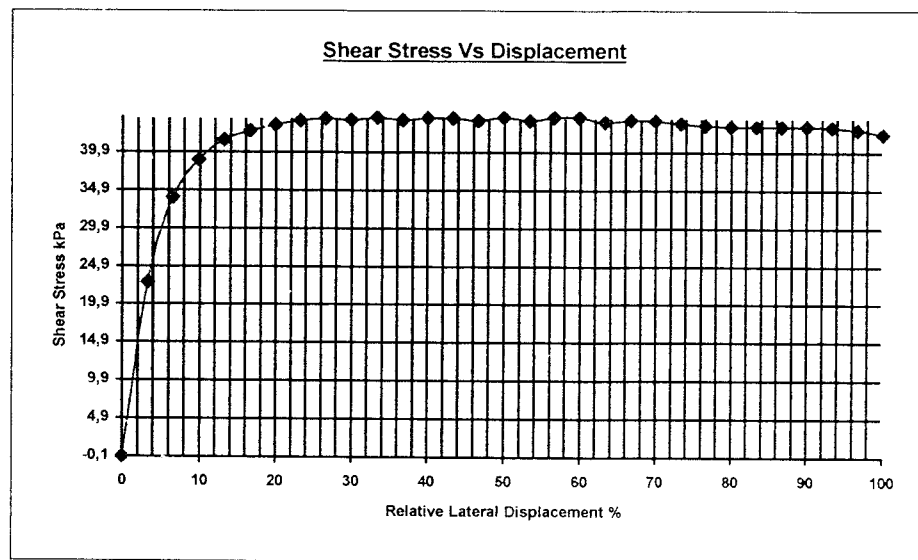
$$= 0,40677 \text{ kg/cm}^2$$

5.6.2 Uji Geser Langsung Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil

1. Hasil uji Geser langsung secara grafis

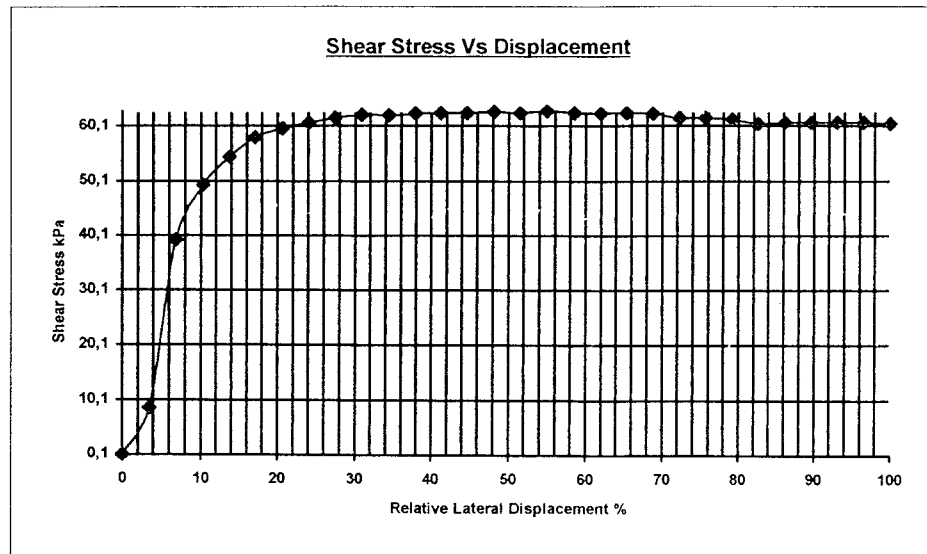
Dari hasil pengujian didapatkan data grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.17 s/d Gambar 5.19 berikut ini.

a. Tegangan geser (τ) pada beban 4 kg



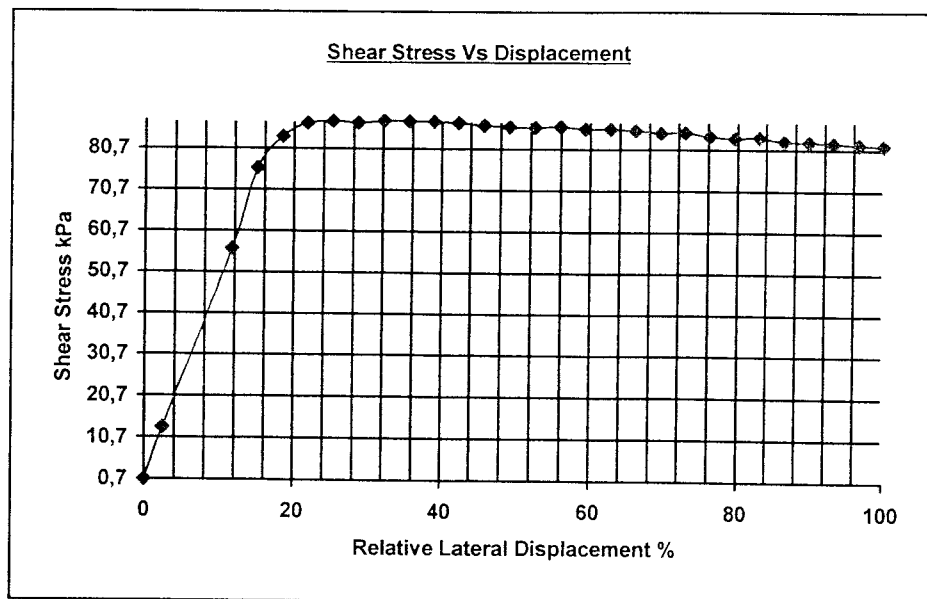
Gambar 5.17 Grafik tegangan geser pada beban 4 kg

b. Tegangan geser (τ) pada beban 8 kg



Gambar 5.18 Grafik tegangan geser pada beban 8 kg

c. Tegangan geser (τ) pada beban 16 kg

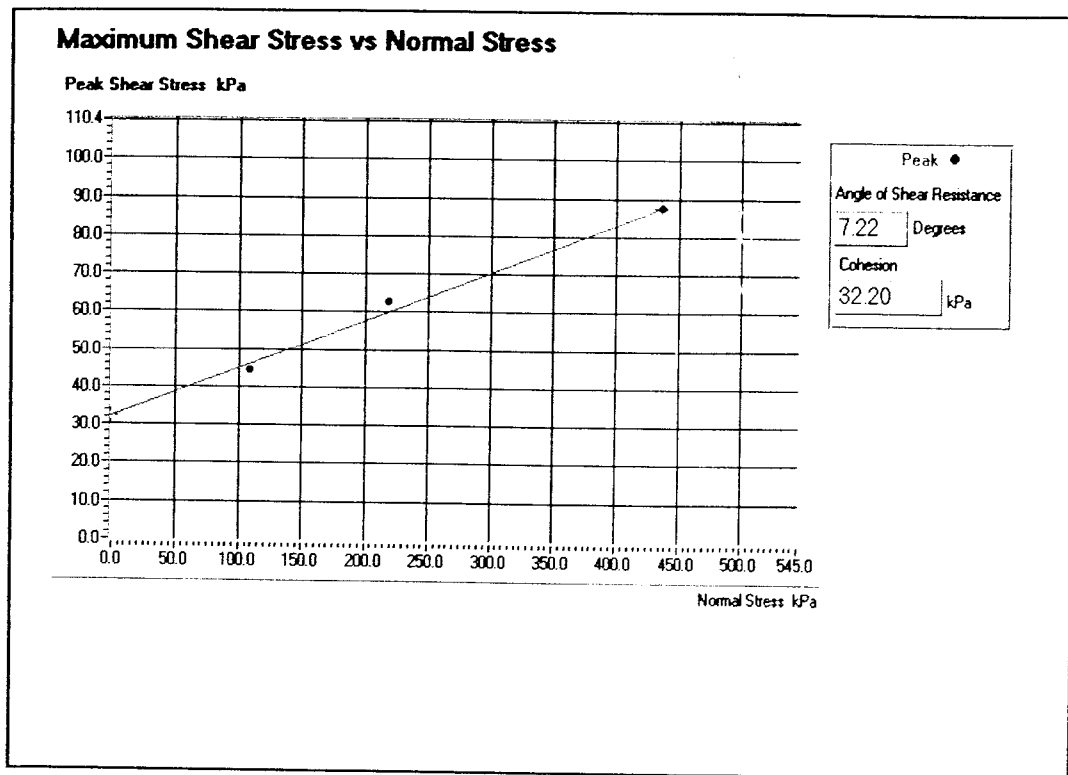


Gambar 5.19 Grafik tegangan geser pada beban 16 kg

Hasil secara lengkap uji geser langsung sampel benda uji tanah asli + 1 lapis geotekstil secara grafis dapat dilihat pada Tabel 5.24 dan Gambar 5.20 dibawah ini.

Tabel 5.24 Parameter hasil uji Geser langsung secara grafis

Test Summary			
Reference	A	B	C
Normal Stress	109.0 kPa	218.0 kPa	436.0 kPa
Peak Strength	44.5 kPa	62.8 kPa	87.4 kPa
Corresponding Horizontal Displacement	3.471 mm	3.255 mm	1.516 mm
Residual Stress	N/A	N/A	N/A
Rate of Shear Displacement	Stage 1: 0.4364mm/min	Stage 1: 0.4364mm/min	Stage 1: 0.4364mm/min
Final Height	19.28 mm	17.85 mm	17.12 mm
Sample Area	3600.00 mm ²	3600.00 mm ²	3600.00 mm ²
Initial Wet Unit Weight	16.28 kN/m ³	16.28 kN/m ³	16.28 kN/m ³
Initial Dry Unit Weight	11.75 kN/m ³	11.89 kN/m ³	11.91 kN/m ³
Final Wet Unit Weight	22.19 kN/m ³	22.90 kN/m ³	22.29 kN/m ³
Final Dry Unit Weight	12.19 kN/m ³	13.32 kN/m ³	13.92 kN/m ³
Final Moisture Content	82.0 %	71.9 %	60.2 %
Particle Specific Gravity	2.55	2.55	2.55
Final Void Ratio	10.525	0.8777	0.7976
Final Saturation	198.79%	208.84%	192.39%



Gambar 5.20 Grafik kuat geser tanah asli + 1 lapis geotekstil

2. Hasil uji Geser langsung secara analitis

Dari benda uji sampel tanah asli + 1 lapis geotekstil dengan variasi beban normal masing-masing adalah 4 kg, 8 kg dan 16 kg akan dilakukan perhitungan secara analitis untuk mendapatkan harga kohesi (c) dan sudut gesek dalam (Φ) berdasarkan rumus : $\tau = c + \sigma \cdot \text{tg } \Phi$.

Harga c dan Φ diperoleh dari substitusi ketiga persamaan tegangan geser (τ) dan tegangan normal (σ_n) pada pembacaan dial maksimum pada masing-masing beban. Persamaan-persamaan tersebut adalah :

$$\tau_1 = c + \sigma_{n1} \cdot \text{tg } \Phi \dots\dots\dots(1)$$

$$\tau_2 = c + \sigma_{n2} \cdot \text{tg } \Phi \dots\dots\dots(2)$$

$$\tau_3 = c + \sigma_{n3} \cdot \text{tg } \Phi \dots\dots\dots(3)$$

Hasil perhitungan untuk sampel benda uji tanah asli berdasarkan rumus diatas dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini.

$$44,5 = c + 109,0 \cdot \operatorname{tg} \Phi \dots\dots\dots(1)$$

$$62,8 = c + 218,0 \cdot \operatorname{tg} \Phi \dots\dots\dots(2)$$

$$87,4 = c + 436,0 \cdot \operatorname{tg} \Phi \dots\dots\dots(3)$$

$$194,7 = 3 + 763 \cdot \operatorname{tg} \Phi$$

$$64,9 = c + 254,33 \cdot \operatorname{tg} \Phi \dots\dots\dots(4)$$

Substitusi persamaan (1) dan (4)

$$44,5 = c + 109,0 \cdot \operatorname{tg} \Phi \dots\dots\dots(1)$$

$$64,9 = c + 254,33 \cdot \operatorname{tg} \Phi \dots\dots\dots(4)$$

$$-20,4 = 0 - 145,33 \cdot \operatorname{tg} \Phi \dots\dots\dots(5)$$

$$\operatorname{tg} \Phi = 0,1403 \longrightarrow \Phi = \operatorname{arc} \operatorname{tg} 0,1403$$

$$\Phi = 7,9864^\circ$$

Substitusi nilai ϕ dan persamaan (1)

$$44,5 = c + 109,0 \cdot \operatorname{tg} \Phi \dots\dots\dots(1)$$

$$44,4 = c + 109,0 \cdot 0,1403$$

$$c = 29,2073 \text{ kPa.}$$

$$= 0,292073 \text{ kg/cm}^2$$

Pada percobaan selanjutnya untuk mendapatkan nilai parameter kuat geser tanah c dan Φ pada sampel 2 secara grafis dan analitis juga dilakukan perhitungan seperti diatas. Selanjutnya dibuat tabel hasil pengujian geser langsung untuk sampel tanah asli dan tanah asli + 1 lapis geotekstil yang dapat dilihat pada Tabel 5.25 berikut ini.

Tabel 5.25 Hasil uji geser langsung sampel tanah asli dan tanah asli + 1 lapis geotekstil

Jenis sampel	Beban (kPa)	σ_n (kPa)	τ (kPa)	Sudut gesek dalam (Φ)		Cohesi (c)	
				grafis	analitis	grafis	analitis
Tanah asli I	4	109	50,3				
	8	218	54	6,59	5,04	34,72	40,7
	16	436	85,1				
Selisih				1,55		5,98	
Tanah Asli II	4	109	48,2				
	8	218	58,5	6,75	6,56	34,30	36,21
	16	436	88,1				
Selisih				0,19		1,91	
Tanah asli + 1 lapis Geotekstil I	4	109	44,5				
	8	218	62,8	7,22	7,98	32,2	29,2
	16	436	87,4				
Selisih				0,76		3	
Tanah asli + 1 lapis geotekstil II	4	109	39,5				
	8	218	63,3	7,05	9,60	32,15	21,06
	16	436	84,9				
Selisih				2,55		11,09	

5.7 UJI CBR LABORATORIUM

Sampel yang digunakan untuk uji Geser Langsung adalah tanah asli terganggu dan tanah asli terganggu dengan menggunakan 1 lapis geotekstil sebagai bahan perkuatan dengan berat volume kering maksimum dan kadar air yang optimum. Uji CBR dilakukan untuk mengetahui tingkat kekerasan material perkerasan jalan raya dimana pengujian CBR yang dilakukan adalah di laboratorium.

Dengan grafik yang telah dibuat, harga CBR akan dihitung dengan cara membagi masing-masing beban dengan beban standar CBR pada penetrasi 0,1” dengan beban standar 70,31 kg (1000 psi), penetrasi 0,2 dengan beban standar 105,47 kg (1500 psi) dan dikalikan dengan 100%.

Nilai CBR yang digunakan adalah nilai CBR untuk penetrasi 0,1". Apabila dalam pemeriksaan didapatkan nilai CBR untuk penetrasi 0,2" adalah lebih besar dari penetrasi 0,1" maka percobaan tersebut harus diulang dan jika pada percobaan ulang ternyata nilai CBR penetrasi 0,2" masih lebih besar dari nilai CBR penetrasi 0,1" maka yang digunakan adalah nilai CBR pada penetrasi 0,2".

5.7.1 Uji CBR Tanah Asli

Dari pengujian yang dilakukan didapatkan hasil pemeriksaan nilai CBR untuk tanah asli (sampel I) adalah sebagai berikut :

Data sebelum pengujian

Data cetakan :

Berat jenis tanah	= 2,55
Berat cetakan	= 4180 gr
Diameter	= 15,2 cm
Tinggi	= 17,8 cm
Volume (V)	= 3228,321 cm ³
Angka kalibrasi	= 32,26

Data alat penumbuk :

Diameter	= 5,005 cm
Tinggi jatuh	= 30,48 cm
Berat	= 2,505 gr
Jumlah lapis	= 3
Jumlah tumbukan tiap lapis	= 56

Data parameter tanah :

Berat tanah + cetakan	= 7906 gr
Berat tanah (W)	= 3726 gr
Berat volume tanah basah, γ_b	= $\frac{W}{V}$
	= $\frac{3726}{3228,321}$

$$= 1,15 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Berat volume tanah kering, } \gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + w}$$

$$= \frac{1,15}{1 + 0,2992}$$

$$= 0,88 \text{ gr/cm}^3.$$

Untuk lebih jelasnya perhitungan parameter tanah sebelum pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.26 dibawah ini.

Tabel 5.26 Hasil parameter tanah sebelum pengujian

Berat tanah + cetakan	7906	gr
Berat tanah, (W)	3726	gr
Berat volume tanah basah, (γ_b)	1,15	gr/cm ³
Berat tanah kering, (γ_d)	0,88	gr/cm ³

Saat pengujian :

Pemeriksaan untuk penetrasi 0,013 dan 0,025 inc

Pembacaan dial :

- Penetrasi 0,013 :

$$\begin{aligned} \text{Beban (kg)} &= \text{Pembacaan dial} \times \text{kalibrasi} \\ &= 5 \times 32,26 \\ &= 73,17 \text{ kg} \end{aligned}$$

Penetrasi 0,013 :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Beban (kg)}}{3} \\ &= \frac{73,17}{3} \\ &= 24,39 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Penetrasi 0,025 :

$$\begin{aligned} \text{Beban (kg)} &= \text{Pembacaan dial} \times \text{kalibrasi} \\ &= 8 \times 32.26 \\ &= 117,1 \text{ kg} \end{aligned}$$

Penetrasi 0,025 :

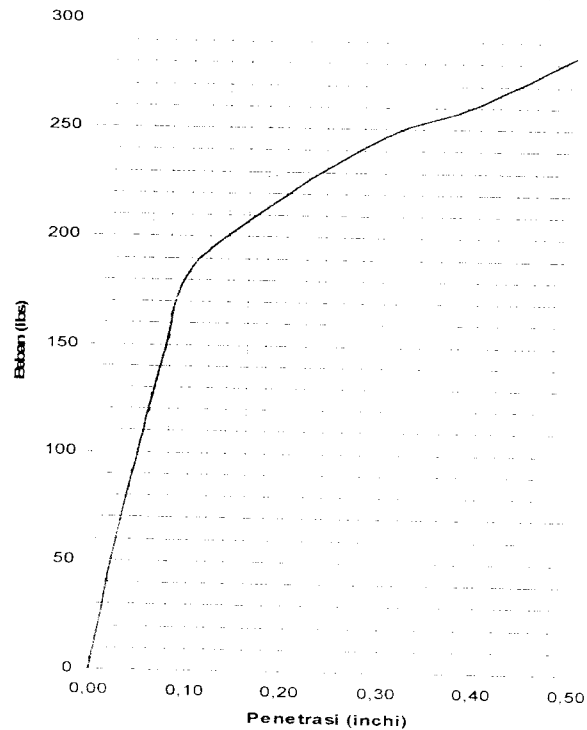
$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Beban (kg)}}{3} \\ &= \frac{117,1}{3} \\ &= 39,03 \text{ kg} \end{aligned}$$

Selanjutnya dihitung untuk penetrasi 0.050 inc; 0.075 inc; 0.100 inc; 0.150 inc; 0.200 inc; 0.300 inc; 0.400 inc; dan 0.500 inc yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.27 dibawah ini.

Tabel 5.27 hasil pemeriksaan nilai penetrasi uji CBR tanah asli sampel I

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Dial	Beban (kg)	Penetrasi (kg) Beban/3	Tekanan dikoreksi (%)
0	0,000	0	0	0	
1/4	0,013	5	73,17	24,39	
1/2	0,025	8	117,1	39,03	
1	0,050	10	146,3	48,76	
1 1/2	0,075	10,5	153,6	51,2	
2	0,100	10,8	158	52,66	52,66
3	0,150	14,5	212,2	70,73	
4	0,200	16	234,1	78,03	78,03
6	0,300	18	263,4	87,8	
8	0,400	19,1	279,5	93,16	
10	0,500	20,7	302,9	100,96	

Berdasarkan data dari hasil pemeriksaan nilai penetrasi uji CBR pada tanah asli sampel II akan diperoleh grafik seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5.21 berikut ini.



Gambar 5.21 Grafik hubungan beban dan penetrasi uji CBR

Nilai CBR :

$$\begin{aligned}
 \text{a. Penetrasi } 0,1'' &= \frac{\text{tekanan dikoreksi}}{1000} \times 100 \% \\
 &= \frac{52,66}{1000} \times 100 \% \\
 &= 5,26 \%
 \end{aligned}$$

$$\text{b. Penetrasi } 0,2'' = \frac{\text{tekanan dikoreksi}}{1500} \times 100\%$$

$$= \frac{78,03}{1500} \times 100\%$$

$$= 5,20 \%$$

Dari hasil penetrasi CBR terkoreksi didapatkan hasil :

- Penetrasi 0,1'' : 5,26%
- Penetrasi 0,2'' : 5,20%

Setelah pengujian

Data kadar air tanah :

Kadar air tanah rata-rata (w_{rt}) setelah pengujian : 29,94%.

Pada percobaan selanjutnya untuk mendapatkan nilai penetrasi 0,1'' dan 0,2'' pada sampel II secara analitis juga dilakukan perhitungan seperti contoh diatas. Selanjutnya dibuat tabel hasil pengujian CBR yang dapat dilihat pada Tabel 5.28 dibawah ini.

Tabel 5.28 Hasil nilai penetrasi uji CBR tanah asli sampel I, II

Percobaan	Jenis sampel	Penetrasi	
		0,1'' (%)	0,2'' (%)
1	Tanah asli I	5,26	5,20
2	Tanah asli II	5,12	5,04
Rata-rata		5,19	5,12

Dari hasil perhitungan diatas maka nilai CBR sampel tanah asli yang akan digunakan adalah nilai CBR yang terbesar yaitu pada penetrasi 0,1'' dengan nilai 5,19 %.

5.7.2 Uji CBR Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil

Dari pengujian yang dilakukan didapatkan hasil pemeriksaan nilai CBR untuk tanah asli + 1 lapis geotekstil (sampel I) adalah sebagai berikut :

Data sebelum pengujian

Data cetakan :

Berat jenis tanah	= 2,55
Berat cetakan	= 4180 gr
Diameter	= 15,2 cm
Tinggi	= 17,8 cm
Volume (V)	= 3228,321 cm ³
Angka kalibrasi	= 32,26

Data alat penumbuk :

Diameter	= 5,005 cm
Tinggi jatuh	= 30,48 cm
Berat	= 2,505 gr
Jumlah lapis	= 3
Jumlah tumbukan tiap lapis	= 56

Data Berat volume tanah :

Berat tanah + cetakan	= 7875 gr
Berat tanah (W)	= 3695 gr

$$\begin{aligned} \text{Berat volume tanah basah, } \gamma_b &= \frac{W}{V} \\ &= \frac{3695}{3228.321} \\ &= 1,14 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat volume tanah kering, } \gamma_d &= \frac{\gamma_b}{1 + w} \\ &= \frac{1,14}{1 + 0,2992} \\ &= 0,87 \text{ gr/cm}^3. \end{aligned}$$

Untuk lebih jelasnya perhitungan parameter tanah sebelum pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.29 berikut ini.

Tabel 5.29 Hasil parameter tanah sebelum pengujian

Berat + cetakan	7875	gr
Berat tanah (W)	3695	gr
Berat volume tanah basah (γ_b)	1.14	gr/cm ³
Berat volume tanah kering (γ_d)	0.87	gr/cm ³

Saat pengujian :

Pemeriksaan untuk penetrasi 0,013 dan 0,025 inc.

Pembacaan dial

- Penetrasi 0,013 :

$$\begin{aligned} \text{Beban (kg)} &= \text{Pembacaan dial} \times \text{kalibrasi} \\ &= 2,4 \times 32,26 \\ &= 35,12 \text{ kg} \end{aligned}$$

Penetrasi 0,013 :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Beban (kg)}}{3} \\ &= \frac{35,12}{3} \\ &= 11,70 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Penetrasi 0,025 :

$$\begin{aligned} \text{Beban (kg)} &= \text{Pembacaan dial} \times \text{kalibrasi} \\ &= 6,5 \times 32,26 \\ &= 95,12 \text{ kg} \end{aligned}$$

Penetrasi 0,025 :

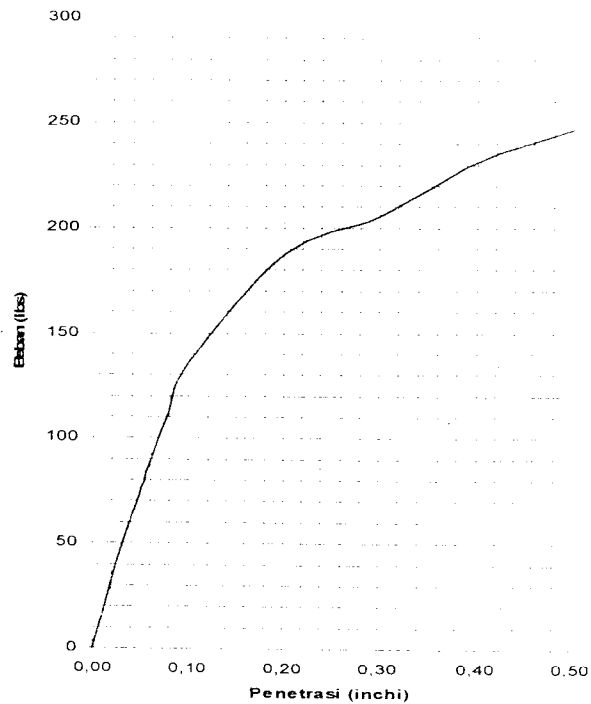
$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Beban (kg)}}{3} \\
 &= \frac{95,12}{3} \\
 &= 31,70 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya dihitung untuk penetrasi 0,050 inc; 0,075 inc; 0,100 inc; 0,150 inc; 0,200 inc; 0,300 inc; 0,400 inc; dan 0,500 inc yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.30 dibawah ini.

Tabel 5.30 Hasil pemeriksaan nilai penetrasi uji CBR tanah asli + 1 lapis geotekstil sampel I

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Dial	Beban (kg)	Penetrasi (kg) Beban/3	Tekanan dikoreksi (%)
0	0	0	0	0	
1/4	0.013	2,4	35,12	11,70	
1/2	0.025	6,5	95,12	31,70	
1	0.05	9,5	139	46,33	
1 1/2	0.075	11,2	163,9	54,63	
2	0.1	12,8	187,3	62,43	62,43
3	0.15	14,7	215,1	71,7	
4	0.2	16,3	238,5	79,5	79,5
6	0.3	19,5	283,5	94,5	
8	0.4	20,8	304,4	101,46	
10	0.5	22	321,9	107,3	

Berdasarkan data dari hasil pemeriksaan nilai penetrasi uji CBR pada tanah asli + 1 lapis geotekstil sampel I akan diperoleh grafik seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5.22 berikut ini.



Gambar 5.22 Grafik hubungan antara beban dan penetrasi uji CBR

Nilai CBR :

$$\text{a. Penetrasi } 0,1'' = \frac{\text{tekanan dikoreksi}}{1000} \times 100 \%$$

$$= \frac{62,43}{1000} \times 100 \%$$

$$= 6,24 \%$$

$$\text{b. Penetrasi } 0,2'' = \frac{\text{tekanan dikoreksi}}{1500} \times 100 \%$$

$$= \frac{79,5}{1500} \times 100 \%$$

$$= 5,3 \%$$

Dari hasil penetrasi CBR terkoreksi didapatkan hasil :

- Penetrasi 0,1" : 6,24 %
- Penetrasi 0,2" : 5,3 %

Setelah pengujian

Data kadar air tanah :

Kadar air tanah rata-rata (w_{π}) setelah pengujian : 30,82%.

Pada percobaan selanjutnya untuk mendapatkan nilai penetrasi 0,1" dan 0,2" pada sampel II secara analitis juga dilakukan perhitungan seperti diatas. Selanjutnya dibuat tabel hasil pengujian CBR yang dapat dilihat pada Tabel 5.31 dibawah ini.

Tabel 5.31 Hasil nilai penetrasi uji CBR sampel tanah asli + 1 lapis geotekstil I, II

Percobaan	Jenis sampel	Penetrasi	
		0,1" (%)	0,2" (%)
1	Tanah asli + 1 lapis geotekstil	6,24	5,3
2	Tanah asli + 1 lapis geotekstil	6,10	5,14
Rata-rata		6,17	5,22

Dari hasil perhitungan diatas maka nilai CBR sampel tanah asli + 1 lapis geotekstil yang akan digunakan adalah nilai CBR yang terbesar yaitu pada penetrasi 0,1" dengan nilai 6,17%.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan disimpulkan karakteristik dari tanah berbutir halus Jombor, Klaten, Jawa Tengah berdasarkan data-data yang diperoleh dari penelitian di laboratorium yang telah disajikan pada bab V.

Berdasarkan hasil penelitian yang menguji sifat tanah asli dan dengan penambahan variasi 1 lapis geotekstil jenis Woven Reinfox Type Hr 250 XT, maka beberapa kesimpulan dan saran akan disampaikan untuk kesinambungan dalam penelitian ini.

6.1 KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat disampaikan dari hasil penelitian adalah seperti berikut ini.

1. Dari hasil uji Konsolidasi pada sampel tanah asli diperoleh penurunan angka pori sebesar 51,40% dari angka pori sebelum pengujian sebesar 0,994 menjadi 0,483 pada akhir pengujian. Nilai C_c total adalah 0,3118, (tabel 5.14). jumlah nilai C_v total dari awal sampai akhir pembebanan adalah $0,003942 \text{ cm}^2/\text{detik}$, (tabel 5.15).
2. Dari hasil uji Konsolidasi pada sampel tanah asli + 1 lapis geotekstil diperoleh penurunan angka pori sebesar 50,30% dari angka pori sebelum pengujian sebesar 0,994 menjadi 0,494 pada akhir pengujian. Nilai C_c total adalah 0,3068. Jumlah nilai C_v total dari awal hingga akhir pembebanan adalah $0,000981 \text{ cm}^2/\text{detik}$, (tabel 5.20).
3. Dari hasil uji Geser Langsung dengan menambahkan variasi 1 lapis geotekstil berdasarkan hasil secara grafis dapat meningkatkan nilai sudut gesek dalam (Φ) sebesar 9,55% dari 6,59 menjadi 7,22, (Tabel 5.25) Berdasarkan hitungan secara analitis diperoleh peningkatan (Φ) sebesar 58,33% dari 5,04 menjadi 7,98, (Tabel 5.25). Nilai kohesi yang diperoleh

dengan menambahkan variasi 1 lapis geotekstil secara grafis adalah menurun sebesar 7,25% dari 34,72 menjadi 32,2, (Tabel 5.25). Berdasarkan hitungan secara analitis nilai cohesi juga menurun sebesar 28,25% dari 40,7 menjadi 29,2, (Tabel 5.25).

4. Dari hasil uji CBR laboratorium yang dilakukan menunjukkan bahwa dengan menambahkan variasi 1 lapis geotekstil dapat meningkatkan nilai penetrasi CBR yaitu sebesar 18,88% dari 5,19 menjadi 6,17.

6.2 SARAN

1. Bagi para peneliti selanjutnya dapat mencoba meneliti bahan-bahan lain yang dapat digunakan sebagai bahan perkuatan tanah.
2. Sebelum mengadakan penelitian sebaiknya alat-alat yang akan digunakan dicek atau dicoba terlebih dahulu apakah alat tersebut dapat bekerja secara normal ataukah tidak. Hal ini sangat disarankan mengingat banyaknya kesalahan yang disebabkan oleh karena pembuatan sampel ataupun pengaturan alat uji yang akan digunakan.
3. Penelitian tanah berbutir halus dengan penambahan lapisan geotekstil sebagai bahan perkuatan tanah dapat ditindak lanjuti dengan variasi jumlah lapisan yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph. E., 1986, SIFAT-SIFAT FISIS DAN GEOTEKNIS TANAH (MEKANIKA TANAH), Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Das, Braja. M., 1994, MEKANIKA TANAH, (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis), Jilid 2, Erlangga, Jakarta.
- Das, Braja. M., 1988, MEKANIKA TANAH, Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Dyah Puspitasari, 2002, PENGARUH PENGGUNAAN GEOTEKSTIL TERHADAP PARAMETER GESER TANAH GAMBUT, Tugas Akhir Mahasiswa S1, JTS, FTSP-UII, Yogyakarta (tidak dipublikasikan).
- Hardiyatmo, H. C., 2002, MEKANIKA TANAH I, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C., 2003, MEKANIKA TANAH II, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Hendarsin, L. Shirley, 2003, INVESTIGASI REKAYASA GEOTEKNIK UNTUK PERENCANAAN BANGUNAN TEKNIK SIPIL, Jilid 1, Politeknik Negeri Bandung.
- Rachmat Satria Putra F.B dan Monita Olivia, 1998, STUDI KOMPARASI DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN PADA TANAH LEMPUNG KASONGAN DENGAN GODEAN, Tugas Akhir Mahasiswa S1, JTS, FTSP-UII, Yogyakarta, (tidak dipublikasikan).
- Sri Awal Soepartoko dan Mardiko Agustinus, 2005, ANALISIS PARAMETER KUAT GESER TANAH LEMPUNG YANG DITAMBAH DENGAN CLEANSET CEMENT DAN SOILTAC, Tugas Akhir Mahasiswa S1, JTS FTSP-UII, Yogyakarta, (tidak dipublikasikan).
- Wesley, L. D., 1997, MEKANIKA TANAH, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- _____, 2004, PEDOMAN PRAKTIKUM MEKANIKA TANAH, Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.



UNTUK DOSEN

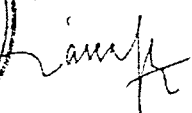
**KARTU PRESENSI KONSULTASI
 TUGAS AKHIR MAHASISWA**

PERIODE KE	: IV (Juni 06 - Nop 06)
TAHUN	: 2005 - 2006
Sampai Akhir Nopember 2006	

NO	N A M A	NO.MHS.	BID. STUDI
1.	ARWAN WICAKSONO	99 511 003	Teknik Sipil
2.	NURDIANSYAH HARAHAP	99 511 296	Teknik Sipil
JUDUL TUGAS AKHIR			
Uji Konsolidasi Tanah Berbutir Halus Dan Perilaku Gesekan Antara Tanah Dengan Geotekstil Pada Uji Geser Langsung			

Dosen Pembimbing I : Edy Purwanto, Dr, Ir, CES, DEA
 Dosen Pembimbing II : Akhmad Marzuko, Ir, MT



Jogyakarta, 13-Jul-06
 Dekan

 Tr.H. Faisol AM, MS

Catatan	:
Seminar	:
Sidang	:
Pendadaran	:

see untuk di jilid

28/07/06

562



UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

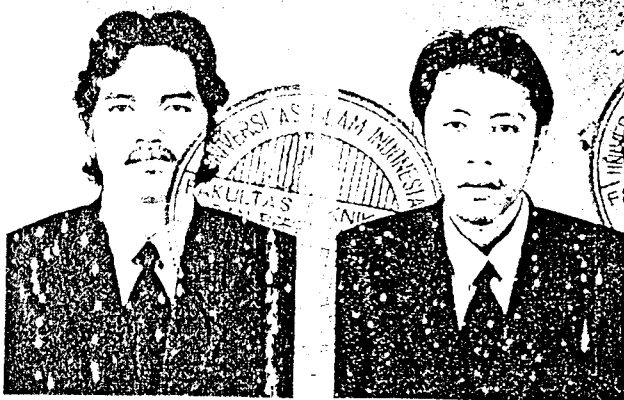
NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	ARWAN WICAKSONO	99 511 003	Teknik Sipil
2.	NURDIANSYAH HARAHAP	99 511 296	Teknik Sipil
JUDUL TUGAS AKHIR			
Uji Konsolidasi Tanah Berbutir Halus Dan Perilaku Gesekan Antara Tanah Dengan Geotekstil Pada Uji Geser Langsung			

PERIODE KE	: IV (Juni 06 - Nop 06)
TAHUN	: 2005 - 2006
Sampai Akhir Nopember 2006	

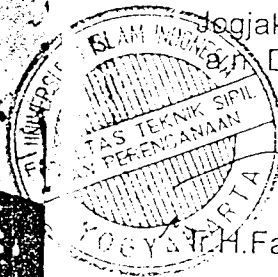
No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		JUN.	JUL.	AGT.	SEP.	OKT.	NOP
1	Pendaftaran	█					
2	Penentuan Dosen Pembimbing		█				
3	Pembuatan Proposal			█			
4	Seminar Proposal			█			
5	Konsultasi Penyusunan TA.			█	█	█	█
6	Sidang - Sidang					█	█
7	Pendadaran						█

Dosen Pembimbing I : Edy Purwanto, Dr, Ir, CES, DEA

Dosen Pembimbing II : Akhmad Marzuko, Ir, MT



Jogjakarta, 13-Jul-06
 Dekan



[Handwritten signature]

H. Faisol AM, MS

Seminar	:
Sidang	:
Pendadaran	:

LAMPIRAN

1-5

GRAIN SIZE ANALYSIS

Project : Tugas Akhir
 Test No : 1
 Depth : 1.00 meter
 Tested by : Arwan + Nurdian
 Date : 2 Agustus 2006
 Location : Jombor, Klaten, Jawa Tengah.

Soil sample = Disturbed
 Mass of soil = 60 gr
 Specific Gravity, Gs = 2,550
 $K2 = a/W \times 100 = 1,70724285$
 Hydrometer type = 152 H
 Hydr. Correction, a = 1,024
 Meniscus correction, m = 1

Sieve Analysis

Sieve No	Opening (mm)	Mass retained (gr)	Mass retained (gr)	% finer by mass $e/W \times 100\%$	Remarks
4	4,750	d1 = 0,00	e1 = 60,00	100,00	e7 = W - Sd
10	2,000	d2 = 0,00	e2 = 59,88	99,80	e6 = d7 + e7
20	0,850	d3 = 0,00	e3 = 59,68	99,47	e5 = d6 + e6
40	0,425	d4 = 0,14	e4 = 59,54	99,23	e4 = d5 + e5
60	0,250	d5 = 0,13	e5 = 59,41	99,02	e3 = d4 + e4
140	0,106	d6 = 0,39	e6 = 58,52	97,53	e2 = d3 + e3
200	0,075	d7 = 0,22	e7 = 58,29	97,15	e1 = d2 + e2
		Sd = 1,71			

Hydrometer Analysis

Time	elapsed time min. T	R1	R2	t	R' R1 + m	L	K	D (mm)	Rc= R1-R2+Cr	P K2 x R (%)
9,54										
9,56	2	44	-2,0	24	45	8,927	0,0135	0,02846336	47,3	80,75
9,59	5	38	-2,0	24	39	9,909	0,0135	0,01896649	41,3	70,51
10,24	30	32	-2,0	24	33	10,892	0,0135	0,00811778	35,3	60,27
10,54	60	28	-2,0	24	29	11,547	0,0135	0,0059102	31,3	53,44
14,04	250	21	-2,0	24	22	12,693	0,0135	0,00303569	24,3	41,49
9,54	1440	19	-2,0	24	20	13,020	0,0135	0,00128108	0,001	0,00

Remarks :

$Rc = R1 - R2 + Cr$ (Cr = Temperatur correction factors)

$R' = R1 + m$ (m correctoin for meniscus)

SOIL MECHANICS LABORATORY
 CIVIL ENGINEERING DEPARTEMENT
 ISLAMIC UNIVERSITY OF INDONESIA

Yogyakarta,
Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Edy Puwanto. CES, DEA.

GRAIN SIZE ANALYSIS

Project : Tugas Akhir
 Test No : 2
 Depth : 1.00 meter

Tested by : Arwan + Nurdian
 Date : 2 Agustus 2006
 Location : Jombor, Klaten, Jawa Tengah.

Soil sample = Disturbed
 Mass of soil = 60 gr
 Specific Gravity, G_s = 2,550
 $K_2 = a/W \times 100$ = 1,70724285

Hydrometer type = 152 H
 Hydr. Correction, a = 1,024
 Meniscus correction, m = 1

Sieve Analysis

Sieve No	Opening (mm)	Mass retained (gr)	Mass retained (gr)	% finer by mass $e/W \times 100\%$	Remarks
4	4,750	$d_1 = 0,00$	$e_1 = 60,00$	100,00	$e_7 = W - S_d$
10	2,000	$d_2 = 0,12$	$e_2 = 59,88$	99,80	$e_6 = d_7 + e_7$
20	0,850	$d_3 = 0,21$	$e_3 = 59,67$	99,45	$e_5 = d_6 + e_6$
40	0,425	$d_4 = 0,13$	$e_4 = 59,54$	99,23	$e_4 = d_5 + e_5$
60	0,250	$d_5 = 0,11$	$e_5 = 59,43$	99,05	$e_3 = d_4 + e_4$
140	0,106	$d_6 = 0,90$	$e_6 = 58,53$	97,55	$e_2 = d_3 + e_3$
200	0,075	$d_7 = 0,25$	$e_7 = 58,28$	97,13	$e_1 = d_2 + e_2$
		$S_d = 1,72$			

Hydrometer Analysis

Time	elapsed time min. T	R1	R2	t	R' $R_1 + m$	L	K	D (mm)	Rc= $R_1 - R_2 + Cr$	P $K_2 \times R$ (%)
9,54										
9,56	2	46	-2,0	24	47	8,600	0,0135	0,02793643	49,3	84,17
9,59	5	39	-2,0	24	40	9,746	0,0135	0,01880915	42,3	72,22
10,24	30	35	-2,0	24	36	10,401	0,0135	0,00793262	38,3	65,39
10,54	60	30	-2,0	24	31	11,219	0,0135	0,00582579	33,3	56,85
14,04	250	21	-2,0	24	22	12,693	0,0135	0,00303569	24,3	41,49
9,54	1440	18	-2,0	23	19	13,184	0,0135	0,00128911	0,001	0,00

Remarks :

$R_c = R_1 - R_2 + Cr$ (Cr = Temperatur correction factors)

$R' = R_1 + m$ (m correctoin for meniscus)

SOIL MECHANICS LABORATORY
 CIVIL ENGINEERING DEPARTEMENT
 ISLAMIC UNIVERSITY OF INDONESIA

Yogyakarta,
 Kepala Operasional Laboratorium

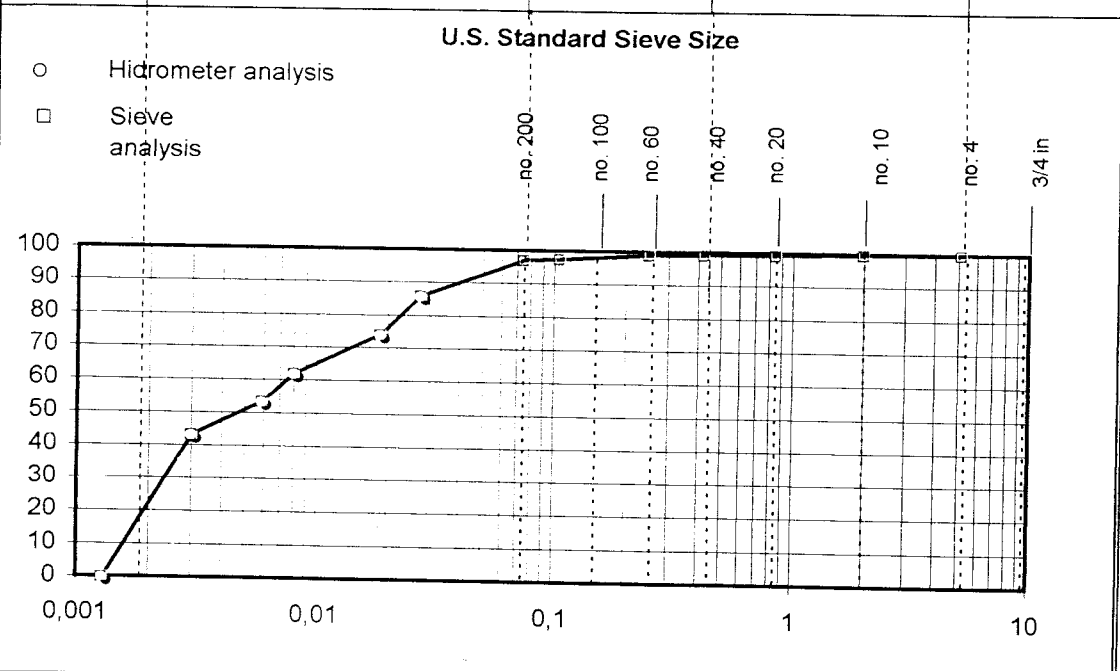
Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA.

GRAIN SIZE ANALYSIS

Project : Tugas Akhir	Tested : Arwan + Nurdian
Smple no. : 3	Date : 2 Agustus 2006
Depth : 1.00 meter	Location : Jombor, Klaten, Jawa Tengah.

Soil sample : Disturbed
 Specific Gravity : 2,55
 Discription of soil : Silty Clay and Sand

Clay	Silt	Sand		Gravel
		Fine	Coarse to medium	



Finer # 200 :	97,05 %	D10 (mm)	
		D30 (mm)	
Gravel :	0,00 %	D60 (mm)	
Sand :	2,95 %	Cu = D60/D10	
Silt :	74,88 %	Cc = D30 ² / (D10xD60)	
Clay :	22,17 %		

**SOIL MECHANICS LABORATORY
 CIVIL ENGINEERING DEPARTEMENT
 ISLAMIC UNIVERSITY OF INDONESIA**

Yogyakarta,
 Kepala Operasional Laboratorium

(Signature)

Dr. Ir. Edy Purwanto. CES, DEA.

GRAIN SIZE ANALYSIS

Project : Tugas Akhir
 Test No : 3
 Depth : 1.00 meter

Tested by : Arwan + Nurdian
 Date : 2 Agustus 2006
 Location : Jombor, Klaten, Jawa Tengah.

Soil sample = Disturbed
 Mass of soil = 60 gr
 Specific Gravity, G_s = 2,550
 $K_2 = a/W \times 100 = 1,70724285$

Hydrometer type = 152 H
 Hydr. Correction, a = 1,024
 Meniscus correction, m = 1

Sieve Analysis

Sieve No	Opening (mm)	Mass retained (gr)	Mass retained (gr)	% finer by mass $e/W \times 100\%$	Remarks
4	4,750	$d_1 = 0,00$	$e_1 = 60,00$	100,00	$e_7 = W - S_d$
10	2,000	$d_2 = 0,10$	$e_2 = 59,90$	99,83	$e_6 = d_7 + e_7$
20	0,850	$d_3 = 0,22$	$e_3 = 59,68$	99,47	$e_5 = d_6 + e_6$
40	0,425	$d_4 = 0,13$	$e_4 = 59,55$	99,25	$e_4 = d_5 + e_5$
60	0,250	$d_5 = 0,11$	$e_5 = 59,44$	99,07	$e_3 = d_4 + e_4$
140	0,106	$d_6 = 0,94$	$e_6 = 58,50$	97,50	$e_2 = d_3 + e_3$
200	0,075	$d_7 = 0,27$	$e_7 = 58,23$	97,05	$e_1 = d_2 + e_2$
		$S_d = 1,77$			

Hydrometer Analysis

Time	elapsed time min. T	R1	R2	t	R' $R_1 + m$	L	K	D (mm)	Rc = $R_1 - R_2 + Cr$	P $K_2 \times R$ (%)
9,54										
9,56	2	47	-2,0	24	48	8,436	0,0135	0,0276692	50,3	85,87
9,59	5	40	-2,0	24	41	9,582	0,0135	0,01865048	43,3	73,92
10,24	30	33	-2,0	24	34	10,728	0,0135	0,00805654	36,3	61,97
10,54	60	28	-2,0	24	29	11,547	0,0135	0,0059102	31,3	53,44
14,04	250	22	-2,0	24	23	12,529	0,0135	0,00301605	25,3	43,19
9,54	1440	17	-2,0	24	18	13,348	0,0135	0,00129709	0,001	0,00

Remarks :

$R_c = R_1 - R_2 + Cr$ (Cr = Temperatur correction factors)

$R' = R_1 + m$ (m correctoin for meniscus)

SOIL MECHANICS LABORATORY
 CIVIL ENGINEERING DEPARTEMENT
 ISLAMIC UNIVERSITY OF INDONESIA

Yogyakarta,
 Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA.



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

KADAR AIR ASLI LAPANGAN

Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan : Arwan + Nurdian

Asal sampel : Jombor, Klaten, Jawa Tengah

Tanggal : 10 Agustus 2006

No	No. Pengujian	1	2	3	4	5	6
1	Berat cawan kosong (W_1) gram	21,71	22,05	21,71	21,63	21,34	21,52
2	Berat cawan + tanah basah (W_2) gram	54,33	63,97	54,33	57,30	60,88	50,12
3	Berat cawan + tanah kering (W_3) gram	45,49	53,31	45,49	46,94	50,61	41,87
4	Berat air ($W_2 - W_3$) %	8,84	10,66	8,84	10,36	10,27	8,25
5	Berat tanah kering ($W_3 - W_1$) gram	23,78	31,26	23,78	25,31	29,27	20,35
6	Kadar air (W) $\frac{(W_2 - W_3)}{(W_3 - W_1)} \times 100 \%$	37,17	34,10	37,17	40,93	35,09	40,54
7	Kadar air rata-rata (W_r)	37,50					

Yogyakarta,
Kepala Operasional Laboratorium


Dr. Ir. Edy Parwanto. CES, DEA.



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

KADAR AIR MULA-MULA PROKTOR STANDAR

Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan : Arwan + Nurdian

Asal sampel : Jombor, Klaten, Jawa Tengah

Tanggal : 10 Agustus 2006

No	No. Pengujian	1	2	3	4	5	6
1	Berat cawan kosong (W_1) gram	21,71	22,05	21,71	21,63	21,34	21,52
2	Berat cawan + tanah basah (W_2) gram	51,22	58,97	51,25	51,20	56,87	51,11
3	Berat cawan + tanah kering (W_3) gram	48,22	55,26	48,26	48,12	53,24	48,08
4	Berat air ($W_2 - W_3$) %	3,00	3,71	2,99	3,08	3,63	3,03
5	Berat tanah kering ($W_3 - W_1$) gram	26,51	33,21	26,55	26,49	31,90	26,56
6	Kadar air (W) $\frac{(W_2 - W_3)}{(W_3 - W_1)} \times 100 \%$	11,32	11,17	11,26	11,63	11,38	11,41
7	Kadar air rata-rata (W_r)	11,36					

Yogyakarta,
Kepala Operasional Laboratorium


Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA.



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jalan Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

PENGUJIAN BERAT JENIS TANAH

Proyek : Tugas akhir

Dikerjakan : Arwan + Nurdian

Kedalaman : 1 meter

Tanggal : 16 Oktober 2006

No. Pengujian		1	2	3	4	5	6
1	Berat piknometer kosong (W ₁) gram	17,29	18,55	22,43	16,5	17,19	17,47
2	Berat piknometer + tanah kering (W ₂) gram	23,14	23,59	28,53	23,09	25,53	24,79
3	Berat piknometer + tanah + air (W ₃) gram	46,23	46,97	51,25	45,95	47,56	47,28
4	Berat piknometer + air (W ₄) gram	42,66	43,9	47,64	41,91	42,42	42,84
5	Temperatur (t°)	24	24	24	24	24	24
6	BJ pada temperatur (t°)	0,99733	0,99733	0,99733	0,99733	0,99733	0,99733
7	BJ pada temperatur (27,5°)	0,99641	0,99641	0,99641	0,99641	0,99641	0,99641
8	Berat jenis tanah G _s (t°) = $\frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)}$	2,57	2,56	2,45	2,58	2,61	2,54
9	Berat jenis tanah pada 27,5° = $G_s(t^\circ) \frac{B_j \text{ air } t^\circ}{B_j \text{ air } 27,5^\circ}$	2,57	2,56	2,45	2,59	2,61	2,54
10	Berat jenis rata-rata G _s rt	2,55					

Yogyakarta,
Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA.



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Teip. (0274) 895042, 895707, Fax (0274) 895330. Yogyakarta.

PENGUJIAN BATAS CAIR

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah

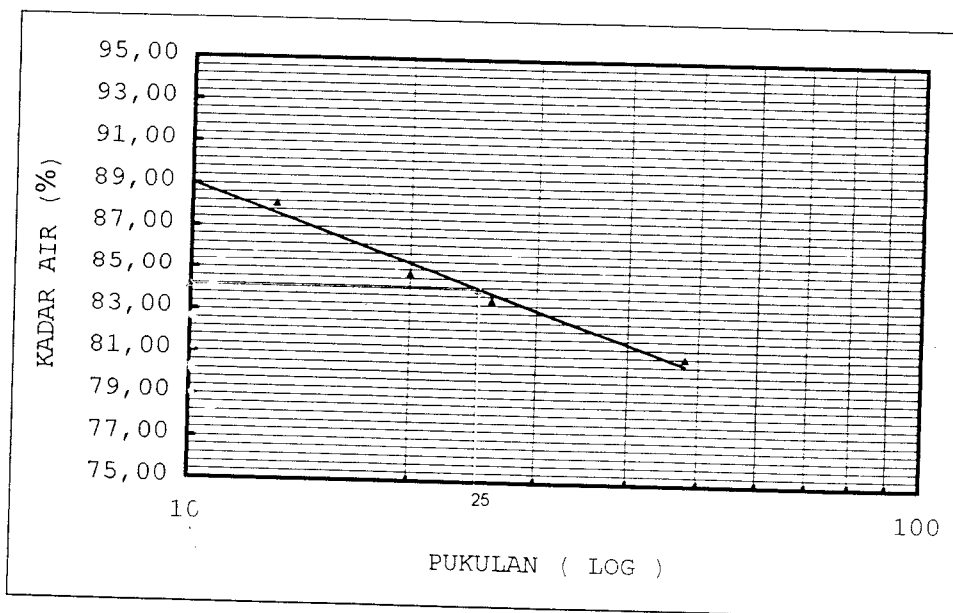
Dikerjakan : Arwan + Nurdian
 Tanggal : 16 Oktober 2006

NO	NO. PENGUJIAN	I		II		III		IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	NO CAWAN								
2	Berat cawan kosong	22,24	21,88	21,75	21,80	21,62	21,75	21,79	21,50
3	Berat cawan + tanah basah (gr)	37,66	37,16	57,29	36,71	44,03	45,91	49,18	42,35
4	Berat cawan + tanah kering (gr)	30,44	30,00	40,88	29,91	33,83	34,90	36,88	33,05
5	Berat air (3) - (4)	7,22	7,16	16,41	6,80	10,20	11,01	12,30	9,30
6	Berat tanah kering (4) - (2)	8,20	8,12	19,13	8,11	12,21	13,15	15,09	11,55
7	KADAR AIR = $\frac{(5)}{(6)} \times 100 \%$	88,05	88,18	85,78	83,85	83,54	83,73	81,51	80,52
8	KADAR AIR RATA-RATA =		88,11		84,81		83,63		81,02
9	PUKULAN		13		20		26		48

PENGUJIAN BATAS PLASTIS

NO	No. cawan		
		1	2
2	Berat cawan kosong	22,01	22,28
3	Berat cawan + tanah basah	26,57	30,89
4	Berat cawan + tanah kering	25,30	28,50
5	Berat air (3)-(4)	1,27	2,39
6	Berat tanah kering (4)-(2)	3,29	6,22
7	Kadar air = $\frac{(5)}{(6)} \times 100 \%$	38,60	38,42
8	Kadar air rata-rata =	38,51	

KESIMPULAN	
FLOW INDEX	5,275
BATAS CAIR	84,15
BATAS PLASTIS	38,51
INDEX PLASTISITAS	45,63



Yogyakarta,
 Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto CES, DEA.



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, Fax (0274) 895330. Jogjakarta.

PENGUJIAN BATAS CAIR

PROYEK : Tugas Akhir
LOKASI : Jombor, Klaten, Jawa Tengah

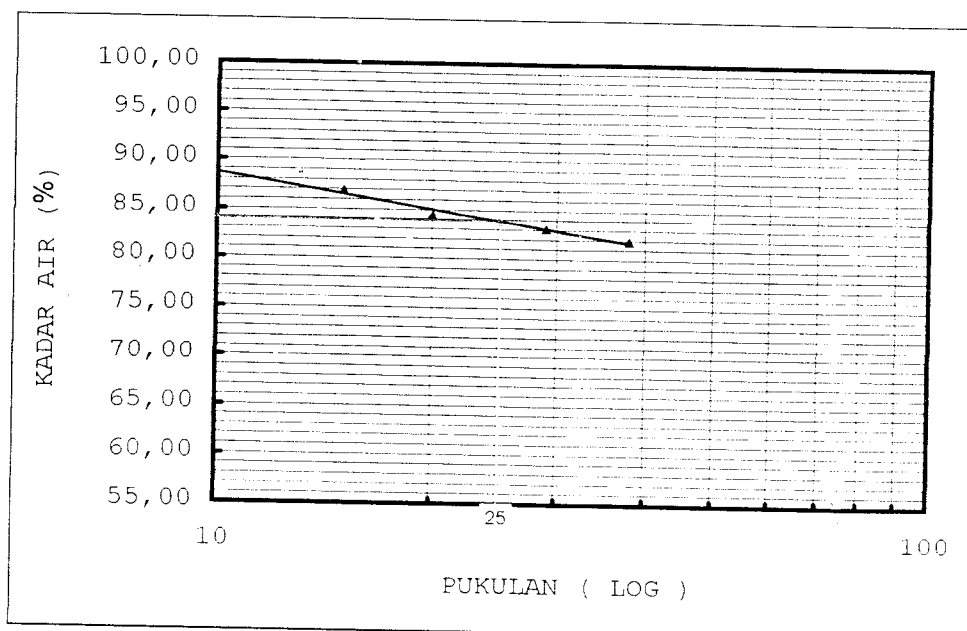
Tanggal : 16-Okt-06
 Dikerjakan : Arwan + Nurdian

NO	NO. PENGUJIAN	I		II		III		IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	NO CAWAN								
2	Berat cawan kosong	21.64	21.73	21.89	22.11	21.72	22.26	21.86	21.79
3	Berat cawan + tanah basah (gr)	50.46	51.40	47.24	39.71	48.26	42.32	43.86	40.26
4	Berat cawan + tanah kering (gr)	37.01	37.65	35.59	31.68	36.22	33.21	33.91	31.98
5	Berat air (3) - (4)	13.45	13.75	11.65	8.03	12.04	9.11	9.95	8.28
6	Berat tanah kering (4) - (2)	15.37	15.92	13.70	9.57	14.50	10.95	12.05	10.19
7	$KADAR AIR = \frac{(5)}{(6)} \times 100 \% =$	87.51	86.37	85.04	83.91	83.03	83.20	82.57	81.26
8	KADAR AIR RATA-RATA =		86.94		84.47		83.12		81.91
9	PUKULAN		15		20		29		38

PENGUJIAN BATAS PLASTIS

NO	NO. PENGUJIAN	I		II	
		1	2	3	4
1	NO CAWAN				
2	BERAT CAWAN KOSONG	21.88	22.06		
3	BERAT CAWAN + TANAH BASAH	28.21	27.50		
4	BERAT CAWAN + TANAH KERING	26.45	25.98		
5	BERAT AIR (3)-(4)	1.76	1.52		
6	BERAT TANAH KERING (4)-(2)	4.57	3.92		
7	$KADAR AIR = \frac{(5)}{(6)} \times 100 \% =$	38.51	38.78		
8	KADAR AIR RATA-RATA =		38.64		

KESIMPULAN
 FLOW INDEX : 4,773
 BATAS CAIR : 83,89
 BATAS PLASTIS : 38,64
 INDEX PLASTISITAS : 45,25





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

PEMADATAN TANAH Proctor Test

Proyek : Tugas Akhir
 Asal sampel : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
 No. Sampel : 1
 Dikerjakan : Arwan + Nurdian
 Tanggal : 25-Agust-06

DATA SILINDER		
1	Diameter (ϕ) cm	10,2
2	Tinggi (H) cm	11,6
3	Volume (V) cm ³	947,87
4	Berat gram	1867

DATA PENUMBUK	
Berat (kg)	2,505
Jumlah lapis	3
Jumlah tumbukan /lapis	25
Tinggi jatuh	30,48

Berat jenis Gs	2,5
----------------	-----

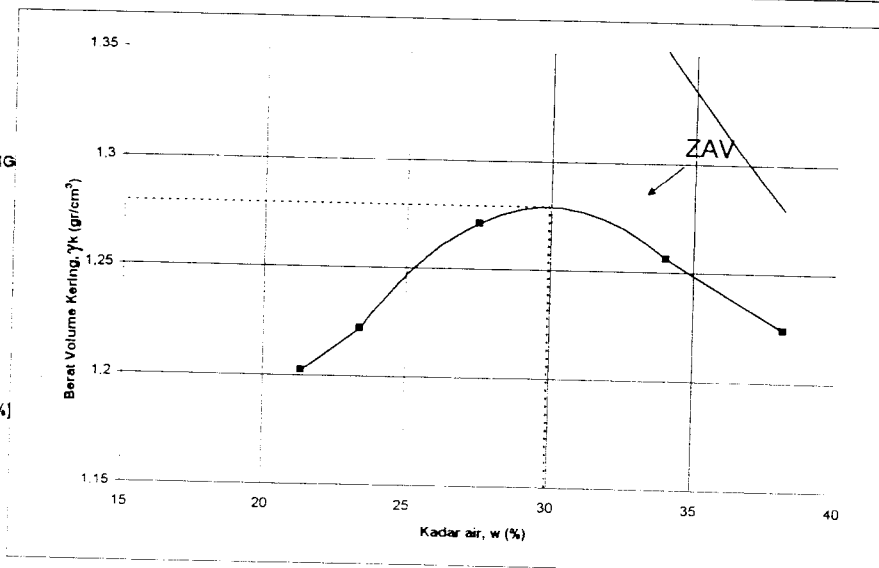
PENAMBAHAN AIR					
1	Berat tanah basah gram	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mul %	11,36	11,36	11,36	11,36
3	Penambahan air %	10	13,75	17,5	21,25
4	Penambahan air ml	200	275	350	425

PENGUJIAN PEMADATAN SILINDER					
1	Nomor pengujian	1	2	3	4
2	Berat silinder + tanah padat gram	3250	3296	3403	3463
3	Berat tanah padat gram	1383	1429	1536	1596
4	Berat volume tanah gr/cm ³	1,459	1,508	1,620	1,684

PENGUJIAN KADAR AIR											
1	Nomor Percobaan	1		2		3		4		5	
2	Nomor cawan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan kosong gram	21,88	23,31	21,81	21,88	22,16	21,82	21,72	21,63	22,03	21,10
4	Berat cawan + tanah basah gram	39,28	44,19	46,25	42,47	53,87	43,70	42,47	45,50	35,44	34,08
5	Berat cawan + tanah kering gram	36,35	40,36	41,60	38,58	47,05	38,97	37,20	39,44	31,73	30,50
8	Kadar air = w %	20,25	22,46	23,50	23,29	27,40	27,58	34,04	34,03	38,25	38,09
9	Kadar air rata-rata	21,35		23,40		27,49		34,04		38,17	
10	Berat volume tanah kering gr/cm ³	1,202		1,222		1,271		1,256		1,224	

BERAT VOLUME KERING
MAKSIMUM (gr/cm³)
1,27899

KADAR AIR OPTIMUM (%)
29,92





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

PEMADATAN TANAH
 Proctor Test

PROYEK : Tugas Akhir
 Asal sampel : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
 No. sampel : 1
 Dikerjakan : Arwan + Nurdian
 Tanggal : 25-Agust-06

DATA SILINDER	
1	Diameter (ϕ) cm : 10.2
2	Tinggi (H) cm : 11.6
3	Volume (V) cm^3 : 947.87
4	Berat gram : 1867

DATA PENUMBUK	
Berat (kg)	2,505
Jumlah lapis	3
Jumlah tumbukan /lapis	25
Tinggi jatuh	30,48

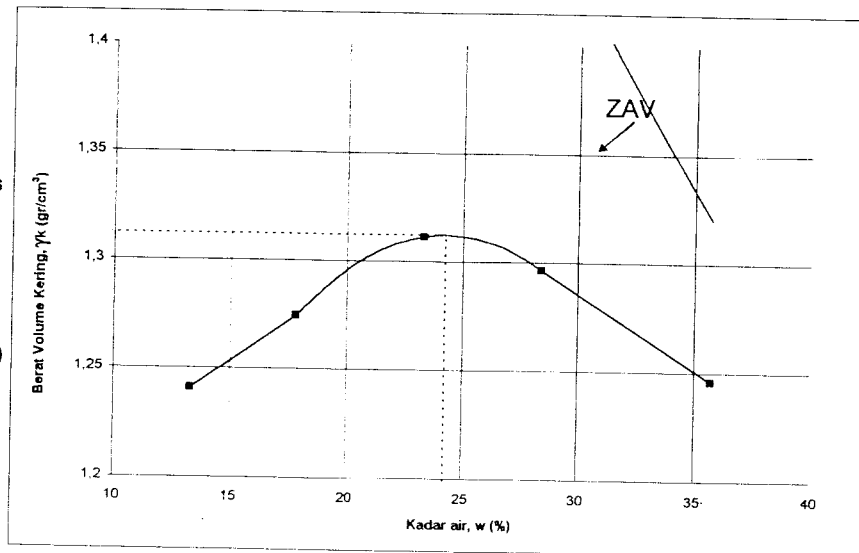
Berat jenis Gs	2.5
----------------	-----

PENAMBAHAN AIR					
1	Berat tanah basah gram	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula %	8.32	8.32	8.32	8.32
3	Penambahan air %	5	10	15	20
4	Penambahan air ml	100	200	300	400

PENGUJIAN PEMADATAN SILINDER					
1	Nomor pengujian	1	2	3	4
2	Berat silinder + tanah pada gram	3200	3290	3400	3445
3	Berat tanah padat gram	1333	1423	1533	1578
4	Berat volume tanah gr/cm^3	1.406	1.501	1.617	1.665

PENGUJIAN KADAR AIR											
1	NOMOR PERCOBAAN	1		2		3		4		5	
2	Nomor cawan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan kosong gram	21,78	21,69	21,80	21,90	21,68	22,01	21,74	21,77	21,63	21,94
4	Berat cawan + tanah basah gram	36,40	41,13	42,66	45,28	40,06	44,50	47,35	46,20	49,72	52,11
5	Berat cawan + tanah kering gram	34,70	38,82	39,52	41,73	36,60	40,23	41,58	40,89	42,33	44,16
8	Kadar air = w %	13,16	13,49	17,72	17,90	23,19	23,44	29,08	27,77	35,70	35,78
9	Kadar air rata-rata	13,32		17,81		23,32		28,43		35,74	
10	Berat volume tanah kering gr/cm^3	1,241		1,274		1,312		1,296		1,246	

BERAT VOLUME KERING
MAKSIMUM (gr/cm^3)
 1,31233
KADAR AIR OPTIMUM (%)
 24,25



Yogyakarta.
 Kepala Operasional Laboratorium

LAMPIRAN

6



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

PEMBACAAN PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan : Arwan + Nurdian

Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah

Tanggal : 06 September 2006

Kedalaman : 1 meter

Jenis sampel : Tanah asli (1)

Beban P (Kg)		1,00	2,00	4,00	8,00	16,00	32,00	64,00	16,00	4,00	
Waktu Pembacaan		Pembacaan dial ... (mm) untuk beban ... (kg/cm ²)									
Jam	t	\sqrt{t}	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	16,00	4,00	1,00
	0	0	0,000	-0,019	0,077	0,809	2,276	3,657	4,772	5,671	5,322
	5,40"	0,1	-0,019	0,031	0,314	1,308	2,742	3,911	4,869		
	15,00"	0,3	-0,019	0,045	0,398	1,438	2,810	3,951	4,888		
	29,40"	0,1	-0,019	0,049	0,409	1,499	2,851	3,967	4,900		
	1,00"	0,3	-0,019	0,051	0,440	1,573	2,894	3,987	4,928		
	2,25"	0,3	-0,019	0,056	0,477	1,635	2,942	4,063	4,937		
	4,00"	0,3	-0,019	0,060	0,513	1,773	2,990	4,085	4,980		
	6,25"	0,6	-0,019	0,063	0,558	1,881	3,015	4,163	5,034		
	9,00"	1,2	-0,019	0,065	0,577	1,956	3,086	4,200	5,082		
	12,25"	1,4	-0,019	0,066	0,597	1,983	3,108	4,206	5,084		
	16,00"	1,8	-0,019	0,069	0,632	2,018	3,125	4,232	5,105		
	25,00"	2,5	-0,019	0,072	0,653	2,064	3,177	4,267	5,149		
	36,00"	3,3	-0,019	0,075	0,670	2,084	3,225	4,291	5,178		
	49,00"	4,2	-0,019	0,077	0,683	2,107	3,265	4,334	5,230		
1,04'	64,00"	5,7	-0,019	0,077	0,700	2,133	3,324	4,393	5,284		
1,21'	81,00"	7,6	-0,019	0,077	0,714	2,156	3,371	4,466	5,336		
1,40'	100,00"	8,7	-0,019	0,077	0,725	2,168	3,396	4,504	5,374		
2,01'	121,00"	9,7	-0,019	0,077	0,730	2,174	3,413	4,530	5,398		
2,24'	144,00"	12,3	-0,019	0,077	0,746	2,191	3,455	4,603	5,442		
3,45'	225,00"	14,4	-0,019	0,077	0,759	2,205	3,489	4,651	5,471		
6,40'	400,00"	20,0	-0,019	0,077	0,785	2,240	3,556	4,716	5,518		
24,0'	1440,00"	37,9	-0,019	0,077	0,809	2,276	3,657	4,772	5,671	5,322	5,124

Yogyakarta,
Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto CES, DEA



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

HITUNGAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Gombor, Klaten, Jawa Tengah
Kedalaman : 1 meter

Dikerjakan : Arwan + Nurdian
Tanggal : 06 September 2006
Jenis sampel : Tanah asli (1)

Berat Jenis Tanah : 2.55 Luas ring (cm²) : 44.17865
Berat ring (gr) : 117.58 Tinggi (H₀) (cm) : 2
Diameter (cm) : 7.5 Volume (V₀) (cm³) : 88.35729

Beban	Pembacaan akhir dial	Perubahan tebal	Perubahan angka pori	Angka pori	$C_c = \frac{\Delta e}{\log \frac{P_2}{P_1}}$	Tebal akhir	Tebal rata-rata	$\sqrt{t_{90}}$	t_{90}	$C_v = \frac{0.848 \times (d/2)^2}{t_{90}}$
(kg/cm ²)	(mm)	(cm)	$\Delta e = \frac{\Delta H}{H}$	$e = e_0 - \Delta e$		H = H ₀ - ΔH	d = (H ₁ + H ₂)/2		(detik)	(cm ² /det)
0.00	0.0000			0.994			2.00095			
0.25	-0.0190	-0.002	-0.002	0.996		2.002	1.9971			
0.50	0.0770	0.0096	0.010	0.986	0.032	1.992	1.9557	0.000	0	0
1.00	0.8090	0.0732	0.073	0.913	0.242	1.919	1.84575	4.250	1083.8	0.000780201
2.00	2.2760	0.1467	0.146	0.767	0.486	1.772	1.70335	2.220	295.7	0.002742099
4.00	3.6570	0.1381	0.138	0.629	0.457	1.634	1.57855	1.520	138.62	0.005210066
8.00	4.7720	0.1115	0.111	0.518	0.369	1.523	1.47785	4.840	1405.5	0.000437625
16.00	5.6710	0.0899	0.090	0.429	0.298	1.433	1.45035	14.110	11946	0.000044
4.00	5.32	-0.035	-0.035	0.463	0.058	1.468	1.4777	7.480	3357	0.000137925
1.00	5.124	-0.020	-0.020	0.483	0.033	1.468				

Yogyakarta
Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto CES DEA



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

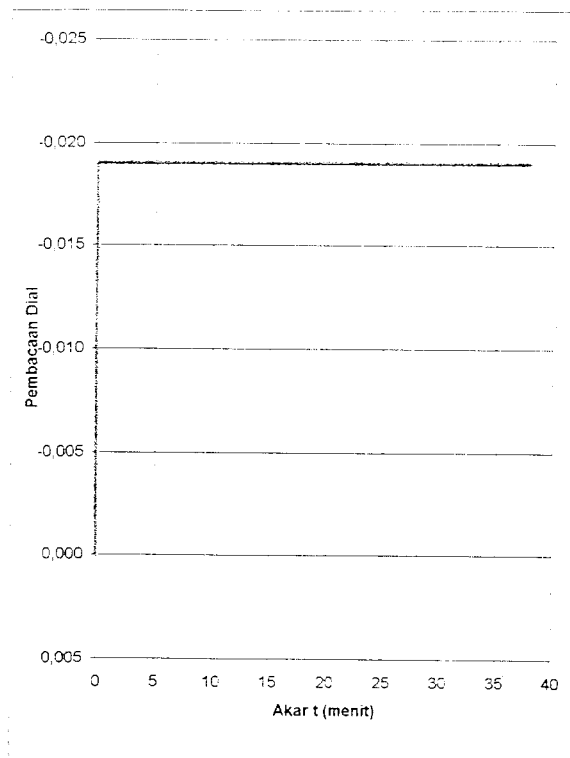
JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
 Kedalaman : 1 meter

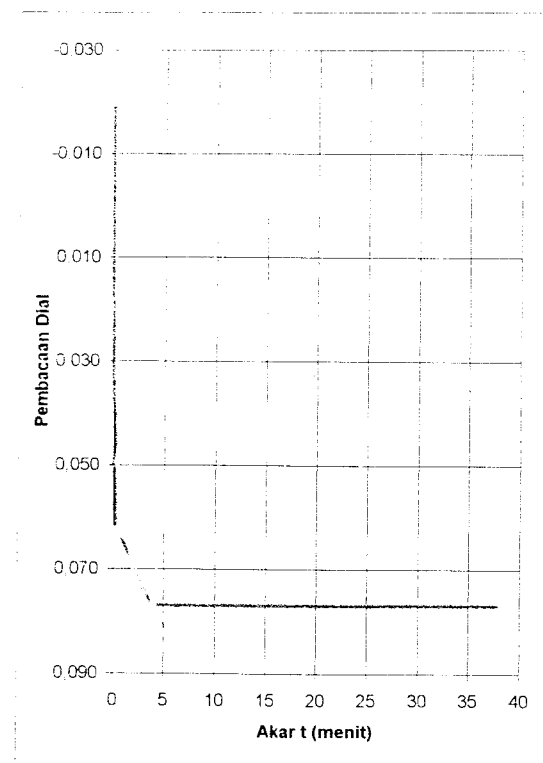
Dikerjakan : Arwan + Nurdian
 Tanggal : 06 September 2006
 Jenis sampel : Tanah asli (1)

Beban 0,25 kg/cm²



$\sqrt{t} :$ 0

Beban 0,5 kg/cm²



$\sqrt{t} :$ 4,25



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

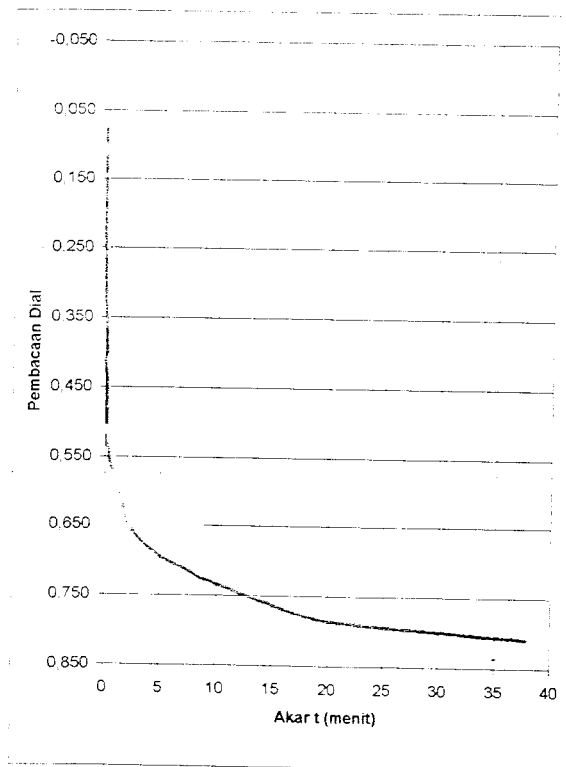
JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
 Kedalaman : 1 meter

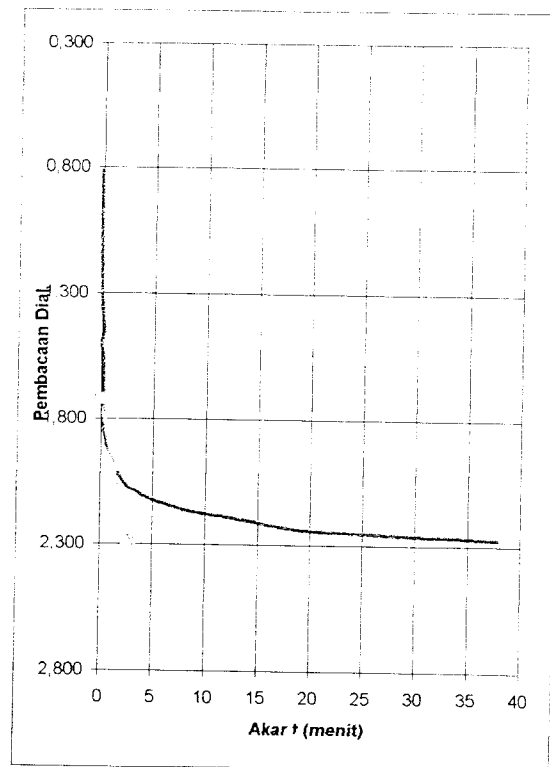
Dikerjakan : Arwan + Nurdian
 Tanggal : 06 September 2006
 Jenis sampel : Tanah asli (1)

Beban 1,00 kg/cm²



$\sqrt{t_i}$: 2,22

Beban 2,00 kg/cm²



$\sqrt{t_i}$: 1,52



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

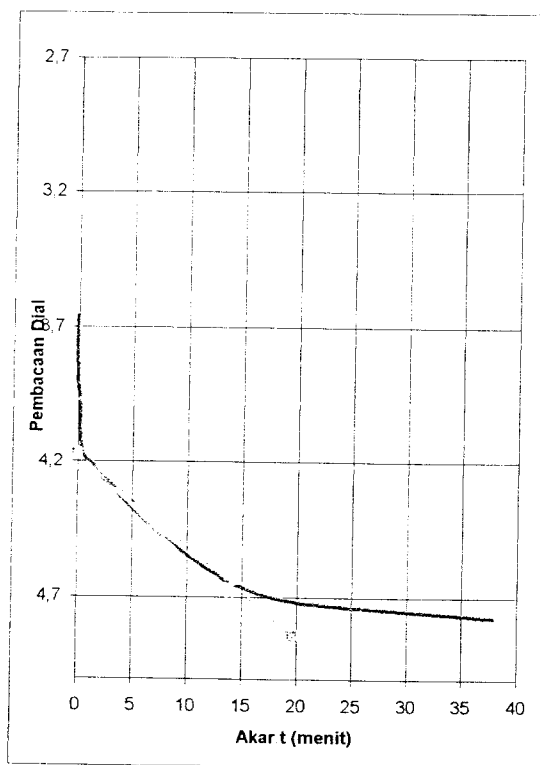
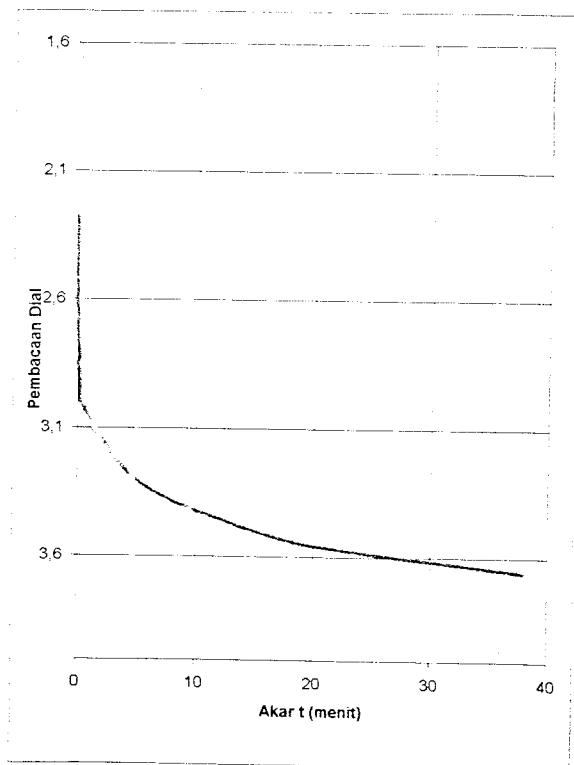
GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
 Kedalaman : 1 meter

Dikerjakan : Arwan + Nurdian
 Tanggal : 06 September 2006
 Jenis sampel : Tanah asli (1)

Beban 4,00 kg/cm²

Beban 8,00 kg/cm²



$\sqrt{t} : 4,84$

$\sqrt{t} : 14,11$



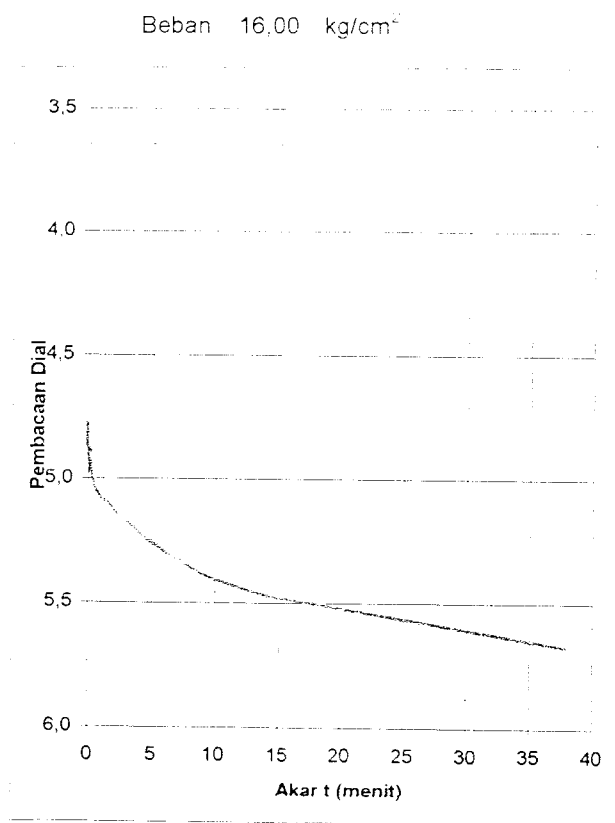
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
 Kedalaman : 1 meter

Dikerjakan : Arwan + Nurdian
 Tanggal : 06 September 2006
 Jenis sampel : Tanah asli (1)



$\sqrt{t} : 7,48$



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14.4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

KESIMPULAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
 Kedalaman : 1 meter

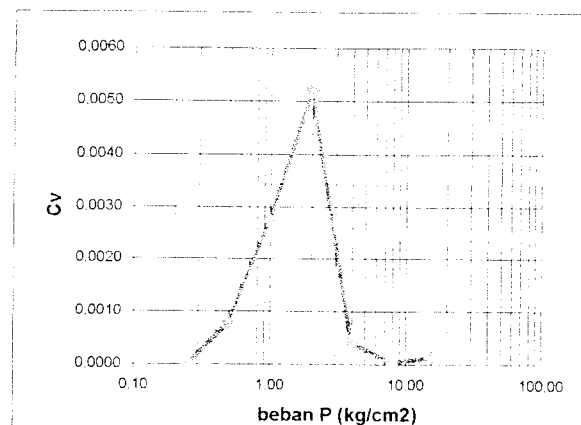
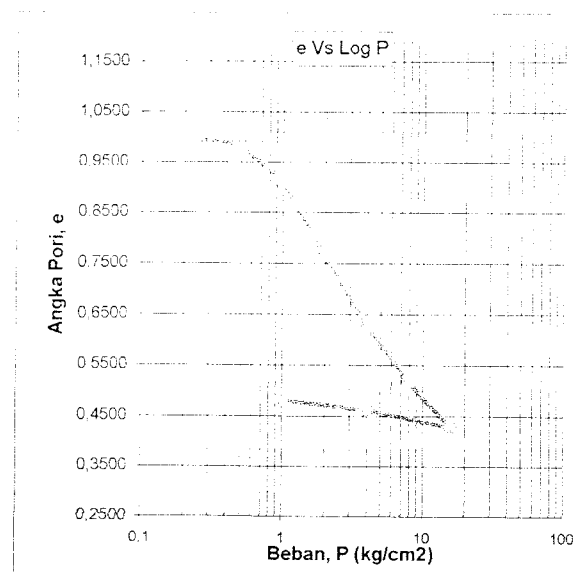
Dikerjakan : Arwan + Nurdian
 Tanggal : 06 September 2006
 Jenis sampel : Tanah asli (1)

Data parameter tanah dan ring	
Berat Jenis Tanah	2,55
Berat ring (gr)	117,58
Diameter (cm)	7,5
Luas ring (cm ²)	44,17865
Tinggi (H _o) (cm)	2
Volume V _o (cm ³)	88,35729

Kadar air sebelum pengujian, %		
Berat Container (cup), (gr)	22,10	21,65
Berat Cup + tanah basah, (gr)	59,70	59,05
Berat Cup + tanah kering, (gr)	51,06	50,42
Kadar air, (%)	29,83	30,00
Kadar air rata-rata, (%)	29,92	

Berat ring + tanah basah, (gr)	264,38
Berat volume tanah basah, (gr)	1,661
Berat volume tanah kering, (gr)	1,279
Tinggi bagian padat, (H _t) (cm)	1,00
Angka pori, (e)	0,993963
Derajat kejenuhan, (S _r) (%)	0,767476

Kadar air setelah pengujian, %	
Berat ring + tanah basah, (gr)	269,90
Berat ring + tanah kering, (gr)	245,84
Kadar air, (%)	18,75877
Angka pori, (e)	0,48311
Derajat kejenuhan, (S _r) (%)	99,01448



Yogyakarta,
 Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA.



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

PEMBACAAN PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan : Arwan + Nurdian

Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah

Tanggal : 06 September 2006

Kedalaman : 1 meter

Jenis sampel : Tanah asli (2)

Beban P (Kg)			1,00	2,00	4,00	8,00	16,00	32,00	64,00	16,00	4,00
Waktu Pembacaan			Pembacaan dial ... (mm) untuk beban ... (kg/cm ²)								
Jam	t	\sqrt{t}	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	16,00	4,00	1,00
	0	0	-0,022	-0,022	0,084	0,814	2,322	3,668	4,786	5,681	5,364
	5,40"	0,3	-0,022	0,044	0,338	1,325	2,764	3,920	4,886		
	15,00"	0,3	-0,022	0,054	0,406	1,440	2,830	3,950	4,898		
	29,40"	0,2	-0,022	0,058	0,440	1,500	2,862	3,969	4,908		
	1,00"	0,3	-0,022	0,060	0,485	1,580	2,898	3,995	4,921		
	2,25"	0,6	-0,022	0,067	0,510	1,644	2,947	4,036	4,945		
	4,00"	1,1	-0,022	0,070	0,557	1,892	2,994	4,075	4,962		
	6,25"	2,1	-0,022	0,072	0,583	1,937	3,038	4,105	4,984		
	9,00"	2,6	-0,022	0,074	0,605	1,969	3,071	4,131	5,005		
	12,25"	3,1	-0,022	0,076	0,632	1,994	3,102	4,153	5,026		
	16,00"	3,6	-0,022	0,077	0,646	2,019	3,130	4,175	5,044		
	25,00"	4,7	-0,022	0,080	0,667	2,062	3,184	4,226	5,087		
	36,00"	5,8	-0,022	0,084	0,686	2,092	3,232	4,277	5,124		
	49,00"	6,7	-0,022	0,084	0,699	2,125	3,272	4,324	5,164		
1,04'	64,00"	7,7	-0,022	0,084	0,706	2,150	3,300	4,370	5,207		
1,21'	81,00"	8,9	-0,022	0,084	0,718	2,177	3,330	4,414	5,246		
1,40'	100,00"	10,4	-0,022	0,084	0,731	2,197	3,372	4,482	5,288		
2,01'	121,00"	11,0	-0,022	0,084	0,737	2,211	3,388	4,505	5,322		
2,24'	144,00"	12,0	-0,022	0,084	0,744	2,223	3,414	4,545	5,361		
3,45'	225,00"	15,0	-0,022	0,084	0,765	2,242	3,487	4,657	5,476		
6,40'	400,00"	20,0	-0,022	0,084	0,790	2,282	3,578	4,722	5,579		
24,0'	1440,00"	37,9	-0,022	0,084	0,814	2,322	3,668	4,786	5,681	5,364	5,178

Yogyakarta,
Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto CES, DEA



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

HITUNGAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
Kedalaman : 1 meter

Dikerjakan : Arwan + Nurdian
Tanggal : 06 September 2006
Jenis sampel : Tanah asli (2)

Berat Jenis Tanah : 2,55 Luas ring (cm²) : 44,1786
Berat ring (gr) : 117,58 Tinggi (H₀) (cm) : 2
Diameter (cm) : 7,5 Volume V₀ (cm³) : 88,3573

Beban	Pembacaan akhir dia:	Perubahan tebal ΔH	Perubahan angka pori $\Delta e = \frac{\Delta H}{H_0}$	Angka pori $e = e_0 - \Delta e$	$C_c = \frac{\Delta e}{\log \frac{P_2}{P_1}}$	Tebal akhir $H = H_1 - \Delta H$	Tebal rata-rata $d = (H_1 + H_2)/2$	$\sqrt{t_{90}}$	t_{90} (detik)	$C_v = \frac{0.848 \times (d/2)^2}{t_{90}}$ (cm ² /det)
(kg/cm ²)	(mm)	(cm)				cm	cm			
0.00	-0.0220			0,994			2			
0.25	-0.0220	0,000	0,000	0,994		2,000	1,9947			
0.50	0,0840	0,0106	0,011	0,983	0,035	1,989	1,9529	0	0	0
1.00	0,8140	0,0730	0,073	0,911	0,242	1,916	1,841	6,19	2299	0,0003669091
2.00	2,3220	0,1508	0,150	0,760	0,499	1,766	1,6983	6,8	2774,4	0,0002914250
4.00	3,6680	0,1346	0,134	0,626	0,446	1,631	1,5751	8	3840	0,0001871166
6.00	4,7860	0,1118	0,111	0,515	0,370	1,519	1,47445	8	3840	0,0001592331
16.00	5,6810	0,0895	0,089	0,425	0,296	1,430	1,44555	18	19440	0,0000270555
4.00	5,36	-0,032	-0,032	0,457	0,052	1,461	1,4707	20	24000	0,0000192037
1.00	5,178	-0,019	-0,019	0,476	0,031	1,480				

Yogyakarta
Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA



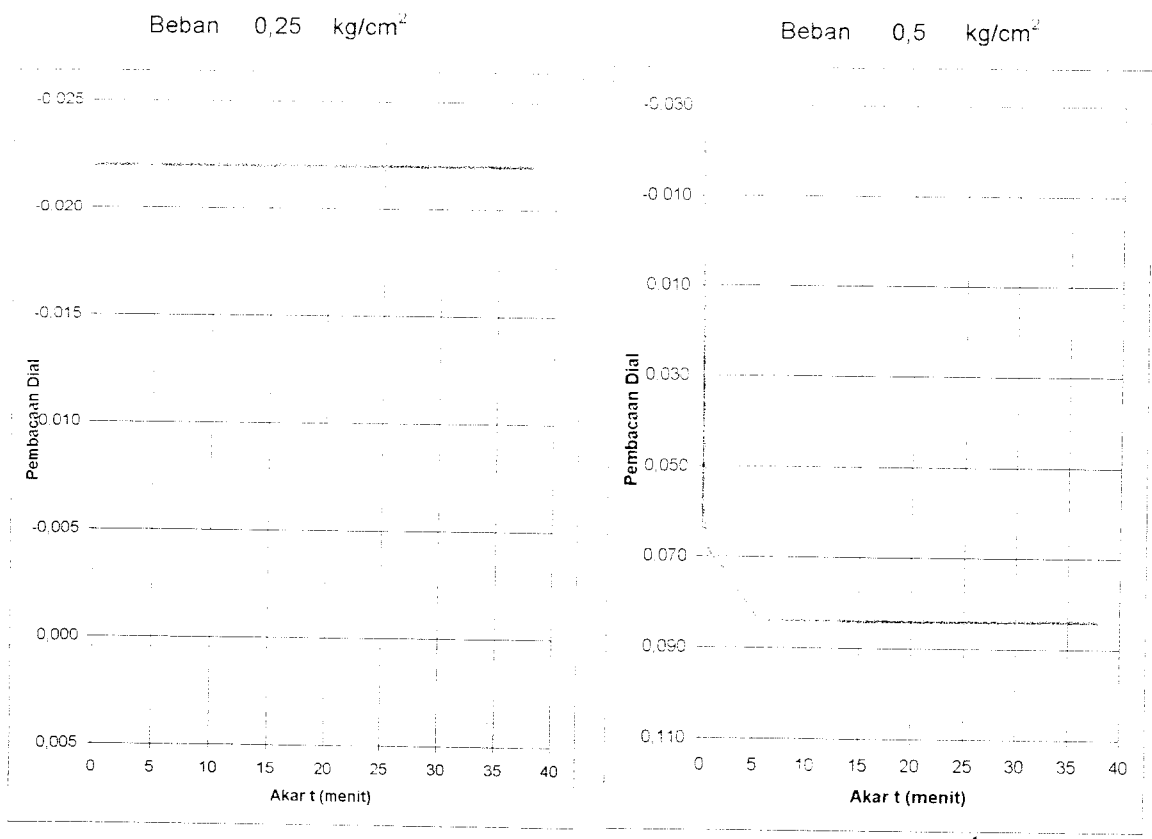
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
Kedalaman : 1 meter

Dikerjakan : Arwan + Nurdian
Tanggal : 06 September 2006
Jenis sampel : Tanah asli (2)



$\sqrt{t} : 0$

$\sqrt{t} : 6,19$



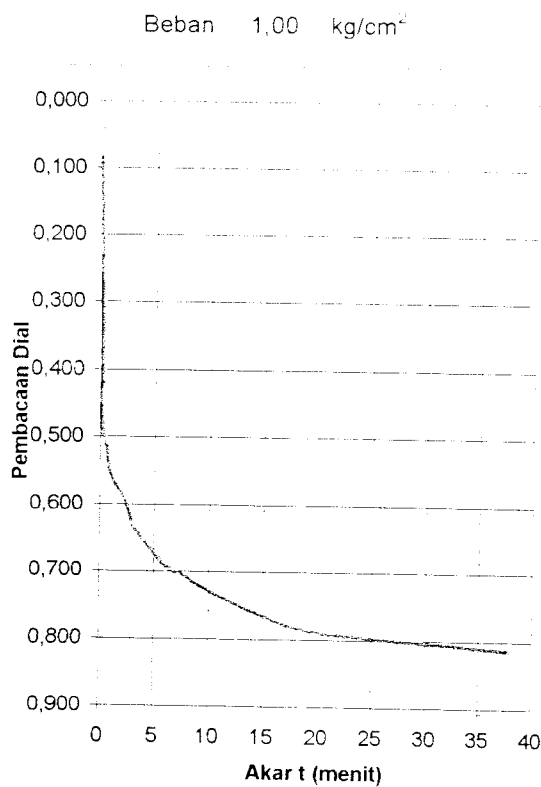
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

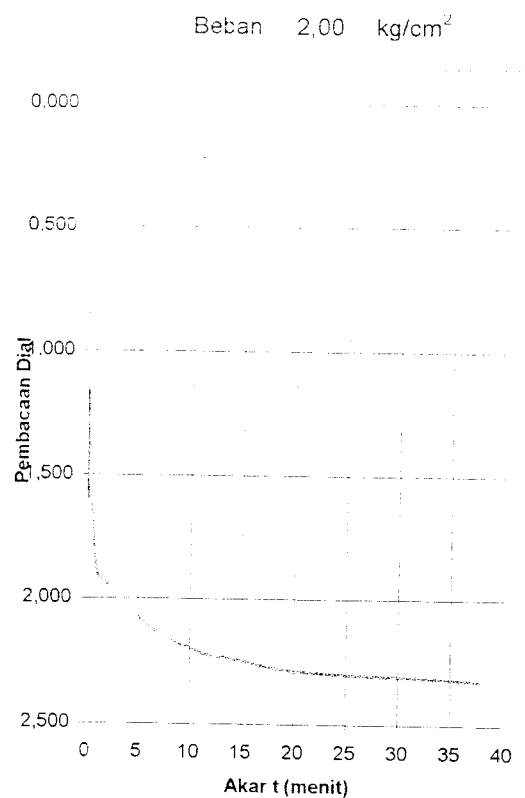
GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
 Kedalaman : 1 meter

Dikerjakan : Arwan + Nurdian
 Tanggal : 06 September 2006
 Jenis sampel : Tanah asli (2)



$\sqrt{t} :$ 6,8



$\sqrt{t} :$ 8



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

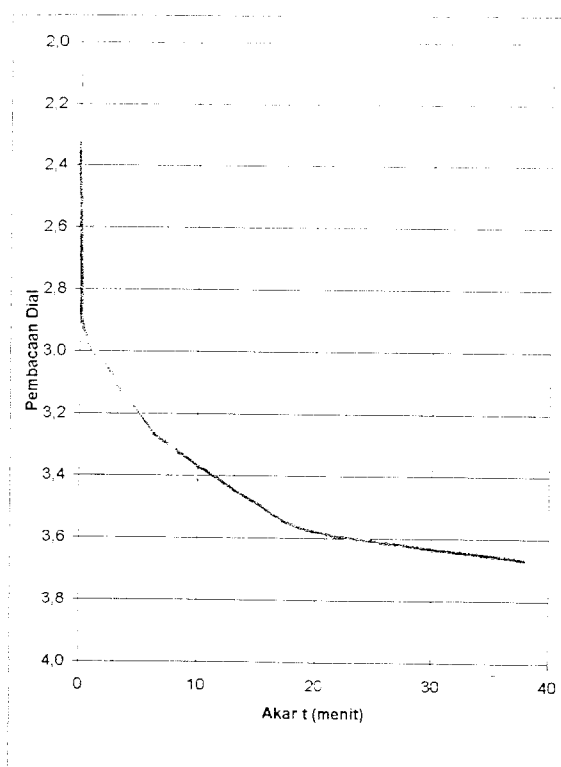
JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
 Kedalaman : 1 meter

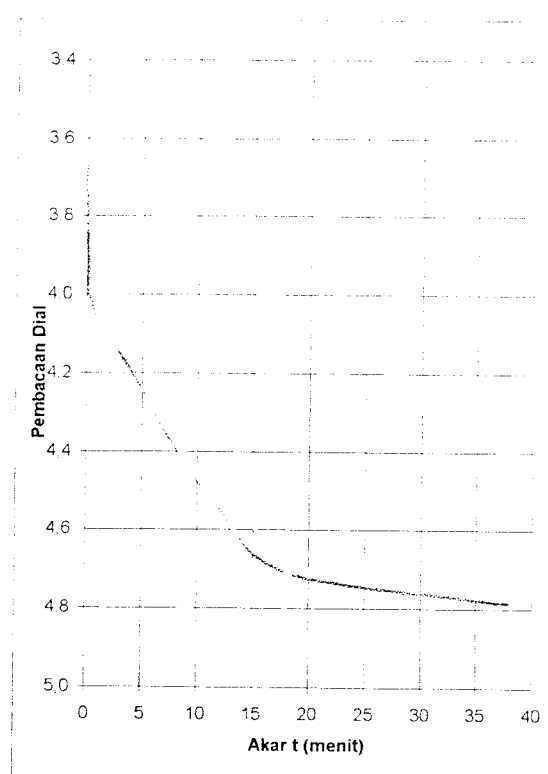
Dikerjakan : Arwan + Nurdian
 Tanggal : 06 September 2006
 Jenis sampel : Tanah asli (2)

Beban 4,00 kg/cm²



\sqrt{t} : 8

Beban 8,00 kg/cm²



\sqrt{t} : 18



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

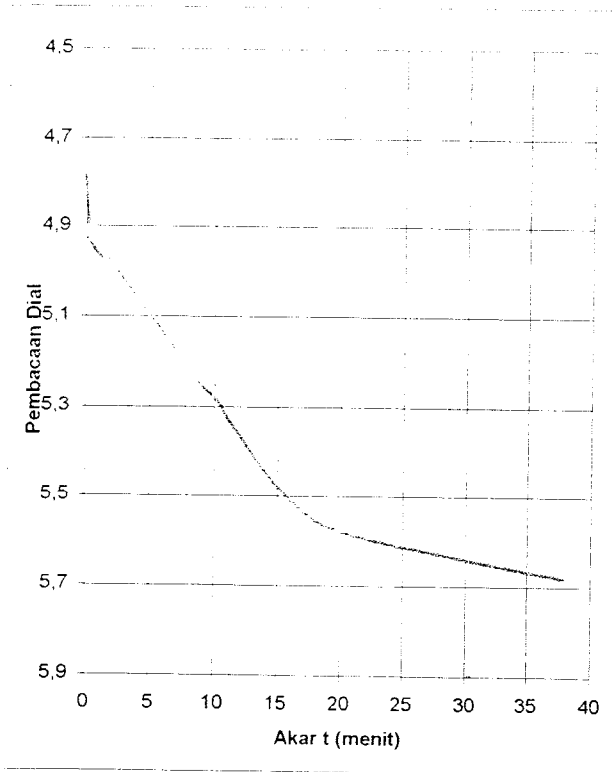
JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
Kedalaman : 1 meter

Dikerjakan : Arwan + Nurdian
Tanggal : 06 September 2006
Jenis sampel : Tanah asli (2)

Beban 16,00 kg/cm²



$\sqrt{t} : 20$



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

KESIMPULAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
 Kedalaman : 1 meter

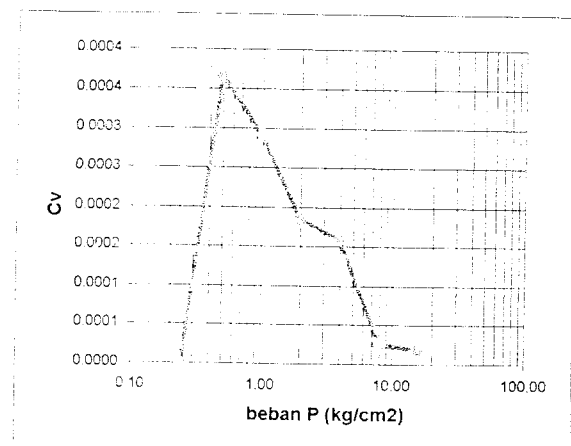
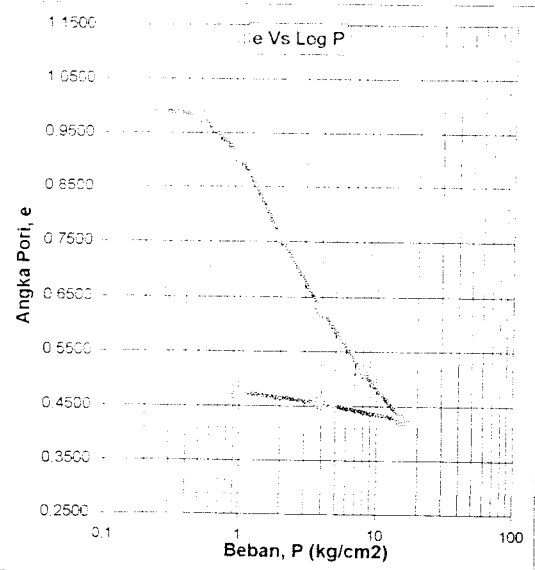
Dikerjakan : Arwan + Nurdian
 Tanggal : 06 September 2006
 Jenis sampel : Tanah asli (2)

Data parameter tanah dan ring	
Berat Jenis Tanah	2,55
Berat ring (gr)	117,58
Diameter (cm)	7,5
Luas ring (cm ²)	44,17865
Tinggi (H _o) (cm)	2
Volume V _o (cm ³)	88,35729

Kadar air sebelum pengujian, %		
Berat Container (cup), (gr)	22,10	21,65
Berat Cup + tanah basah, (gr)	59,70	59,05
Berat Cup + tanah kering, (gr)	51,06	50,42
Kadar air, (%)	29,83	30,00
Kadar air rata-rata, (%)	29,92	

Berat ring + tanah basah, (gr)	264,38
Berat volume tanah basah, (gr)	1,661
Berat volume tanah kering, (gr)	1,279
Tinggi bagian padat, (H _t) (cm)	1,00
Angka pori, (e)	0,994034
Derajat kejenuhan, (S _r) (%)	0,767539

Kadar air setelah pengujian, %	
Berat ring + tanah basah, (gr)	271,40
Berat ring + tanah kering, (gr)	251,20
Kadar air, (%)	15,1175
Angka pori, (e)	0,475585
Derajat Kejenuhan, (S _r) (%)	81,05725



Yogyakarta,
 Kepala Operasional Laboratorium

Edy
 Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA.



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

PEMBACAAN PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan : Arwan + Nurdian

Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah

Tanggal : 06 September 2006

Kedalaman : 1 meter

Jenis sampel : Tanah asli (3)

Beban P (Kg)			1,00	2,00	4,00	8,00	16,00	32,00	64,00	16,00	4,00
Waktu Pembacaan			Pembacaan dial ... (mm) untuk beban ... (kg/cm ²)								
Jam	t	\sqrt{t}	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	16,00	4,00	1,00
	0	0	0,000	-0,012	0,014	0,763	2,059	3,420	4,673	5,581	5,254
	5,40"	0,3	-0,012	-0,012	0,289	1,240	2,465	3,760	4,784		
	15,00"	0,4	-0,012	-0,012	0,355	1,362	2,552	3,805	4,799		
	29,40"	0,5	-0,012	-0,012	0,390	1,460	2,588	3,835	4,809		
	1,00"	0,7	-0,012	-0,008	0,430	1,484	2,625	3,868	4,824		
	2,25"	1,4	-0,012	-0,008	0,481	1,562	2,681	3,908	4,847		
	4,00"	2,1	-0,012	-0,006	0,508	1,617	2,722	3,938	4,864		
	6,25"	2,6	-0,012	-0,004	0,544	1,650	2,753	3,976	4,886		
	9,00"	3,2	-0,012	-0,003	0,557	1,682	2,782	4,000	4,909		
	12,25"	3,6	-0,012	-0,001	0,576	1,706	2,812	4,030	4,923		
	16,00"	3,9	-0,012	0,004	0,597	1,741	2,837	4,058	4,937		
	25,00"	4,8	-0,012	0,007	0,615	1,777	2,884	4,108	4,983		
	36,00"	5,9	-0,012	0,011	0,633	1,812	2,926	4,167	5,026		
	49,00"	6,9	-0,012	0,012	0,648	1,841	2,974	4,208	5,069		
1,04'	64,00"	7,7	-0,012	0,014	0,661	1,866	3,010	4,249	5,107		
1,21'	81,00"	8,8	-0,012	0,014	0,672	1,888	3,054	4,307	5,147		
1,40'	100,00"	9,7	-0,012	0,014	0,682	1,907	3,082	4,359	5,186		
2,01'	121,00"	10,7	-0,012	0,014	0,691	1,924	3,118	4,400	5,226		
2,24'	144,00"	11,9	-0,012	0,014	0,698	1,941	3,143	4,436	5,266		
3,45'	225,00"	15,0	-0,012	0,014	0,714	1,976	3,225	4,540	5,378		
6,40'	400,00"	20,0	-0,012	0,014	0,739	2,018	3,323	4,607	5,480		
24,0'	1440,00"	37,9	-0,012	0,014	0,763	2,059	3,420	4,673	5,581	5,254	5,078

Yogyakarta,
Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA.



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

HITUNGAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
 Kedalaman : 1 meter

Dikerjakan : Arwan + Nurdian
 Tanggal : 06 September 2006
 Jenis sampel : Tanah asir (3)

Berat Jenis Tanah : 2,55 Luas ring (cm²) : 44,1786
 Berat ring (gr) : 117,58 Tinggi (H₀) (cm) : 2
 Diameter (cm) : 7,5 Volume V₀ (cm³) : 68,3573

Beban	Pembacaan akhir dial	Perubahan tebal ΔH	Perubahan angka pori $\Delta e = \frac{\Delta H}{H_i}$	Angka pori $e = e_1 - \Delta e$	$C_c = -\frac{\Delta e}{\log \frac{P_2}{P_1}}$	Tebal akhir H = H ₁ - ΔH	Tebal rata-rata d = (H ₁ + H ₂)/2	$\sqrt{t} \cdot 90$	t ₉₀ (detik)	C _v = $\frac{0,848 \times (d/2)^2}{t_{90}}$ (cm ² /detik)
(kg/cm ²)	(mm)	(cm)				cm	cm			
0,00	0,0000			0,994			2,0006			
		-0,001	-0,001			2,001				
0,25	-0,0120			0,995			1,9999			
		0,0026	0,003		0,009	1,999		0,000	0	0
0,50	0,0140			0,993			1,96115			
		0,0749	0,075		0,248	1,924		7,720	3575,9	0,000237119
1,00	0,7630			0,918			1,8589			
		0,1296	0,129		0,429	1,794		5,220	1634,9	0,00049873
2,00	2,0590			0,789			1,72605			
		0,1361	0,136		0,451	1,658		4,710	1331	0,00055037
4,00	3,4200			0,653			1,59535			
		0,1253	0,125		0,415	1,533		11,680	8185,3	0,000077
8,00	4,6730			0,528			1,4873			
		0,0908	0,091		0,301	1,442		14,000	11760	0,000046
16,00	5,5810			0,438			1,45825			
		-0,033	-0,033		0,054	1,475		19,850	23641	0,000020
4,00	5,25			0,470			1,4834			
		-0,018	-0,018		0,029	1,492				
1,00	5,078			0,488						

Yogyakarta
 Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP**

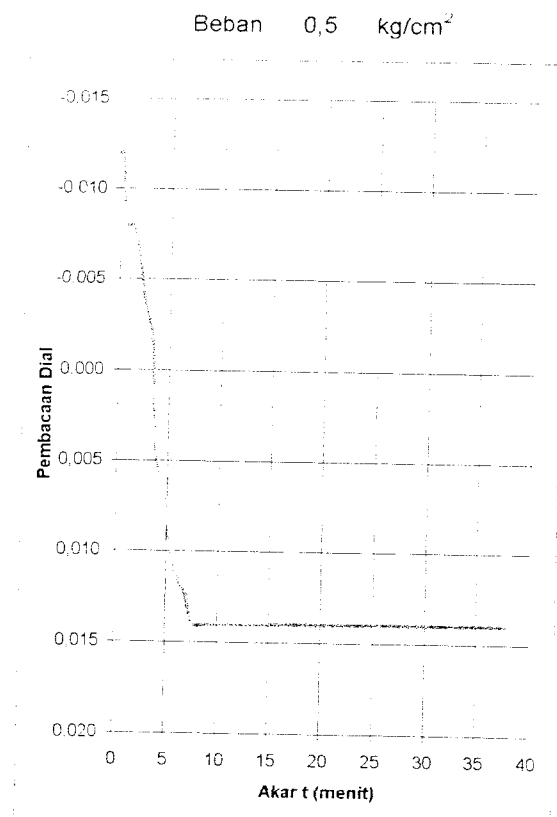
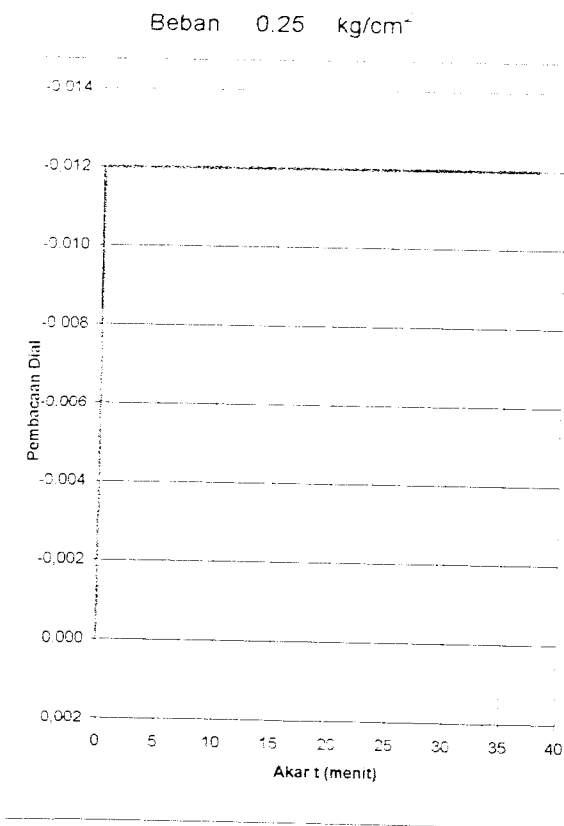
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
Kedalaman : 1 meter

Dikerjakan : Arwan + Nurdian
Tanggal : 06 September 2006
Jenis sampel : Tanah asli (3)



$\sqrt{t} : 0$

$\sqrt{t} : 7,72$



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

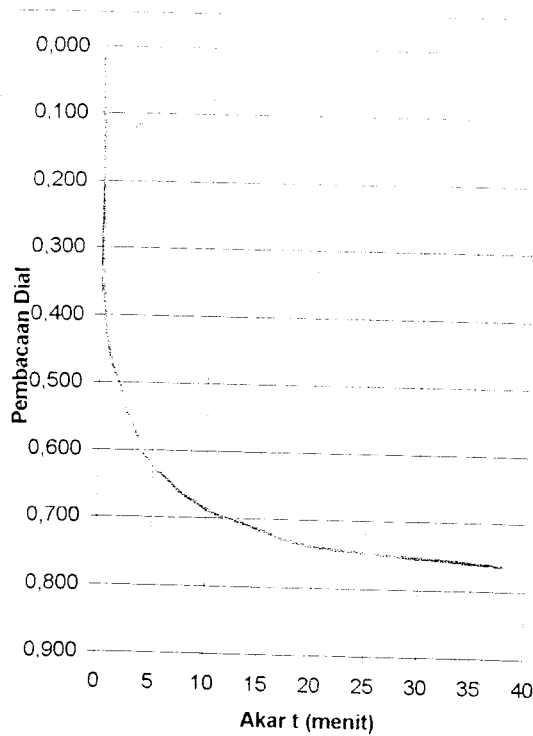
JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
 Kedalaman : 1 meter

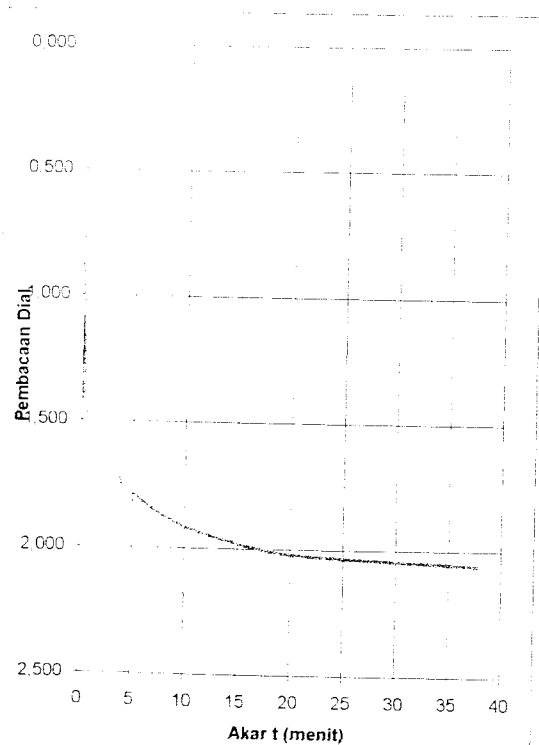
Dikerjakan : Arwan + Nurdian
 Tanggal : 06 September 2006
 Jenis sampel : Tanah asli (3)

Beban 1,00 kg/cm²



$\sqrt{t} : 5,22$

Beban 2,00 kg/cm²



$\sqrt{t} : 4,71$



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP

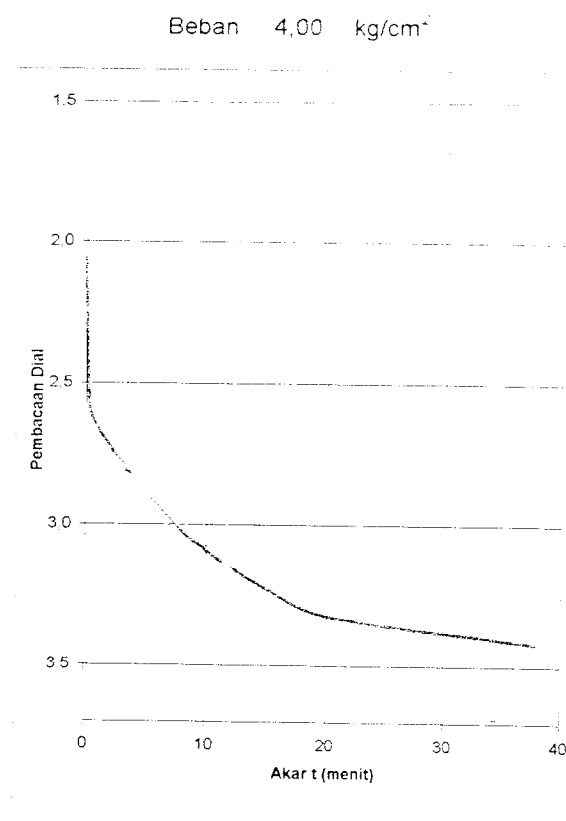
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

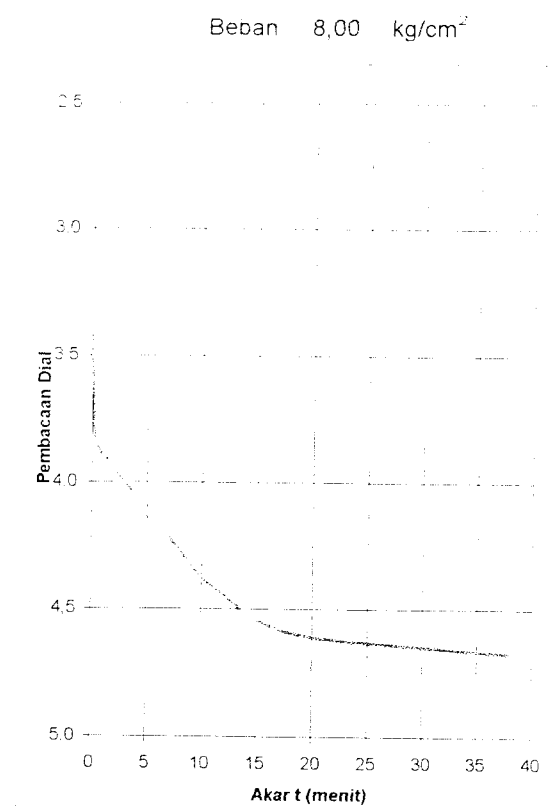
GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
Kedalaman : 1 meter

Dikerjakan : Arwan + Nurdian
Tanggal : 06 September 2006
Jenis sampel : Tanah asli (3)



$\sqrt{t_i}$: 11,68



$\sqrt{t_i}$: 14



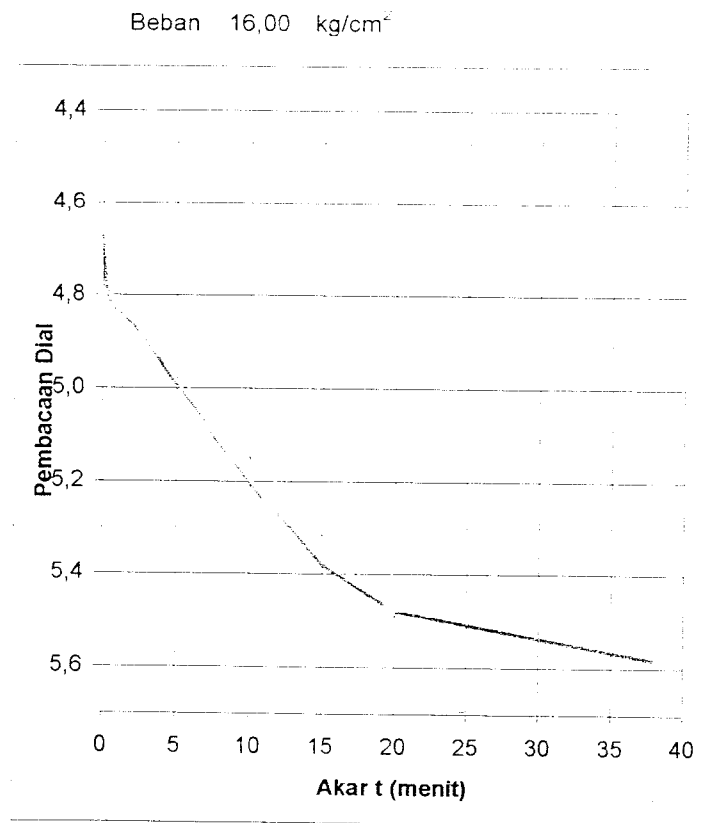
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
Kedalaman : 1 meter

Dikerjakan : Arwan + Nurdian
Tanggal : 06 September 2006
Jenis sampel : Tanah asli (3)



\sqrt{t} : 19,85



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

KESIMPULAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
 Kedalaman : 1 meter

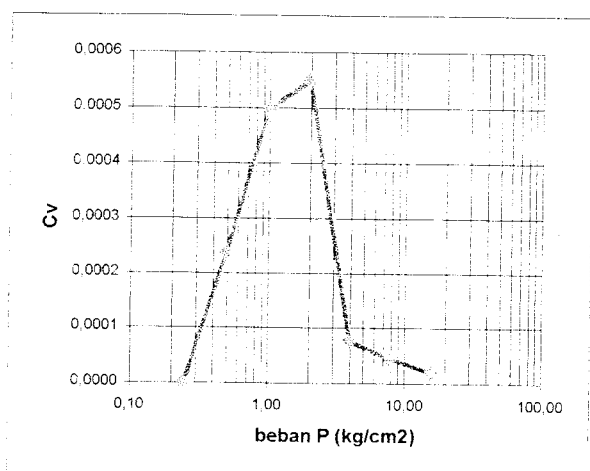
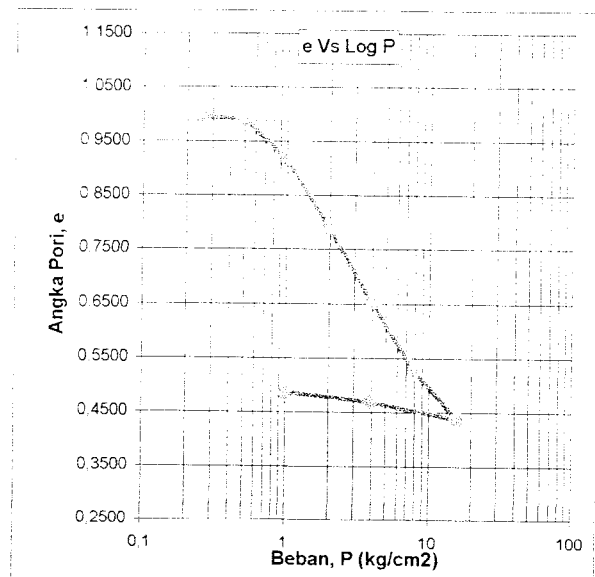
Dikerjakan : Arwan + Nurdian
 Tanggal : 06 September 2006
 Jenis sampel : Tanah asli (3)

Data parameter tanah dan ring	
Berat Jenis Tanah	2,55
Berat ring (gr)	117,58
Diameter (cm)	7,5
Luas ring (cm ²)	44,178647
Tinggi (H _o) (cm)	2
Volume V _o (cm ³)	88,357293

Kadar air sebelum pengujian, %		
Berat Container (cup), (gr)	22,10	21,65
Berat Cup + tanah basah, (gr)	59,70	59,05
Berat Cup + tanah kering, (gr)	51,06	50,42
Kadar air, (%)	29,83	30,00
Kadar air rata-rata, (%)	29,92	

Berat ring + tanah basah, (gr)	264,38
Berat volume tanah basah, (gr)	1,661
Berat volume tanah kering, (gr)	1,279
Tinggi bagian padat, (H _t) (cm)	1,00
Angka pori, (e)	0,9940339
Derajat kejenuhan, (S _r) (%)	0,767539

kadar air setelah pengujian, %	
Berat ring + tanah basah, (gr)	271,59
Berat ring + tanah kering, (gr)	250,78
Kadar air, (%)	15,623123
Angka pori, (e)	0,4877487
Derajat Kejenuhan, (S _r) (%)	81,679282



Yogyakarta,
 Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA.



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

PEMBACAAN PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan : Arwan + Nurdian

Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah

Tanggal : 6 September 2006

Kedalaman : 1 meter

Jenis sampel : Tanah asli + Geotekstil 1 lapis (1)

Beban P (Kg)			1,00	2,00	4,00	8,00	16,00	32,00	64,00	16,00	4,00
Waktu Pembacaan			Pembacaan dial ... (mm) untuk beban ... (kg/cm ²)								
Jam	t	\sqrt{t}	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	16,00	4,00	1,00
	0	0	0,000	-0,022	-0,002	0,615	1,900	3,440	4,594	5,550	5,220
	5,40"	0,3	-0,022	-0,002	0,283	1,007	2,430	3,691	4,734		
	15,00"	0,2	-0,022	-0,002	0,325	1,220	2,520	3,749	4,750		
	29,40"	0,3	-0,022	-0,002	0,350	1,290	2,566	3,771	4,767		
	1,00"	0,7	-0,022	-0,002	0,399	1,368	2,620	3,805	4,790		
	2,25"	1,5	-0,022	-0,002	0,431	1,452	2,691	3,850	4,817		
	4,00"	2,0	-0,022	-0,002	0,459	1,500	2,750	3,894	4,838		
	6,25"	2,5	-0,022	-0,002	0,472	1,540	2,809	3,932	4,860		
	9,00"	3,2	-0,022	-0,002	0,480	1,568	2,833	3,954	4,891		
	12,25"	3,6	-0,022	-0,002	0,488	1,594	2,869	4,000	4,912		
	16,00"	4,3	-0,022	-0,002	0,519	1,667	2,945	4,071	4,956		
	25,00"	4,9	-0,022	-0,002	0,527	1,694	3,004	4,111	4,986		
	36,00"	5,6	-0,022	-0,002	0,538	1,710	3,025	4,140	5,025		
	49,00"	6,4	-0,022	-0,002	0,541	1,718	3,060	4,192	5,069		
1,04'	64,00"	7,7	-0,022	-0,002	0,557	1,765	3,142	4,267	5,147		
1,21'	81,00"	8,3	-0,022	-0,002	0,562	1,777	3,163	4,289	5,172		
1,40'	100,00"	8,7	-0,022	-0,002	0,566	1,787	3,187	4,310	5,196		
2,01'	121,00"	9,5	-0,022	-0,002	0,574	1,803	3,220	4,351	5,223		
2,24'	144,00"	11,4	-0,022	-0,002	0,582	1,823	3,255	4,415	5,267		
3,45'	225,00"	15,5	-0,022	-0,002	0,590	1,844	3,310	4,500	5,370		
6,40'	400,00"	21,3	-0,022	-0,002	0,601	1,864	3,371	4,548	5,461		
24,0'	1440,00"	37,9	-0,022	-0,002	0,615	1,900	3,440	4,594	5,550	5,220	5,017

Yogyakarta,
Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 JALAN KALIURANG KM 14.4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

HITUNGAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jombon, Klaten, Jawa Tengah
 Kedalaman : 1 meter

Tanggal : 6 September 2006
 Dikerjakan : Arwan + Nurrian
 Jenis sampel : Tanah asli + Geotekstil
 1 lapis (1)

Berat Jenis Tanah : 2,55 Luas ring (cm²) : 44,1786
 Berat ring (gr) : 117,58 Tinggi (H₀) (cm) : 2
 Diameter (cm) : 7,5 Volume V₀ (cm³) : 88,3573

Beban	Pembacaan akhir dial	Perubahan tebal ΔH	Perubahan angka pori $\Delta e = \frac{\Delta H}{H_0}$	Angka pori $e = e_0 - \Delta e$	$C_c = \frac{\Delta e}{\log \frac{P_2}{P_1}}$	Tebal akhir $H = H_1 - \Delta H$	Tebal rata-rata $d = (H_1 + H_2)/2$	$\sqrt{t} \cdot 90$	t_{90} (detik)	$C_v = \frac{0,848 \times (d/2)^2}{t_{90}}$ (cm ² /det)
(kg/cm ²)	(mm)	(cm)				cm	cm			
0,00	0,0000			0,994			2,0011			
		-0,002	-0,002			2,002				
0,25	-0,0220			0,996			2,0012	0,000	0	0
		0,0020	0,002		0,007	2,000				
0,50	-0,0020			0,994			1,96935	0,000	0	0
		0,0617	0,062		0,204	1,939				
1,00	0,6150			0,933			1,87425	5,860	2060,4	0,000399057
		0,1285	0,128		0,426	1,810				
2,00	1,9000			0,805			1,733	5,790	2011,4	0,000370239
		0,1540	0,154		0,510	1,656				
4,00	3,4400			0,651			1,5983	9,840	5809,5	0,000109595
		0,1154	0,115		0,382	1,541				
8,00	4,5940			0,536			1,4928	9,780	5738,9	0,000094
		0,0956	0,095		0,317	1,445				
16,00	5,5500			0,441			1,4615	11,280	7634,3	0,000062
		-0,033	-0,033		0,055	1,478				
4,00	5,22			0,474			1,48815			
		-0,020	-0,020		0,034	1,498				
1,00	5,017			0,494						

Yogyakarta,
 Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Edy Furwanto, CES, DEA



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP**

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

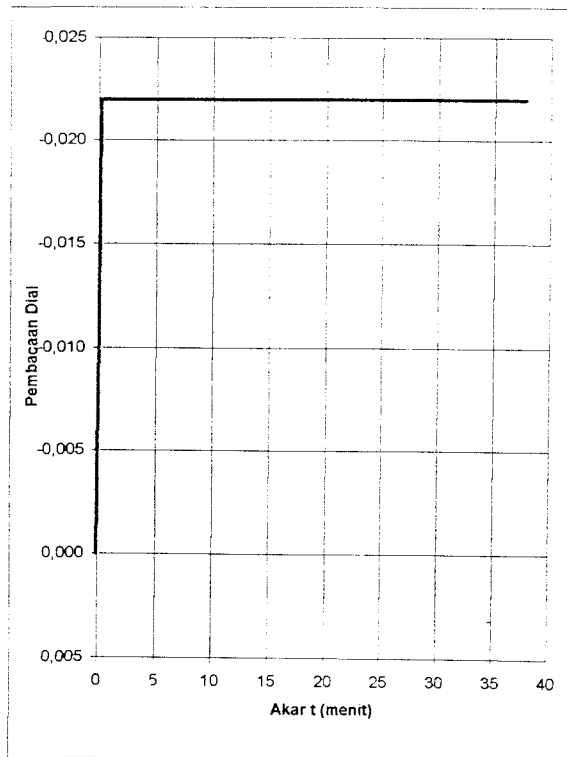
JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
Kedalaman : 1 meter

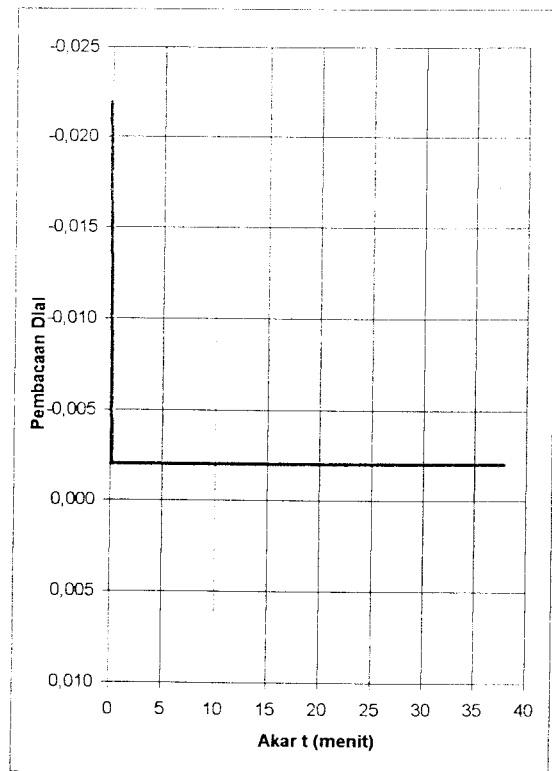
Dikerjakan : Arwan + Nurdian
Tanggal : 6 September 2006
Jenis sampel : Tanah asli + Geotekstil
1 lapis (1)

Beban 0,25 kg/cm²



\sqrt{t} : 0

Beban 0,5 kg/cm²



\sqrt{t} : 0



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

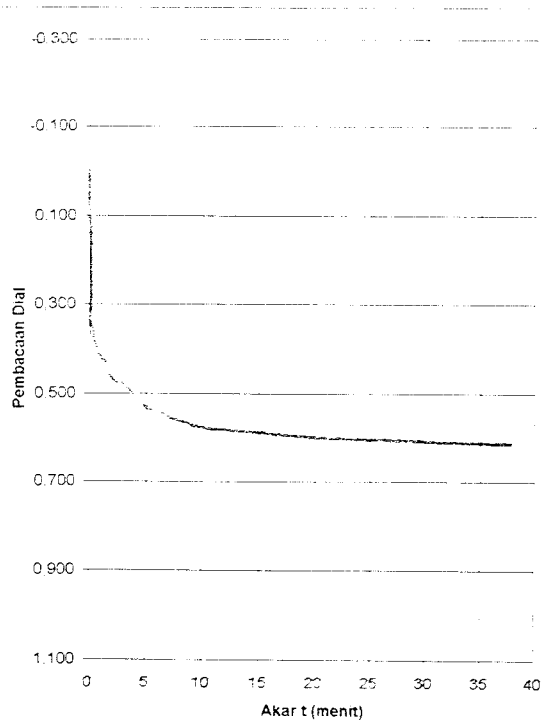
JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
Kedalaman : 1 meter

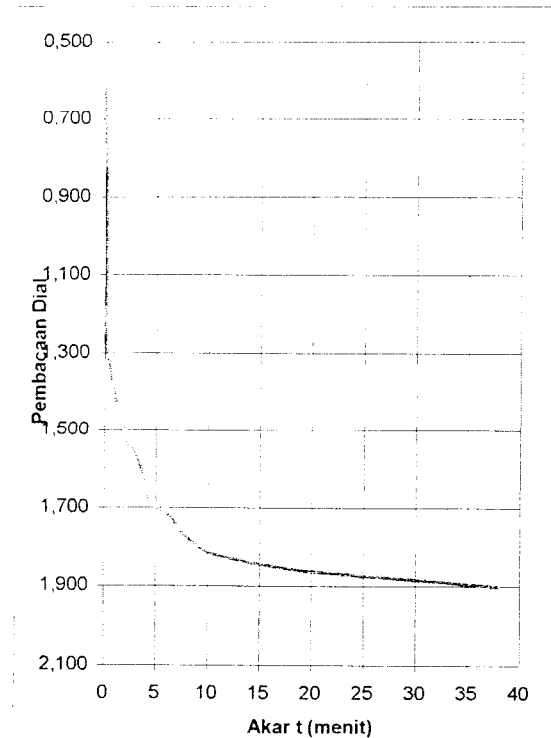
Dikerjakan : Arwan + Nurdian
Tanggal : 6 September 2006
Jenis sampel : Tanah asli + Geotekstil
1 lapis (1)

Beban 1,00 kg/cm²

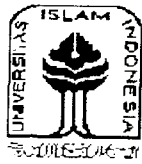


$\sqrt{t} : 5,86$

Beban 2,00 kg/cm²



$\sqrt{t} : 5,79$



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP**

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

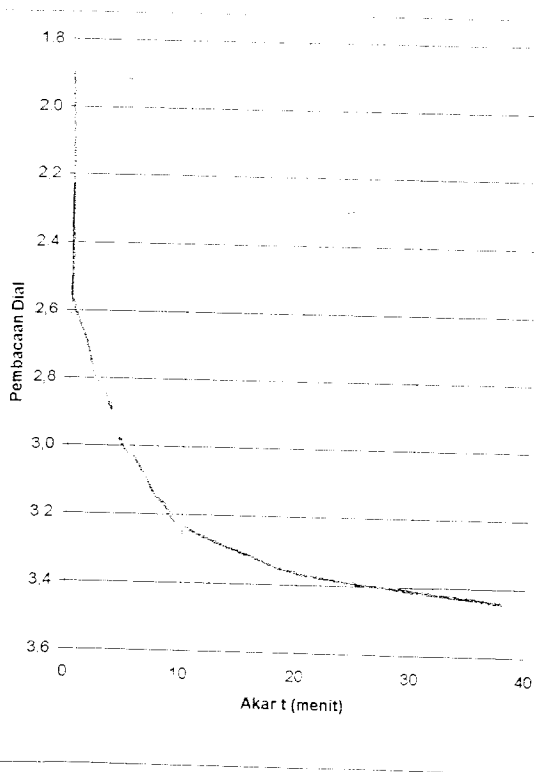
JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
Kedalaman : 1 meter

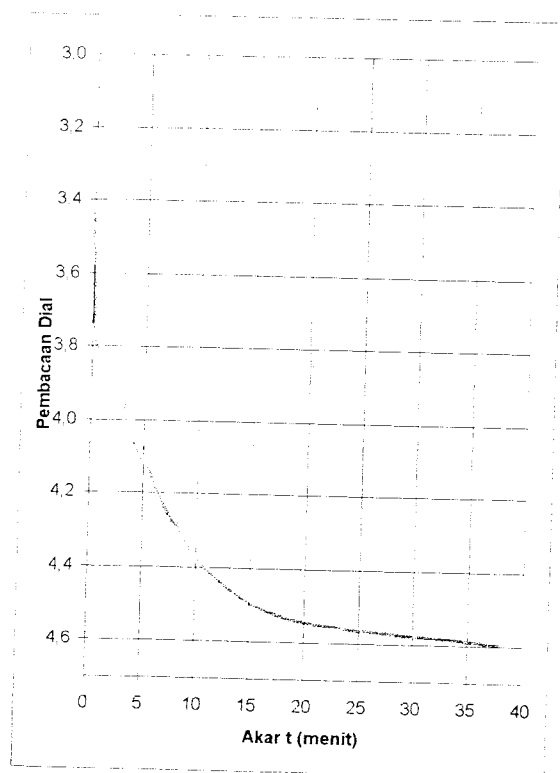
Dikerjakan : Arwan + Nurdian
Tanggal : 6 September 2006
Jenis sampel : Tanah asli + Geotekstil
1 lapis (1)

Beban 4,00 kg/cm²



$\sqrt{t} : 9,84$

Beban 8,00 kg/cm²



$\sqrt{t} : 9,78$



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP

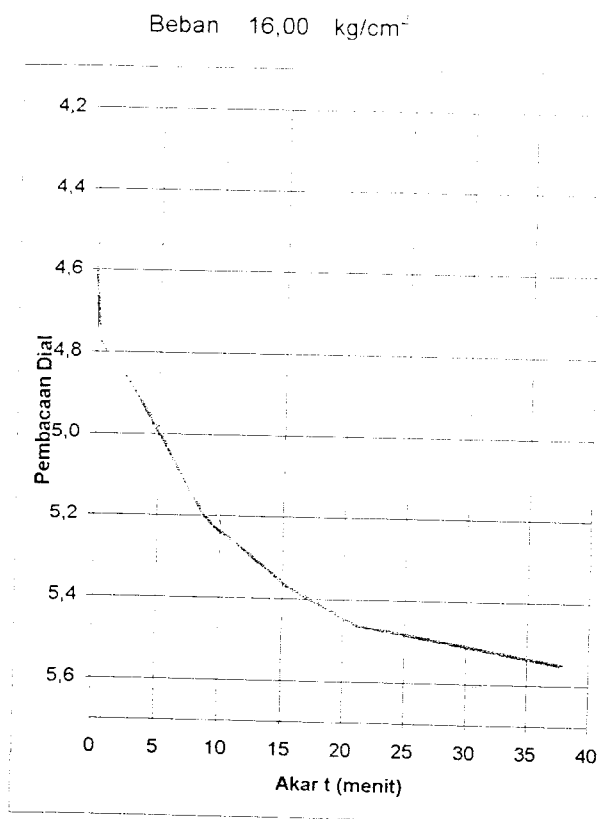
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
Kedalaman : 1 meter

Dikerjakan : Arwan + Nurdian
Tanggal : 6 September 2006
Jenis sampel : Tanah asli + Geotekstil
1 lapis (1)



$$\sqrt{t} : 11,28$$



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

KESIMPULAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
Kedalaman : 1 meter

Dikerjakan : Arwan + Nurdian
Tanggal : 6 September 2006
Jenis sampel : Tanah asli + Geotekstil
1 lapis (1)

Data parameter tanah dan ring

Berat Jenis Tanah	2,55
Berat ring (gr)	117,58
Diameter (cm)	7,5
Luas ring (cm ²)	44,17865
Tinggi (H _o) (cm)	2
Volume V _o (cm ³)	88,35729

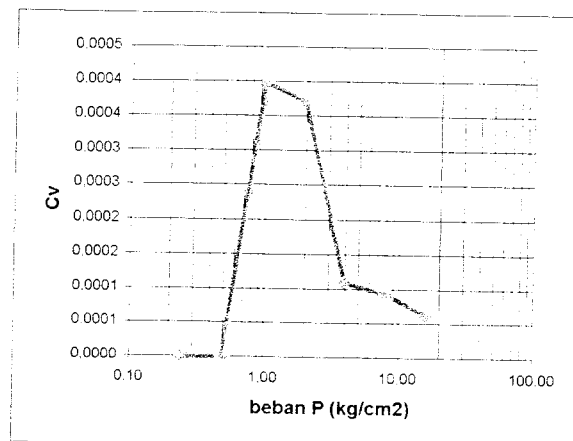
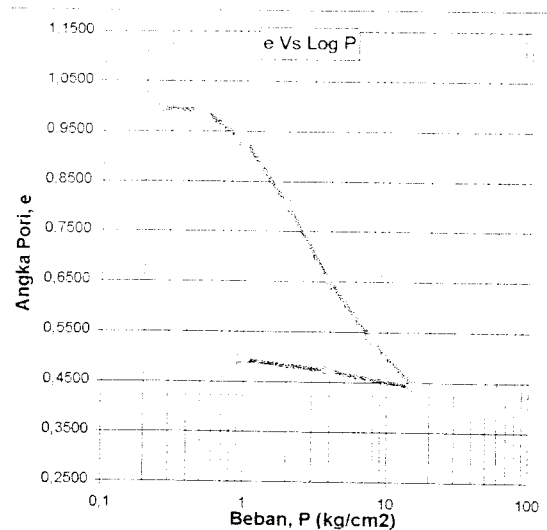
Kadar air sebelum pengujian, %

Berat Container (cup), (gr)	22,10	21,65
Berat Cup + tanah basah, (gr)	59,70	59,05
Berat Cup + tanah kering, (gr)	51,06	50,42
Kadar air, (%)	29,83	30,00
Kadar air rata-rata, (%)	29,92	

Berat ring + tanah basah, (gr)	264,38
Berat volume tanah basah, (gr)	1,661
Berat volume tanah kering, (gr)	1,279
Tinggi bagian padat, (H _t) (cm)	1,00
Angka pori, (e)	0,994034
Derajat kejenuhan, (S _r) (%)	0,767539

Kadar air setelah pengujian, %

Berat ring + tanah basah, (gr)	272,98
Berat ring + tanah kering, (gr)	251,13
Kadar air, (%)	16,36091
Angka pori, (e)	0,493831
Derajat Kejenuhan, (S _r) (%)	84,48309



Yogyakarta,
Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto CES DEA



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP**

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

PEMBACAAN PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan : Arwan + Nurdian

Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah

Tanggal : 6 September 2006

Kedalaman : 1 meter

Jenis sampel : Tanah asli + Geotekstil 1 lapis (2)

Beban P (Kg)			1,00	2,00	4,00	8,00	16,00	32,00	64,00	16,00	4,00
Waktu Pembacaan			Pembacaan dial ... (mm) untuk beban ... (kg/cm ²)								
Jam	t	\sqrt{t}	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	16,00	4,00	1,00
	0	0	0,000	-0,022	-0,022	0,618	1,904	3,446	4,601	5,557	5,224
	5,40"	0,3	-0,022	-0,022	0,280	1,012	2,438	3,700	4,740		
	15,00"	0,5	-0,022	-0,022	0,323	1,226	2,524	3,755	4,758		
	29,40"	0,7	-0,022	-0,022	0,344	1,294	2,570	3,781	4,773		
	1,00'	1,0	-0,022	-0,022	0,393	1,374	2,627	3,811	4,795		
	2,25"	1,5	-0,022	-0,022	0,433	1,453	2,696	3,858	4,822		
	4,00"	2,0	-0,022	-0,022	0,453	1,498	2,750	3,891	4,844		
	6,25"	2,3	-0,022	-0,022	0,468	1,542	2,800	3,926	4,850		
	9,00"	3,0	-0,022	-0,022	0,477	1,571	2,838	3,956	4,888		
	12,25"	3,5	-0,022	-0,022	0,485	1,599	2,877	3,988	4,912		
	16,00"	4,0	-0,022	-0,022	0,498	1,620	2,908	4,014	4,932		
	25,00"	5,0	-0,022	-0,022	0,511	1,661	2,967	4,070	4,978		
	36,00"	6,1	-0,022	-0,022	0,525	1,698	3,020	4,122	5,017		
	49,00"	7,1	-0,022	-0,022	0,533	1,729	3,069	4,175	5,059		
1,04'	64,00"	8,0	-0,022	-0,022	0,542	1,753	3,109	4,222	5,100		
1,21'	81,00"	9,0	-0,022	-0,022	0,549	1,772	3,155	4,272	5,143		
1,40'	100,00"	10,0	-0,022	-0,022	0,556	1,788	3,191	4,317	5,184		
2,01'	121,00"	11,0	-0,022	-0,022	0,562	1,803	3,222	4,359	5,224		
2,24'	144,00"	12,0	-0,022	-0,022	0,568	1,813	3,249	4,400	5,264		
3,45'	225,00"	15,0	-0,022	-0,022	0,582	1,830	3,312	4,506	5,378		
6,40'	400,00"	20,0	-0,022	-0,022	0,600	1,867	3,379	4,554	5,468		
24,0'	1440,00"	37,9	-0,022	-0,022	0,618	1,904	3,446	4,601	5,557	5,224	5,024

Yogyakarta,
Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA.



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

HITUNGAN UJI KONSOLIDASI

Proyek Tugas Akhir

Lokasi Jombor Klaten Jawa Tengah

Kedalaman 1 meter

Diperakani Arwan + Nurdian

Tanggal 6 September 2006

Jenis sampel Tanah asli + Geotekstil

1 lapis (2)

Berat Jenis Tanah 2,55 Luas ring (cm²) 44,1788

Berat ring (gr) 117,56 Tinggi (H₀) (cm) 2

Diameter (cm) 7,5 Volume V₀ (cm³) 88,3573

Beban (kg/cm ²)	Pembelian akhir dial (mm)	Perubahan tebal ΔH (cm)	Perubahan angka pori $\Delta e = \frac{\Delta H}{H_0}$	Angka pori $e = e_0 - \Delta$	$C_c = \frac{\Delta e}{\log \frac{P_2}{P_1}}$	Tebal akhir H=H ₁ - ΔH (cm)	Tebal rata-rata d=(H ₁ +H ₂)/2 (cm)	$\sqrt{t_{90}}$	t_{90} (detik)	$C_v = \frac{0,848 \times (d/2)^2}{t_{90}}$ (cm ² /det)
0,00	0,0000			0,994			2,0011			
0,25	-0,0220	-0,002	-0,002	0,996		2,002	2,0022			
0,50	-0,0220	0,0000	0,000	0,996	0,000	2,002	1,9702	0,000	0	0
1,00	0,6180	0,0640	0,064	0,932	0,212	1,936	1,6739	0,000	0	0
2,00	1,9040	0,1286	0,128	0,804	0,426	1,810	1,7325	7,000	2940	0,000279904
4,00	3,4460	0,1542	0,154	0,650	0,511	1,655	1,59765	7,000	2940	0,00025321
8,00	4,6010	0,1155	0,115	0,535	0,383	1,540	1,4921	8,000	3840	0,000165711
16,00	5,5570	0,0956	0,095	0,440	0,317	1,444	1,46095	14,000	11760	0,000046
4,00	5,22	-0,033	-0,033	0,473	0,055	1,478	1,4876	19,000	21660	0,000022
1,00	5,024	-0,020	-0,020	0,493	0,033	1,498				

Yogyakarta,
Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA



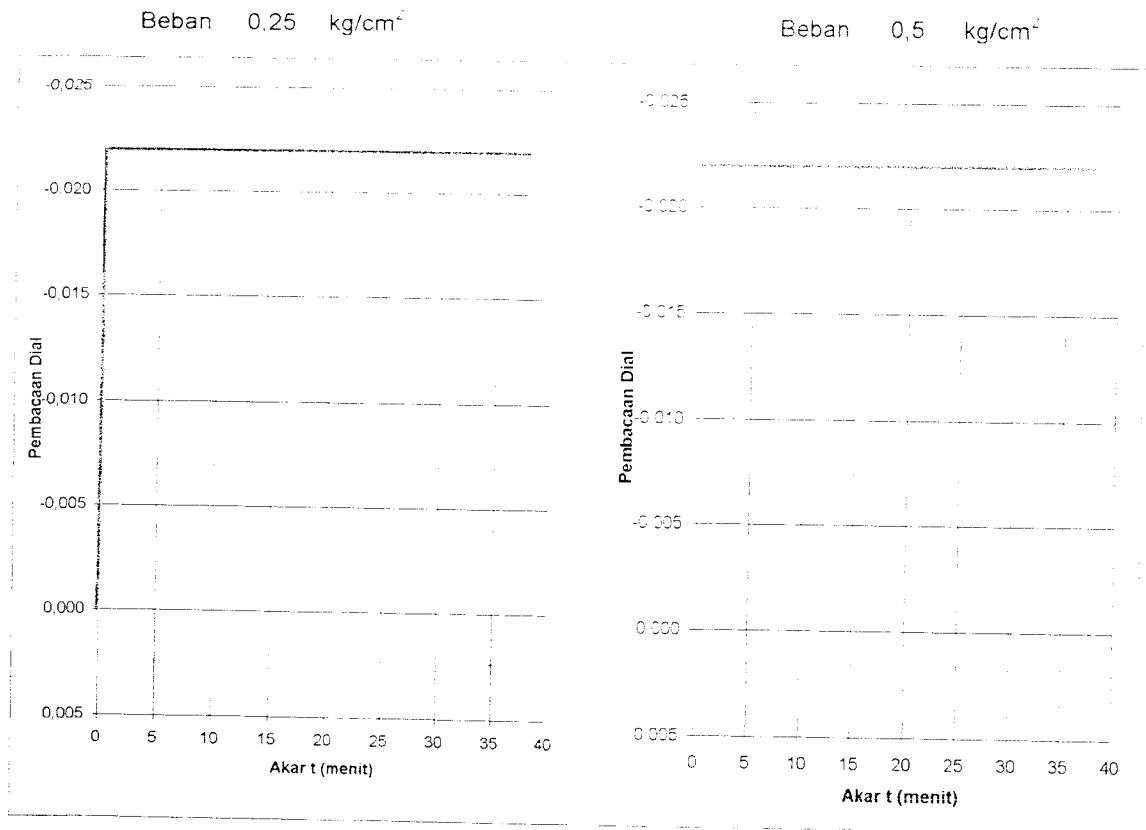
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
 Kedalaman : 1 meter

Dikerjakan : Arwan + Nurdian
 Tanggal : 6 September 2006
 Jenis sampel : Tanah asli + Geotekstil
 1 lapis (2)



$\sqrt{t} :$ 0

$\sqrt{t} :$ 0



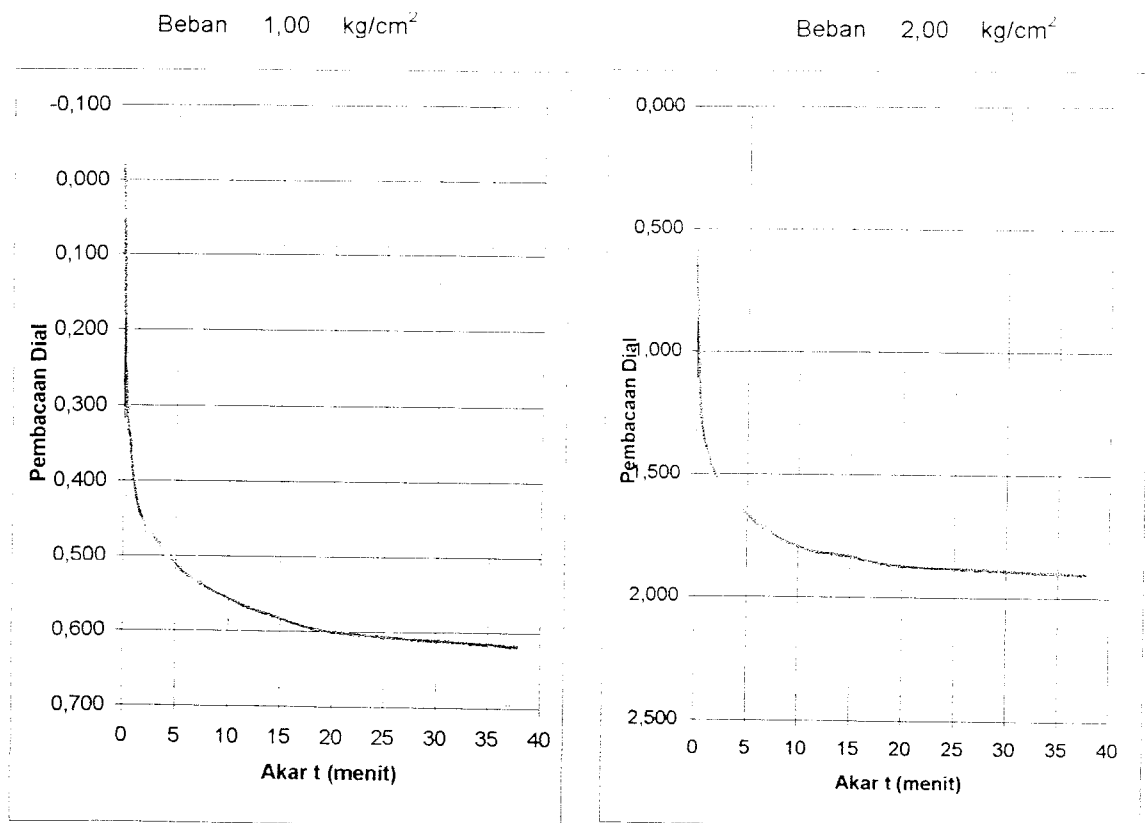
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
 Kedalaman : 1 meter

Dikerjakan : Arwan + Nurdian
 Tanggal : 6 September 2006
 Jenis sampel : Tanah asli + Geotekstil
 1 lapis (2)



$\sqrt{t} : 7$

$\sqrt{t} : 7$



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

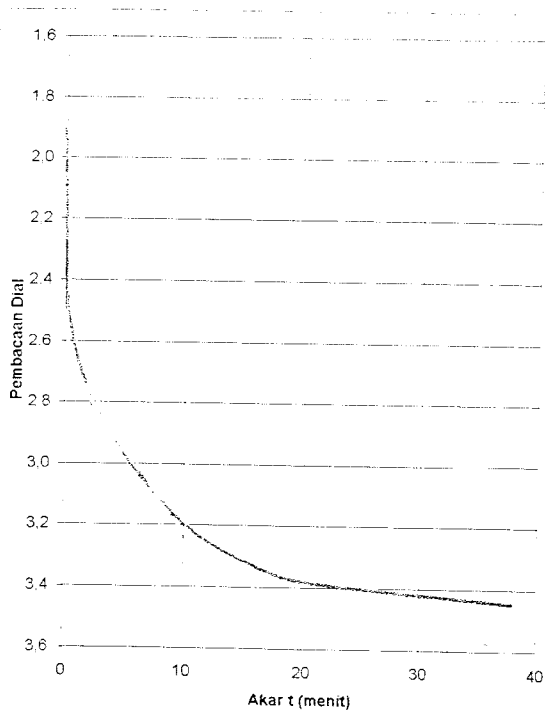
JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas akhir
 Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
 Kedalaman : 1 meter

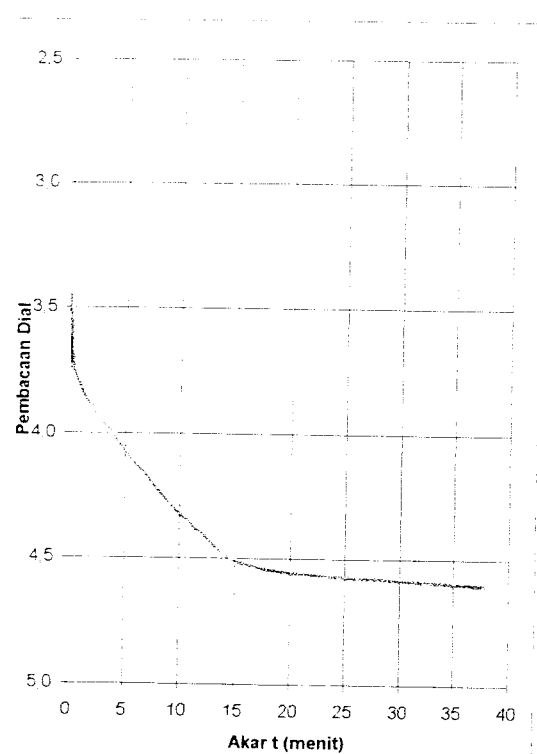
Dikerjakan : Arwan + Nurdian
 Tanggal : 6 September 2006
 Jenis sampel : Tanah asli + Geotekstil
 1 lapis (2)

Beban 4,00 kg/cm²



\sqrt{t} : 8

Beban 8,00 kg/cm²



\sqrt{t} : 14



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

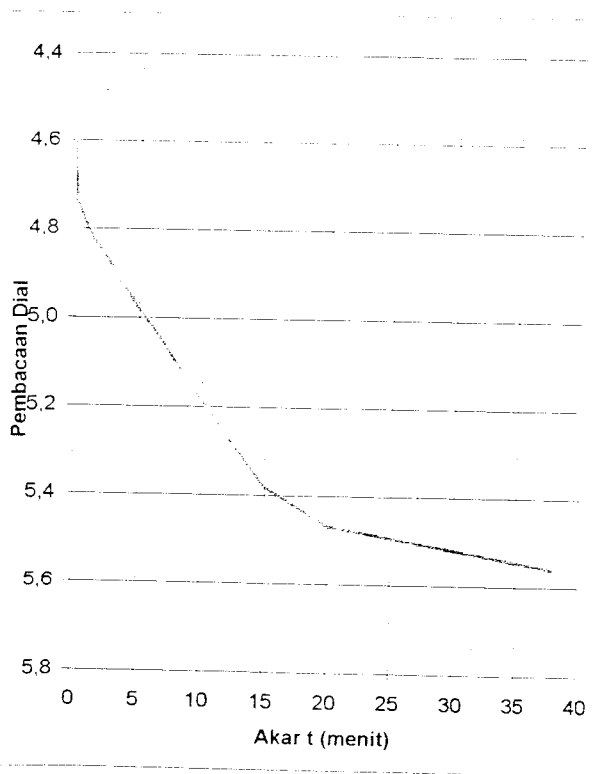
JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
 Kedalaman : 1 meter

Dikerjakan : Arwan + Nurdian
 Tanggal : 6 September 2006
 Jenis sampel : Tanah asli + Geotekstil
 1 lapis (2)

Beban 16.00 kg/cm²



\sqrt{t} : 19



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

KESIMPULAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
 Kedalaman : 1 meter

Dikerjakan : Arwan + Nurdian
 Tanggal : 6 September 2006
 Jenis sampel : Tanah asli + Geotekstil
 1 lapis (2)

Data parameter tanah dan ring

Berat Jenis Tanah	2.55
Berat ring (gr)	117.58
Diameter (cm)	7.5
Luas ring (cm ²)	44.17865
Tinggi (H _o) (cm)	2
Volume V _o (cm ³)	88.35729

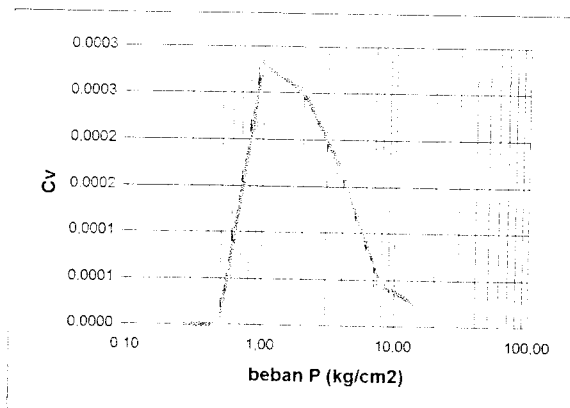
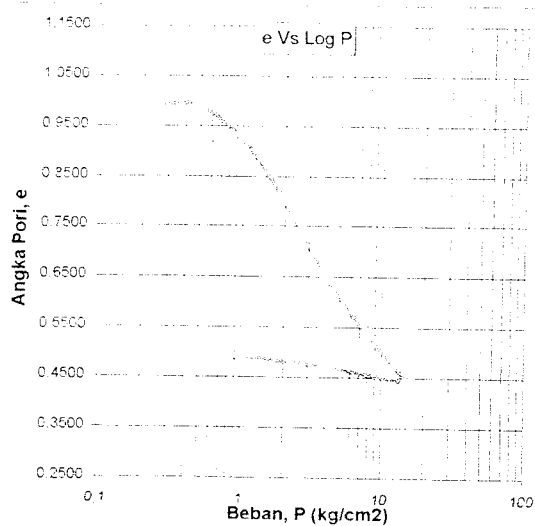
Kadar air sebelum pengujian, %

Berat Container (cup). (gr)	22.10	21.65
Berat Cup + tanah basah. (gr)	59.70	59.05
Berat Cup + tanah kering. (gr)	51.06	50.42
Kadar air. (%)	29.83	30.00
Kadar air rata-rata. (%)	29.92	

Berat ring + tanah basah. (gr)	264.38
Berat volume tanah basah. (gr)	1.661
Berat volume tanah kering. (gr)	1.279
Tinggi bagian padat. (H _t) (cm)	1.00
Angka pori. (e)	0.994034
Derajat kejenuhan. (Sr)	0.767539

Kadar air setelah pengujian, %

Berat ring + tanah basah. (gr)	274.71
Berat ring + tanah kering. (gr)	253.75
Kadar air. (%)	15.39252
Angka pori. (e)	0.493133
Derajat Kejenuhan. (Sr) (%)	79.5951



Yogyakarta,
 Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto CES DEA



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

PEMBACAAN PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan : Arwan + Nurdian

Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah

Tanggal : 6 September 2006

Kedalaman : 1 meter

Jenis sampel : Tanah asli + Geotekstil 1 lapis (3)

Beban P (Kg)			1,00	2,00	4,00	8,00	16,00	32,00	64,00	16,00	4,00
Waktu Pembacaan			Pembacaan dial ... (mm) untuk beban ... (kg/cm ²)								
Jam	t	\sqrt{t}	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	16,00	4,00	1,00
	0	0	-0,023	-0,023	-0,023	0,622	1,909	3,452	4,609	5,566	5,232
	5,40"	0,3	-0,023	-0,023	0,291	1,018	2,442	3,707	4,748		
	15,00"	0,4	-0,023	-0,023	0,331	1,231	2,529	3,760	4,768		
	29,40"	0,6	-0,023	-0,023	0,350	1,300	2,576	3,788	4,780		
	1,00"	0,7	-0,023	-0,023	0,401	1,377	2,631	3,820	4,801		
	2,25"	1,5	-0,023	-0,023	0,442	1,461	2,704	3,890	4,848		
	4,00"	2,0	-0,023	-0,023	0,459	1,501	2,756	3,941	4,865		
	6,25"	2,5	-0,023	-0,023	0,474	1,548	2,808	3,982	4,900		
	9,00"	3,0	-0,023	-0,023	0,481	1,580	2,841	4,022	4,922		
	12,25"	3,5	-0,023	-0,023	0,487	1,604	2,882	4,060	4,943		
	16,00"	4,0	-0,023	-0,023	0,500	1,640	2,926	4,085	4,984		
	25,00"	4,4	-0,023	-0,023	0,515	1,669	2,972	4,114	4,984		
	36,00"	5,5	-0,023	-0,023	0,530	1,702	3,027	4,163	5,026		
	49,00"	6,3	-0,023	-0,023	0,540	1,732	3,071	4,203	5,062		
1,04'	64,00"	7,5	-0,023	-0,023	0,546	1,759	3,116	4,261	5,106		
1,21'	81,00"	8,9	-0,023	-0,023	0,554	1,777	3,160	4,347	5,161		
1,40'	100,00"	10,0	-0,023	-0,023	0,562	1,794	3,205	4,404	5,202		
2,01'	121,00"	11,0	-0,023	-0,023	0,569	1,810	3,228	4,440	5,243		
2,24'	144,00"	12,0	-0,023	-0,023	0,572	1,817	3,255	4,465	5,284		
3,45'	225,00"	15,0	-0,023	-0,023	0,588	1,836	3,319	4,514	5,384		
6,40'	400,00"	20,0	-0,023	-0,023	0,610	1,872	3,384	4,560	5,474		
24,0'	1440,00"	37,9	-0,023	-0,023	0,622	1,909	3,452	4,609	5,566	5,232	5,036

Yogyakarta,

Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA.



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

HITUNGAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
 Kedalaman : 1 meter

Dikerjakan : Arwan + Nurdian
 Tanggal : 6 September 2006
 Jenis sampel : Tanah asli + Geotekstil
 1 lapis (3)

Berat Jenis Tanah : 2,55 Luas ring (cm²) : 44,1786
 Berat ring (gr) : 117,58 Tinggi (H₀) (cm) : 2
 Diameter (cm) : 7,5 Volume V₀ (cm³) : 88,3573

Beban	Pembacaan akhir dial	Perubahan tebal ΔH	Perubahan angka pori $\Delta e = \frac{\Delta H}{H_i}$	Angka pori $e = e_i - \Delta e$	$C_c = \frac{\Delta e}{\log \frac{P_2}{P_1}}$	Tebal akhir $H = H_1 - \Delta H$	Tebal rata-rata $d = (H_1 + H_2)/2$	$\sqrt{t} \cdot 90$	t_{90} (detik)	$C_v = \frac{0,848 \times (d/2)^2}{t_{90}}$ (cm ² /det)
(kg/cm ²)	(mm)	(cm)				cm	cm			
0,00	-0,0230			0,994			2			
		0,000	0,000			2,000				
0,25	-0,0230			0,994			2			
		0,0000	0,000		0,000	2,000		0,000	0	0
0,50	-0,0230			0,994			1,96775			
		0,0645	0,064		0,214	1,936		0,000	0	0
1,00	0,6220			0,930			1,87115			
		0,1287	0,128		0,426	1,607		3,930	926,69	0,000885807
2,00	1,9090			0,801			1,72965			
		0,1543	0,154		0,511	1,653		3,610	781,93	0,000949265
4,00	3,4520			0,648			1,59465			
		0,1157	0,115		0,383	1,537		5,210	1628,6	0,000389427
8,00	4,6090			0,532			1,48895			
		0,0957	0,095		0,317	1,441		12,660	9616,5	0,000056
15,00	5,5660			0,437			1,4578			
		-0,033	-0,033		0,055	1,475		17,880	19182	0,000025
4,00	5,23			0,470			1,4843			
		-0,020	-0,020		0,032	1,494				
1,00	5,036			0,490						

Yogyakarta,
 Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Egi Purwanto, CES, DEA.



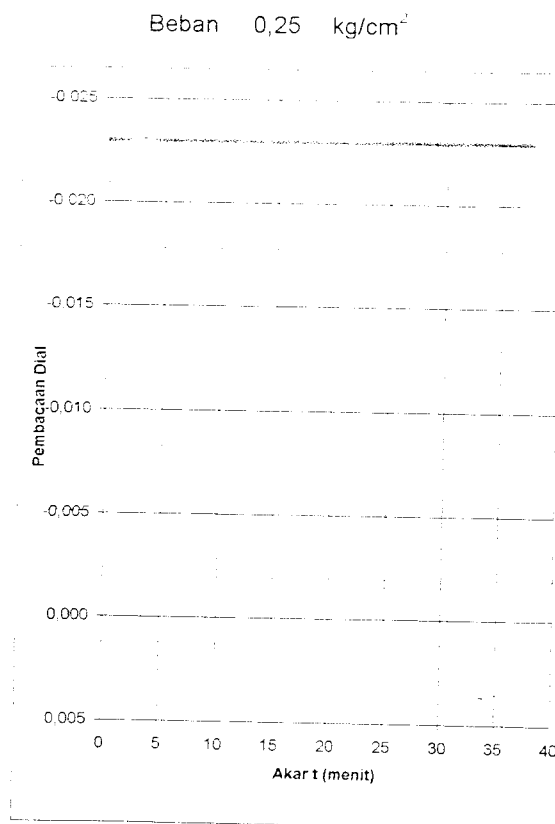
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

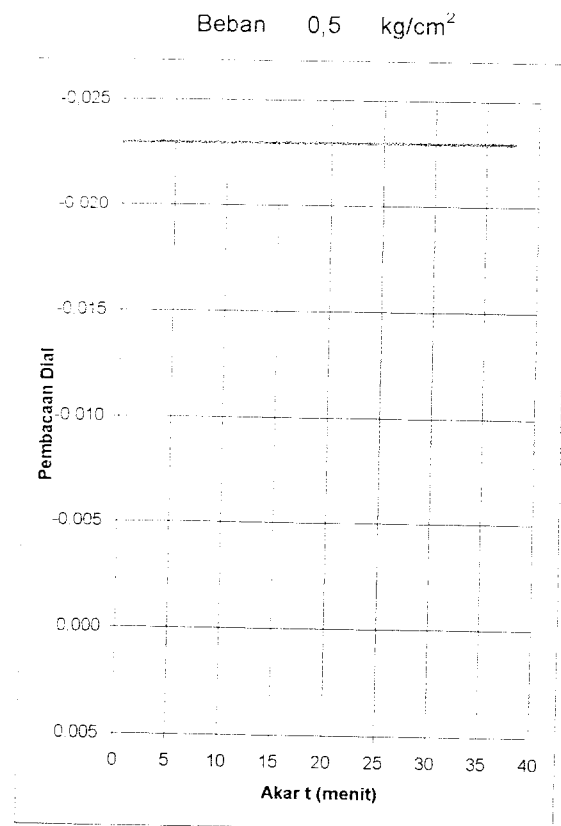
GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
 Kedalaman : 1 meter

Dikerjakan : Arwan + Nurdian
 Tanggal : 6 September 2006
 Jenis sampel : Tanah asli + Geotekstil
 1 lapis (3)



$\sqrt{t} : 0$



$\sqrt{t} : 0$



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP

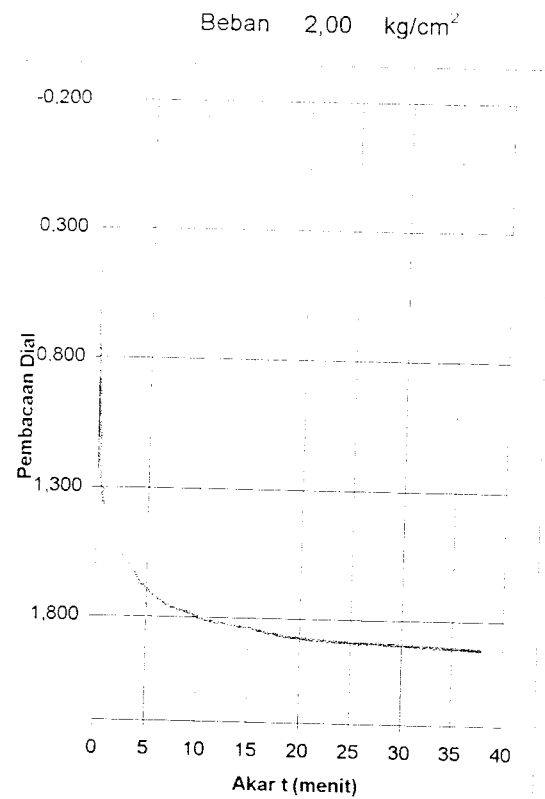
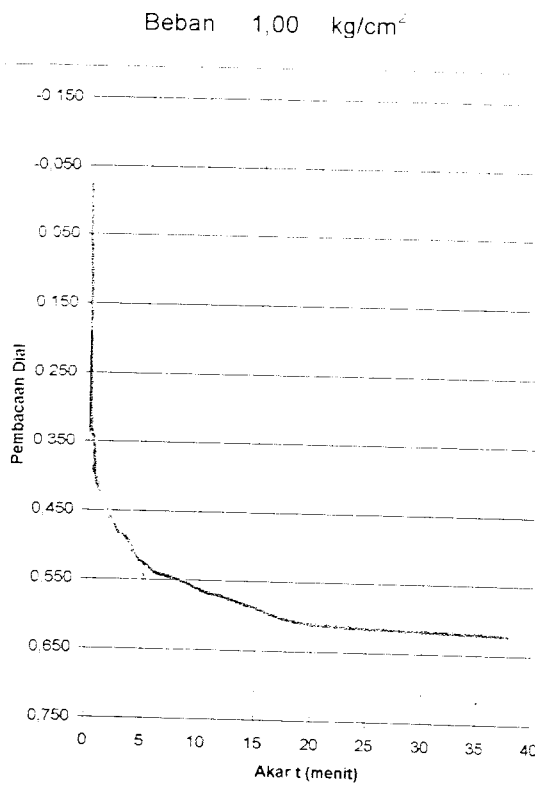
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
 Kedalaman : 1 meter

Dikerjakan : Arwan + Nurdian
 Tanggal : 6 September 2006
 Jenis sampel : Tanah asli + Geotekstil
 1 lapis (3)



$\sqrt{t} :$ 3,93

$\sqrt{t} :$ 3,61



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

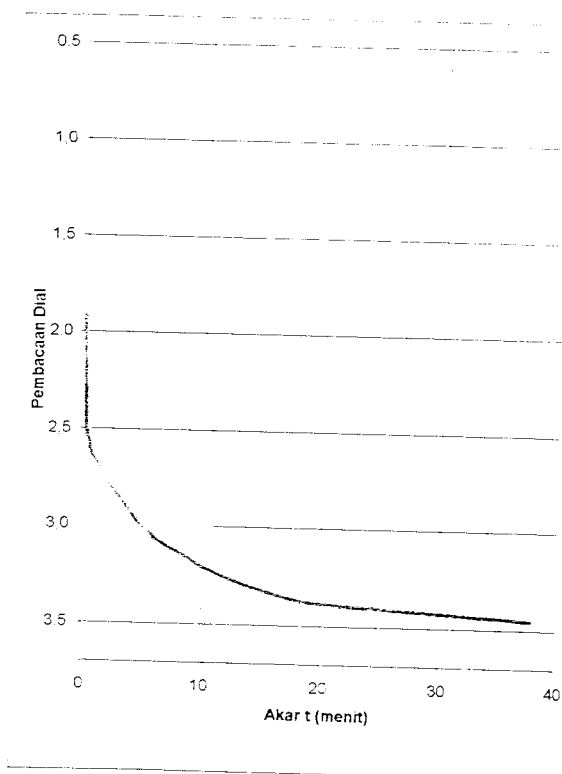
JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
Kedalaman : 1 meter

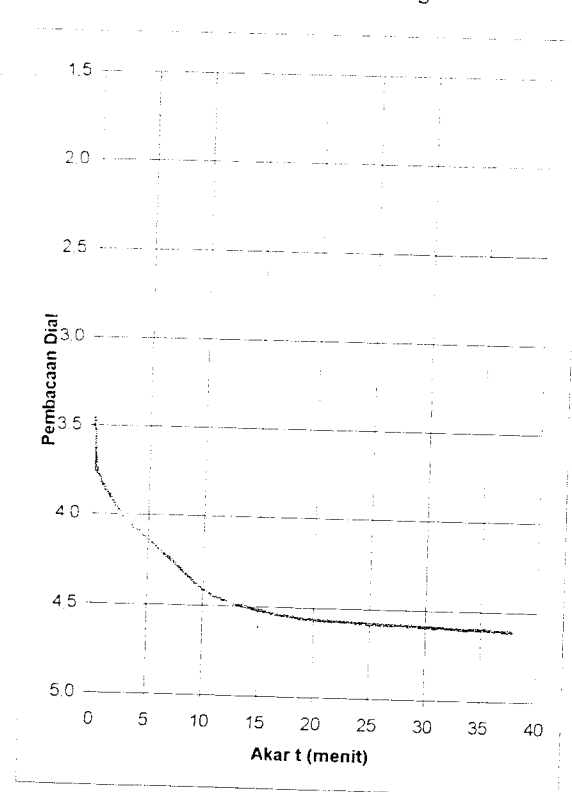
Dikerjakan : Arwan + Nurdian
Tanggal : 6 September 2006
Jenis sampel : Tanah asli + Geotekstil
1 lapis (3)

Beban 4,00 kg/cm²



$\sqrt{t_i}$: 5,21

Beban 8,00 kg/cm²



$\sqrt{t_i}$: 12,66



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP

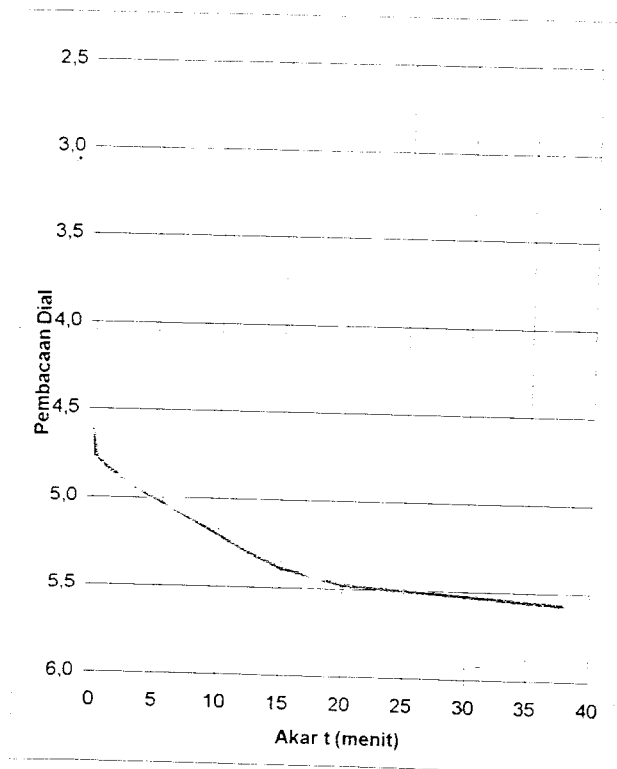
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
Kedalaman : 1 meter

Dikerjakan : Arwan + Nurdian
Tanggal : 6 September 2006
Jenis sampel : Tanah asli + Geotekstil
1 lapis (3)

Beban 16,00 kg/cm²



\sqrt{t} : 17,88



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

KESIMPULAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
 Kedalaman : 1 meter

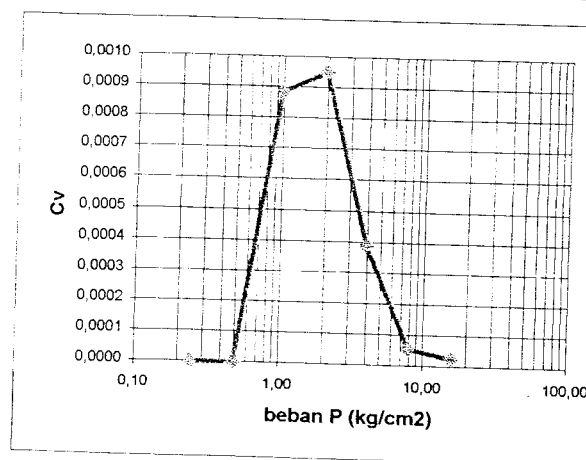
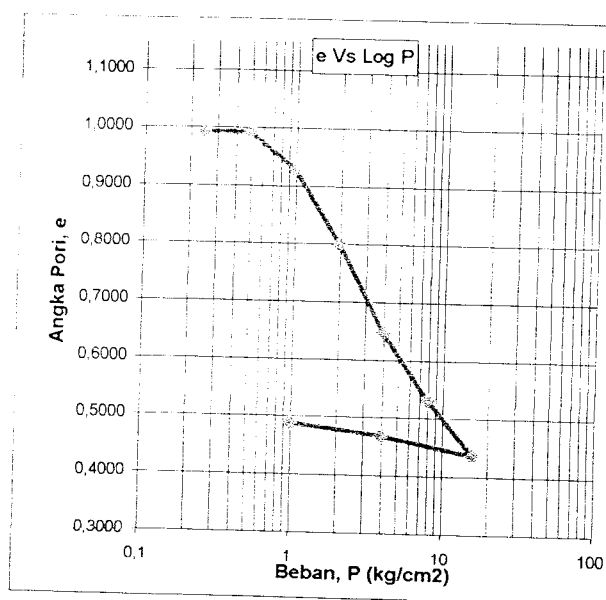
Dikerjakan : Arwan + Nurdian
 Tanggal : 6 September 2006
 Jenis sampel : Tanah asli + Geotekstil
 1 lapis (3)

Data parameter tanah dan ring	
Berat Jenis Tanah	2,55
Berat ring (gr)	117,58
Diameter (cm)	7,5
Luas ring (cm ²)	44,178647
Tinggi (H _o) (cm)	2
Volume V _o (cm ³)	88,357293

Kadar air sebelum pengujian, %		
Berat Container (cup). (gr)	22,10	21,65
Berat Cup + tanah basah. (gr)	59,70	59,05
Berat Cup + tanah kering. (gr)	51,06	50,42
Kadar air. (%)	29,83	30,00
Kadar air rata-rata. (%)	29,92	

Berat ring + tanah basah. (gr)	264,38
Berat volume tanah basah. (gr)	1,661
Berat volume tanah kering. (gr)	1,279
Tinggi bagian padat. (H _t) (cm)	1,00
Angka pori. (e)	0,9940339
Derajat kejenuhan. (S _r) (%)	0,767539

Kadar air setelah pengujian, %	
Berat ring + tanah basah. (gr)	274,25
Berat ring + tanah kering. (gr)	246,72
Kadar air. (%)	21,31795
Angka pori. (e)	0,489643
Derajat Kejenuhan. (S _r) (%)	111,02123



Yogyakarta,
 Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA.

LAMPIRAN

7

Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

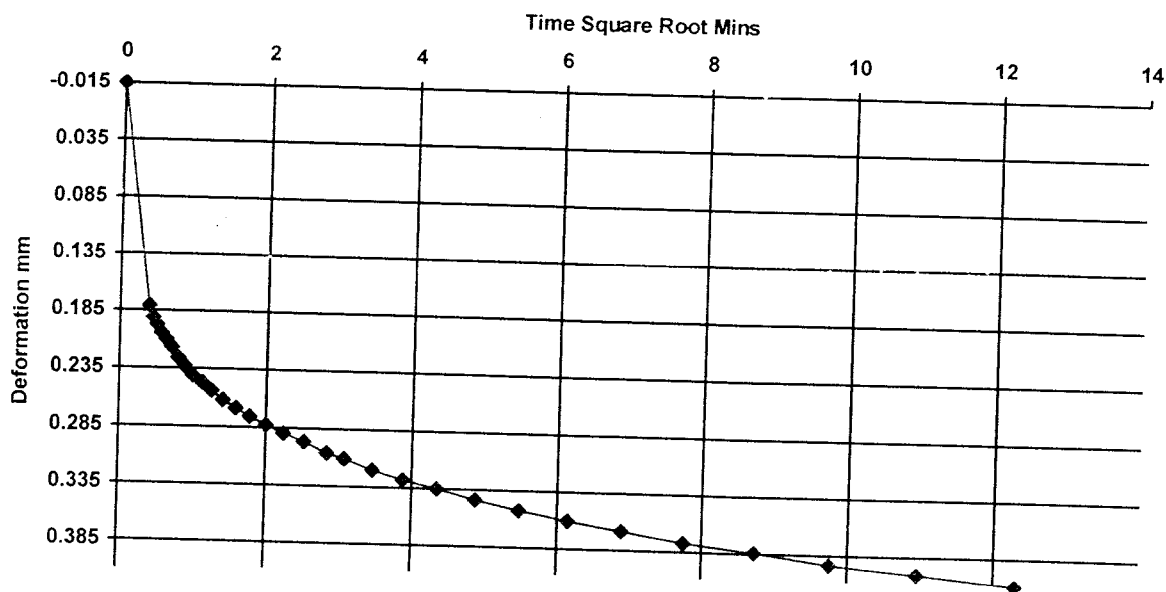
Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 01
Borehole	BH 1	Sample	01

Test Details			
Standard	ASTM D3080-03 / AASHTO T236-92	Particle Specific Gravity	2.55
Sample Type	Bulk Disturbed Sample	Single or Multi Stage	Single Stage
Lab. Temperature	28.0 deg.C	Location	Jombor. Klaten. Jawa Tengah.
Sample Description	Tanah Asli (I)		
Variations from procedure	None		

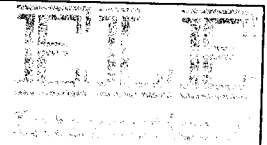
Specimen Details			
Specimen Reference	A	Description	Disturbed Sample
Depth within Sample	20.00mm	Orientation within Sample	Vertical
Initial Height	20.000 mm	Area	3600.00 mm ²
Structure / Preparation	Tanah Asli (I)	Initial Water Content*	26.8 % (trimmings: 29.9 %)
Initial Wet Unit Weight	16.27 kN/m ³	Degree of Saturation	71.88 %
Initial Dry Unit Weight	12.83 kN/m ³	Initial Voids Ratio	0.949
Final Wet Unit Weight	21.45 kN/m ³	Final Water Content	59.24%
Final Dry Unit Weight	13.47 kN/m ³	Dry Mass	94.20 g
Tested Dry or Submerged	Submerged		
Comments	Khusus Untuk Tugas Akhir		

* Calculated from initial and dry weights of whole specimen

Deformation vs Square Root Time

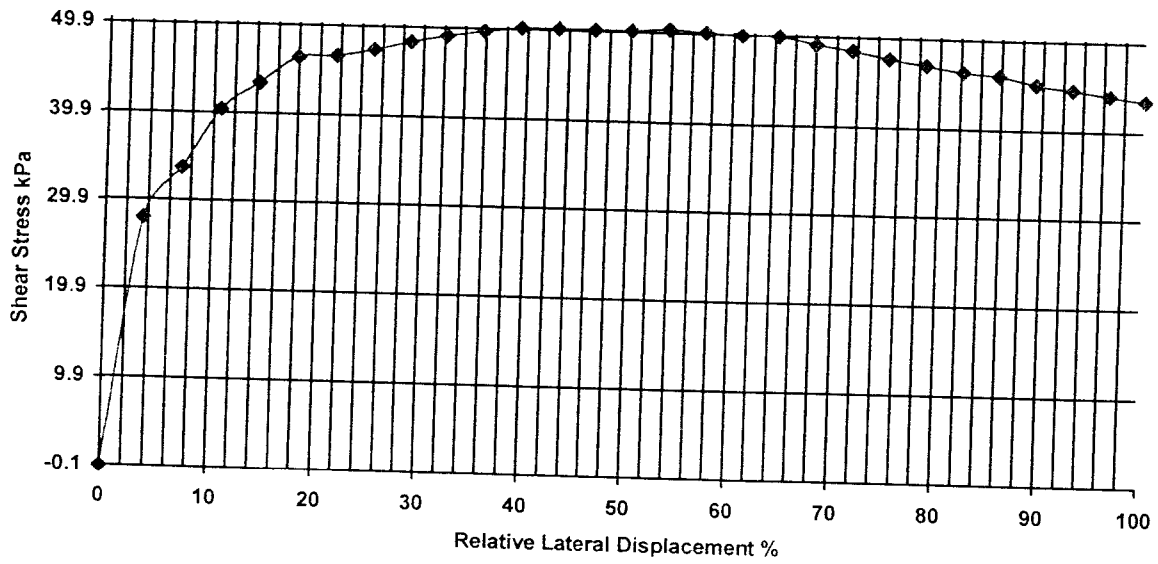


Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

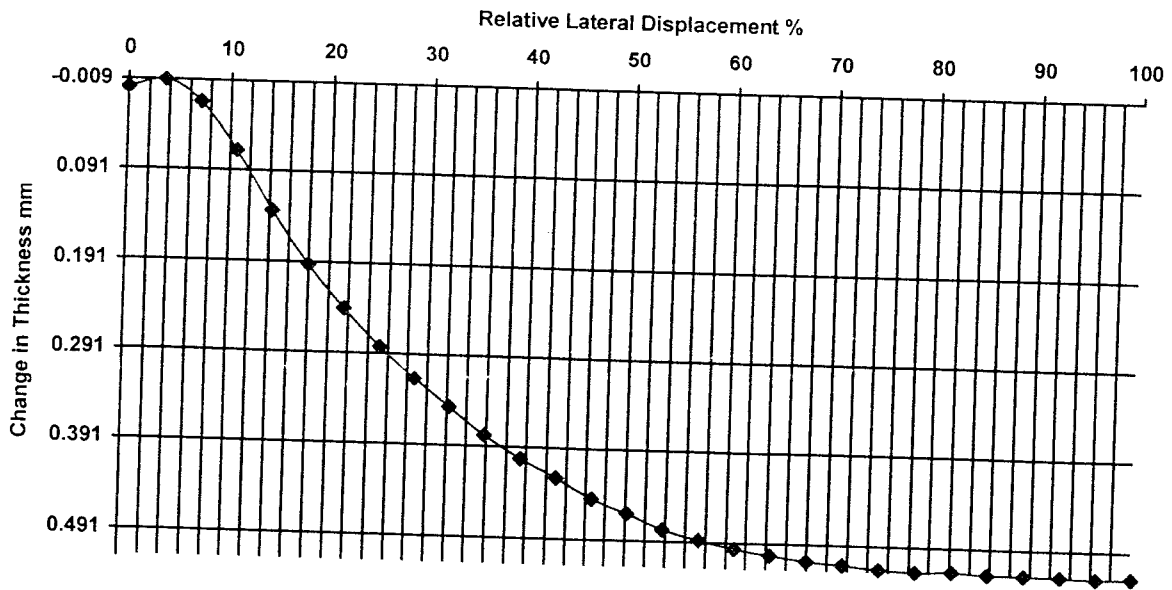


Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 01
Borehole	BH 1	Sample	01

Shear Stress Vs Displacement



Change in Specimen Thickness Vs Displacement



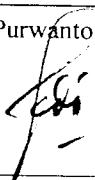
Rate of Horizontal Displacement	Stage 1: 0.4364mm/min
--	-----------------------

Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

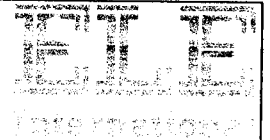


Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 01
Borehole	BH 1	Sample	01

Conditions at Failure	
Normal Stress	109.0 kPa
Peak Strength	50.3 kPa
Horizontal Deformation	3.075 mm
Residual Stress	0.0 kPa
Vertical Deformation	0.898 mm

Tested By and Date:	Arwan 28-08-2006
Checked By and Date:	Arwan 28-08-2006
Approved By and Date:	Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA. 

Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)



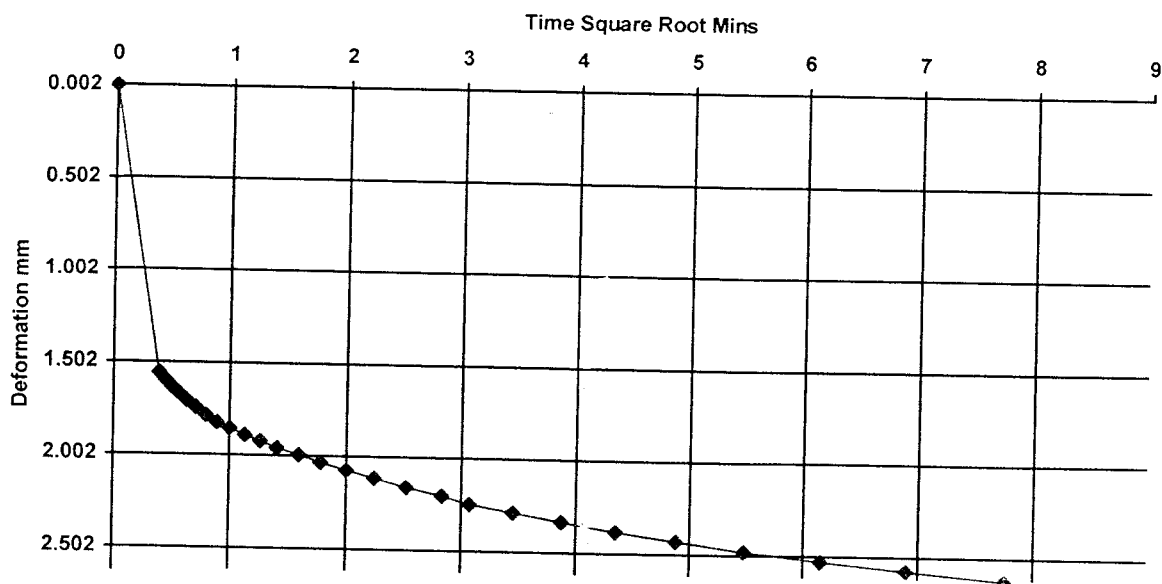
Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 01
Borehole	BH 1	Sample	02

Test Details			
Standard	ASTM D3080-03 / AASHTO T236-92	Particle Specific Gravity	2.55
Sample Type	Bulk Disturbed Sample	Single or Multi Stage	Single Stage
Lab. Temperature	26.0 deg.C	Location	Jombor, Klaten, Jawa Tengah.
Sample Description	Tanah Asli (I)		
Variations from procedure	None		

Specimen Details			
Specimen Reference	B	Description	Disturbed Sample
Depth within Sample	20.00mm	Orientation within Sample	Vertical
Initial Height	20.000 mm	Area	3600.00 mm ²
Structure / Preparation	Tanah Asli (I)	Initial Water Content*	28.0 % (trimmings: 29.9 %)
Initial Wet Unit Weight	16.28 kN/m ³	Degree of Saturation	73.93 %
Initial Dry Unit Weight	12.72 kN/m ³	Initial Voids Ratio	0.967
Final Wet Unit Weight	22.23 kN/m ³	Final Water Content	50.01%
Final Dry Unit Weight	14.82 kN/m ³	Dry Mass	93.33 g
Tested Dry or Submerged	Submerged		
Comments	Khusus Untuk Tugas Akhir		

* Calculated from initial and dry weights of whole specimen

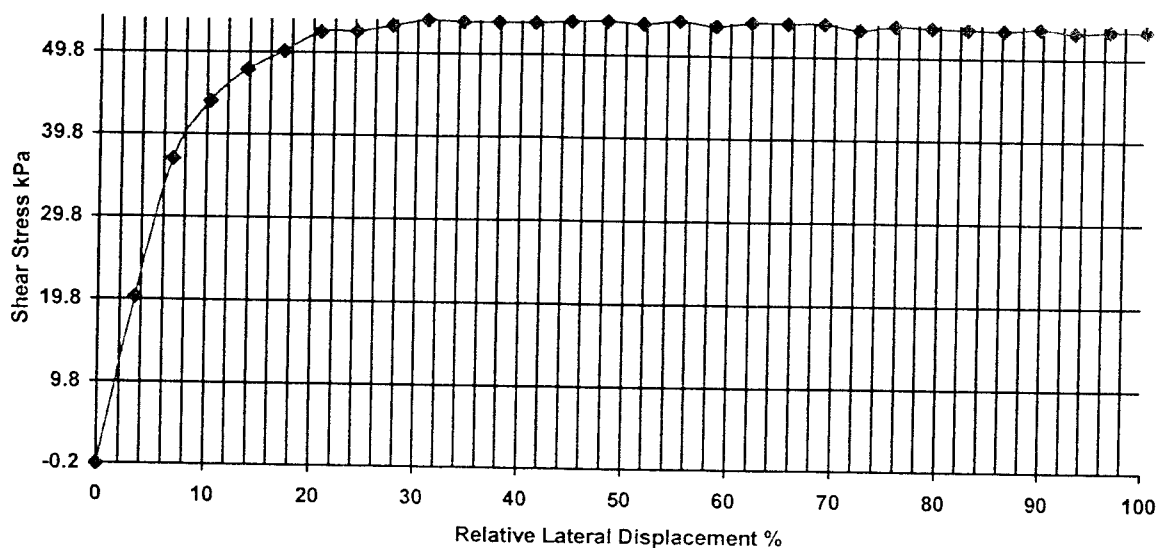
Deformation vs Square Root Time



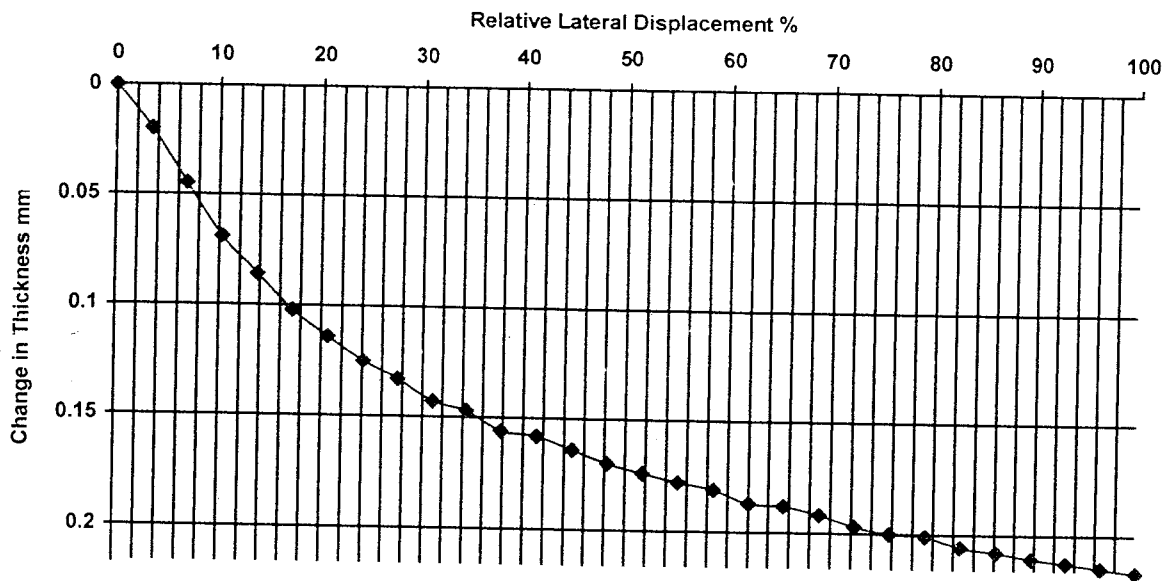
Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 01
Borehole	BH 1	Sample	02

Shear Stress Vs Displacement

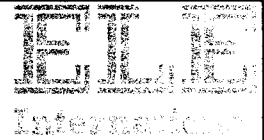


Change in Specimen Thickness Vs Displacement



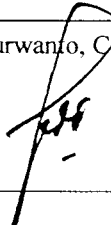
Rate of Horizontal Displacement	Stage 1: 0.4364mm/min
--	-----------------------

Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)



Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 01
Borehole	BH 1	Sample	02

Conditions at Failure	
Normal Stress	218.0 kPa
Peak Strength	54.0 kPa
Horizontal Deformation	3.260 mm
Residual Stress	0.0 kPa
Vertical Deformation	2.855 mm

Tested By and Date:	Arwan 31-08-2006
Checked By and Date:	Arwan 31-08-2006
Approved By and Date:	Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA. 



Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

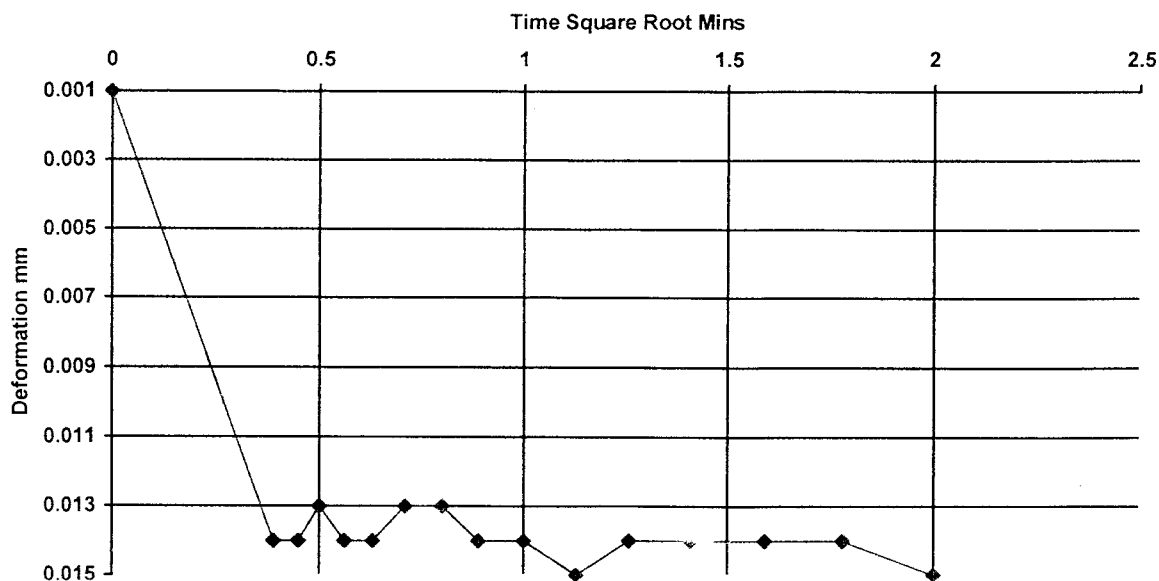
Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 01
Borehole	BH 1	Sample	03

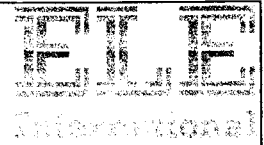
Test Details			
Standard	ASTM D3080-03 / AASHTO T236-92	Particle Specific Gravity	2.55
Sample Type	Bulk Disturbed Sample	Single or Multi Stage	Single Stage
Lab. Temperature	28.0 deg.C	Location	Jombor. Klaten. Jawa Tengah.
Sample Description	Tanah Asli (I)		
Variations from procedure	None		

Specimen Details			
Specimen Reference	C	Description	Disturbed Sample
Depth within Sample	20.00mm	Orientation within Sample	Vertical
Initial Height	20.000 mm	Area	3600.00 mm ²
Structure / Preparation	Tanah Asli (I)	Initial Water Content*	29.3 % (trimmings: 29.9 %)
Initial Wet Unit Weight	16.28 kN/m ³	Degree of Saturation	75.78 %
Initial Dry Unit Weight	12.59 kN/m ³	Initial Voids Ratio	0.987
Final Wet Unit Weight	18.40 kN/m ³	Final Water Content	46.11%
Final Dry Unit Weight	12.60 kN/m ³	Dry Mass	92.39 g
Tested Dry or Submerged	Submerged		
Comments	Khusus Untuk Tugas Akhir		

* Calculated from initial and dry weights of whole specimen

Deformation vs Square Root Time

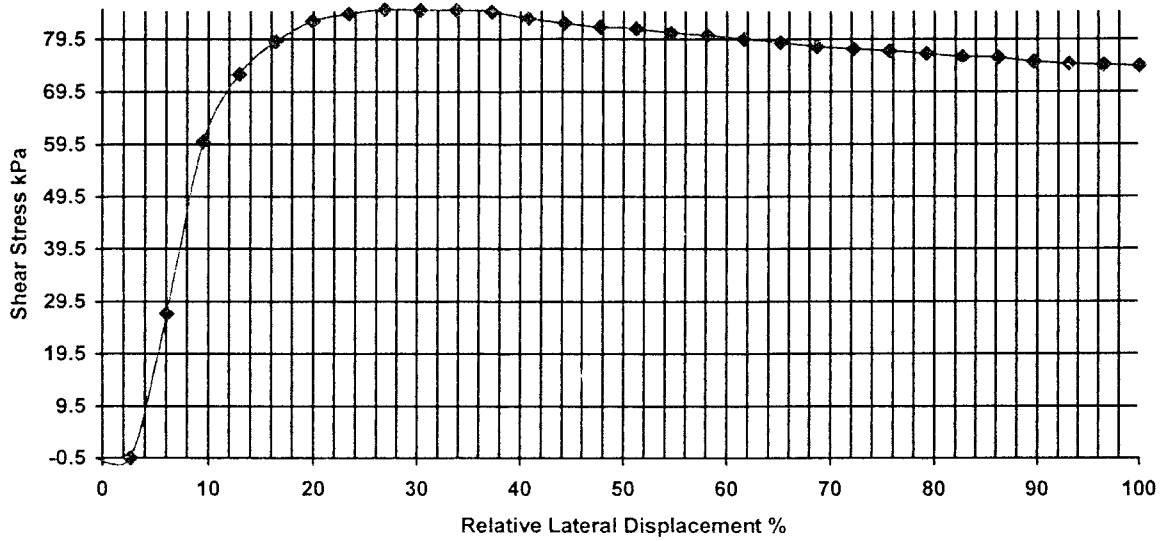




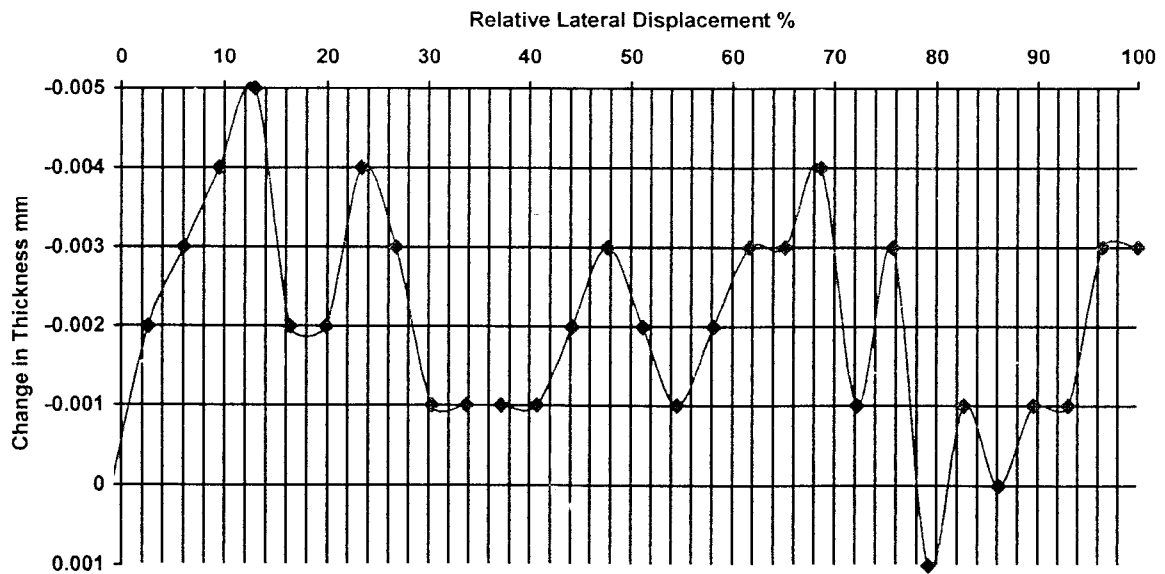
Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 01
Borehole	BH 1	Sample	03

Shear Stress Vs Displacement

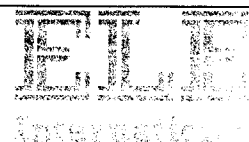


Change in Specimen Thickness Vs Displacement



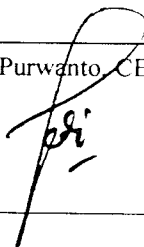
Rate of Horizontal Displacement Stage 1: 0.4364mm/min

Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)



Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 01
Borehole	BH 1	Sample	03

Conditions at Failure	
Normal Stress	436.0 kPa
Peak Strength	85.1 kPa
Horizontal Deformation	1.572 mm
Residual Stress	0.0 kPa
Vertical Deformation	0.014 mm

Tested By and Date:	Arwan 17-11-06
Checked By and Date:	Arwan 17-11-06
Approved By and Date:	Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA. 

Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

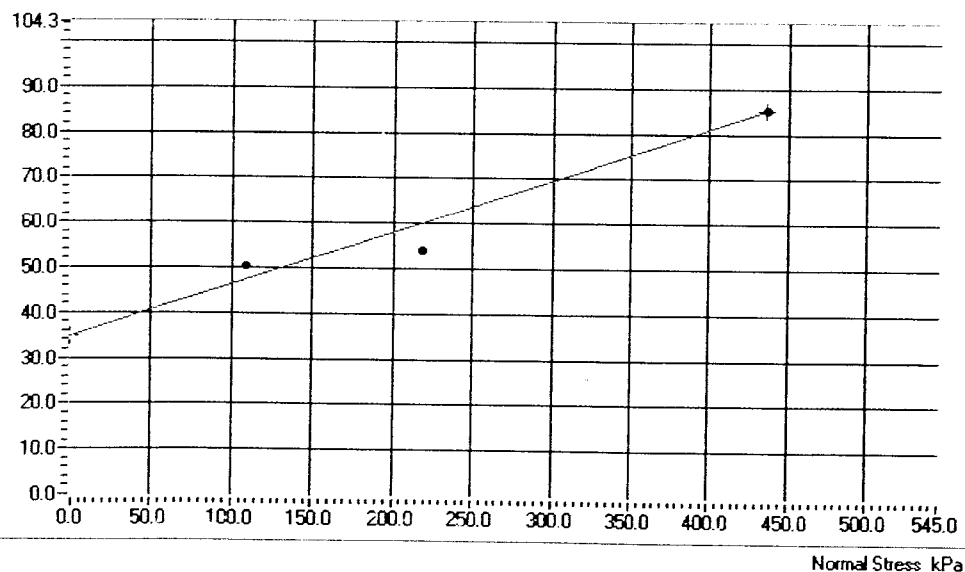


Test Summary

Reference	A	C	D
Normal Stress	109.0 kPa	218.0 kPa	436.0 kPa
Peak Strength	50.3 kPa	54.0 kPa	85.1 kPa
Corresponding Horizontal Displacement	3.075 mm	3.260 mm	1.572 mm
Residual Stress	N/A	N/A	N/A
Rate of Shear Displacement	Stage 1: 0.4364mm/min	Stage 1: 0.4364mm/min	Stage 1: 0.4364mm/min
Final Height	19.06 mm	17.16 mm	19.99 mm
Sample Area	3600.00 mm ²	3600.00 mm ²	3600.00 mm ²
Initial Wet Unit Weight	16.27 kN/m ³	16.28 kN/m ³	16.28 kN/m ³
Initial Dry Unit Weight	12.83 kN/m ³	12.72 kN/m ³	12.59 kN/m ³
Final Wet Unit Weight	21.45 kN/m ³	22.23 kN/m ³	18.40 kN/m ³
Final Dry Unit Weight	13.47 kN/m ³	14.82 kN/m ³	12.60 kN/m ³
Final Moisture Content	59.2 %	50.0 %	46.1 %
Particle Specific Gravity	2.55	2.55	2.55
Final Void Ratio	0.8570	0.6878	0.9860
Final Saturation	176.26%	185.38%	119.26%

Maximum Shear Stress vs Normal Stress

Peak Shear Stress kPa



Peak ●
 Angle of Shear Resistance
 6.59 Degrees
 Cohesion
 34.72 kPa

Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

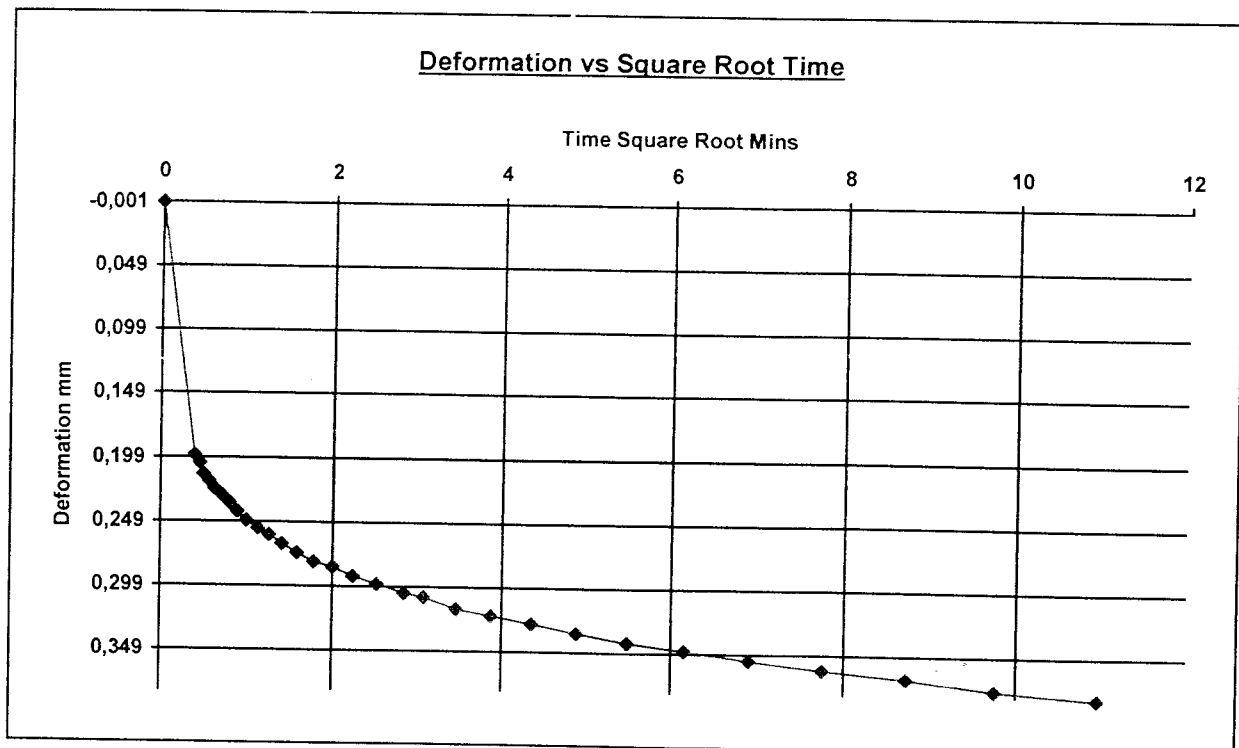


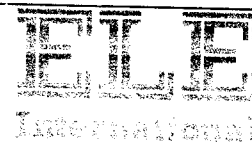
Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 02
Borehole	BH1	Sample	01

Test Details			
Standard	ASTM D3080-03 / AASHTO T236-92	Particle Specific Gravity	2.55
Sample Type	Bulk Disturbed Sample	Single or Multi Stage	Single Stage
Lab. Temperature	28.0 deg.C	Location	Jombor. Klaten. Jawa Tengah.
Sample Description	Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil (I)		
Variations from procedure	None		

Specimen Details			
Specimen Reference	A	Description	Disturbed Sample
Depth within Sample	20.00mm	Orientation within Sample	Vertical
Initial Height	20.000 mm	Area	3600.00 mm ²
Structure / Preparation	Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil (I)	Initial Water Content*	38.6 % (trimmings: 45.1 %)
Initial Wet Unit Weight	16.28 kN/m ³	Degree of Saturation	87.11 %
Initial Dry Unit Weight	11.75 kN/m ³	Initial Voids Ratio	1.129
Final Wet Unit Weight	22.19 kN/m ³	Final Water Content	82.05%
Final Dry Unit Weight	12.19 kN/m ³	Dry Mass	86.24 g
Tested Dry or Submerged	Submerged		
Comments	Khusus Untuk Tugas Akhir		

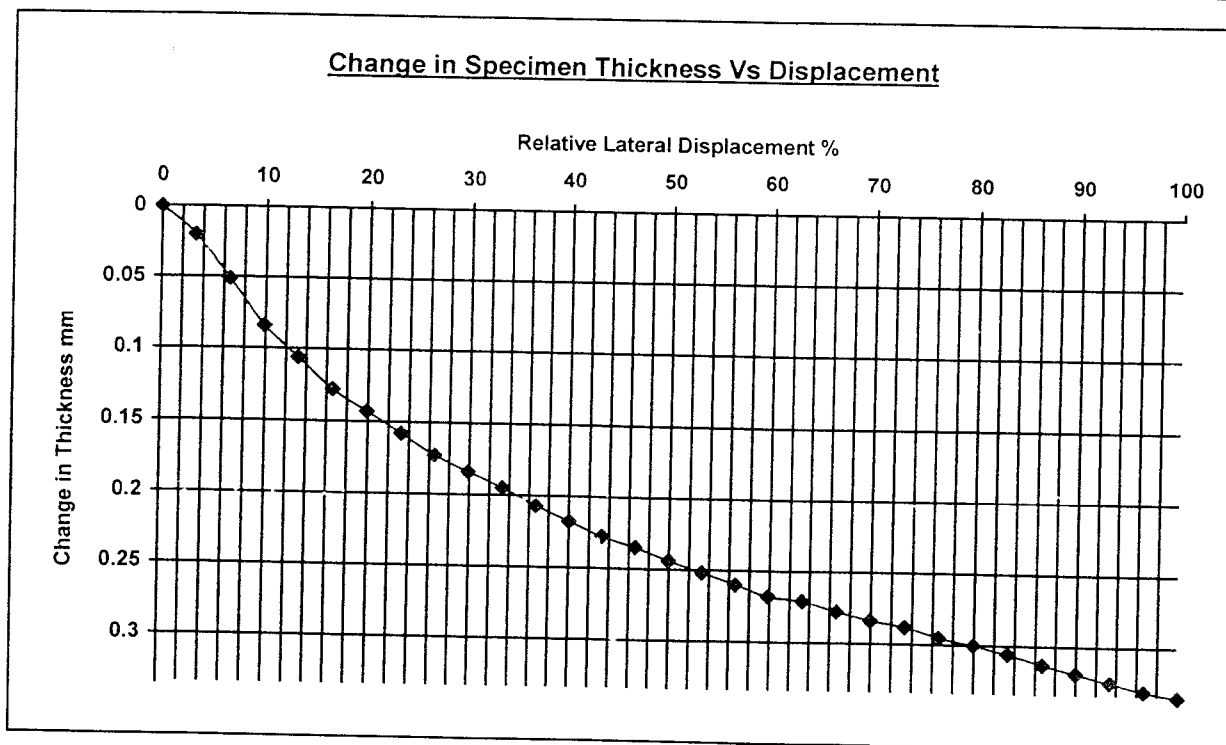
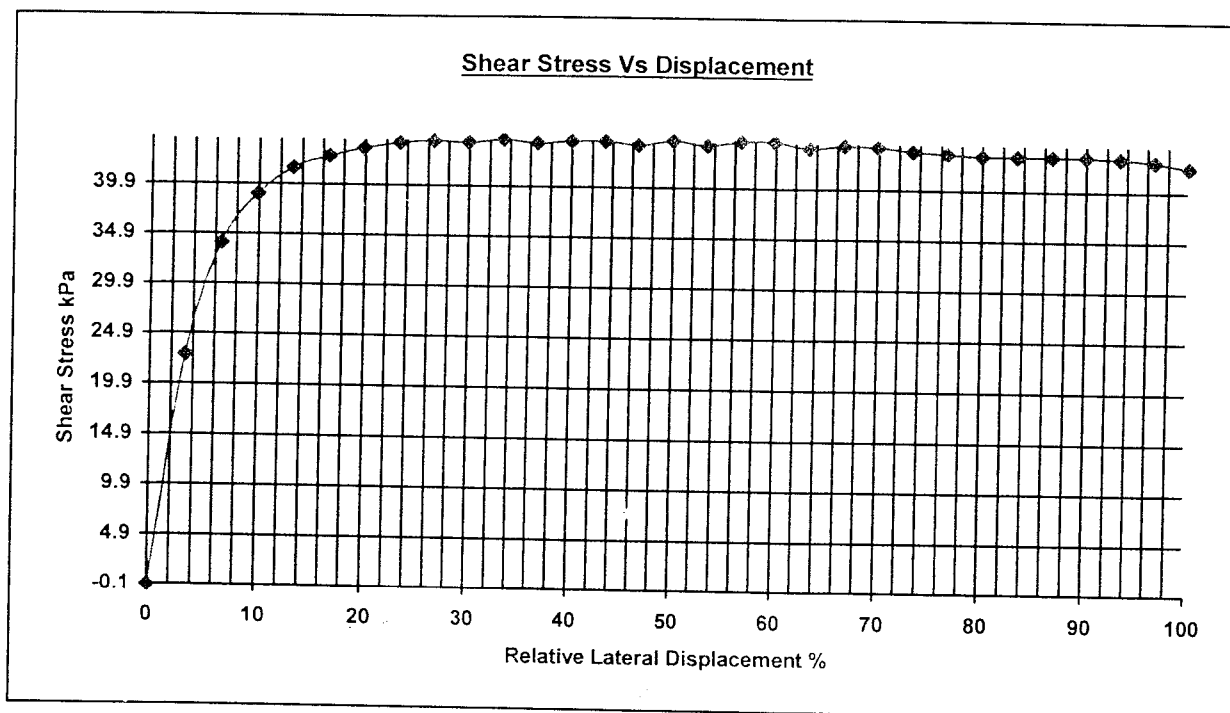
* Calculated from initial and dry weights of whole specimen





Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 02
Borehole	BH1	Sample	01

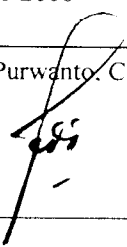


Rate of Horizontal Displacement	Stage 1: 0.4364mm/min
--	-----------------------

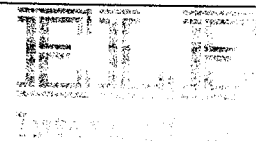
Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 02
Borehole	BH1	Sample	01

Conditions at Failure	
Normal Stress	109.0 kPa
Peak Strength	44.5 kPa
Horizontal Deformation	3.471 mm
Residual Stress	0.0 kPa
Vertical Deformation	0.684 mm

Tested By and Date:	Arwan 08-11-2006
Checked By and Date:	Arwan 08-11-2006
Approved By and Date:	Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA. 

Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

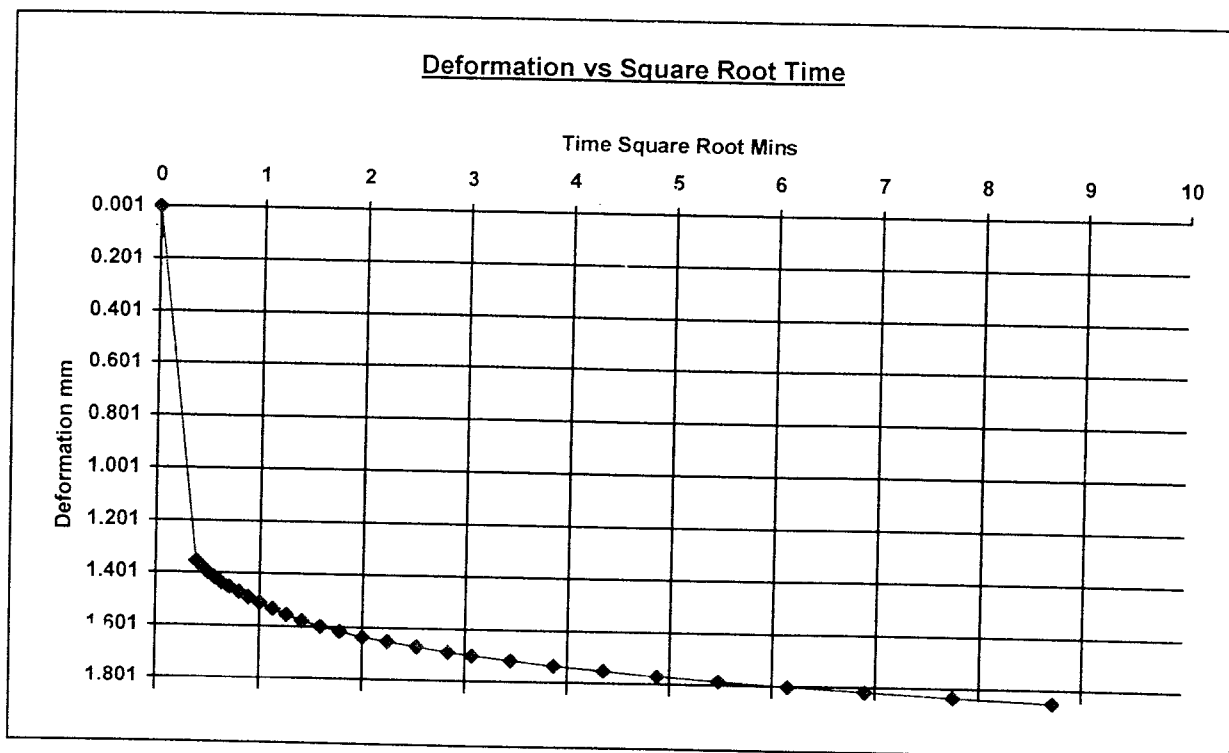


Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 02
Borehole	BH1	Sample	02

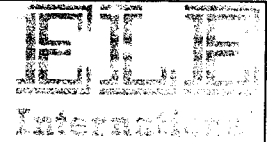
Test Details			
Standard	ASTM D3080-03 / AASHTO T236-92	Particle Specific Gravity	2.55
Sample Type	Bulk Disturbed Sample	Single or Multi Stage	Single Stage
Lab. Temperature	28.0 deg.C	Location	Jombor. Klaten. Jawa Tengah.
Sample Description	Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil (I)		
Variations from procedure	None		

Specimen Details			
Specimen Reference	B	Description	Disturbed Sample
Depth within Sample	20.00mm	Orientation within Sample	Vertical
Initial Height	20.000 mm	Area	3600.00 mm ²
Structure / Preparation	Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil (I)	Initial Water Content*	36.9 % (trimmings: 41.8 %)
Initial Wet Unit Weight	16.28 kN/m ³	Degree of Saturation	85.32 %
Initial Dry Unit Weight	11.89 kN/m ³	Initial Voids Ratio	1.104
Final Wet Unit Weight	22.90 kN/m ³	Final Water Content	71.88%
Final Dry Unit Weight	13.32 kN/m ³	Dry Mass	87.27 g
Tested Dry or Submerged	Submerged		
Comments	Khusus Untuk Tugas Akhir		

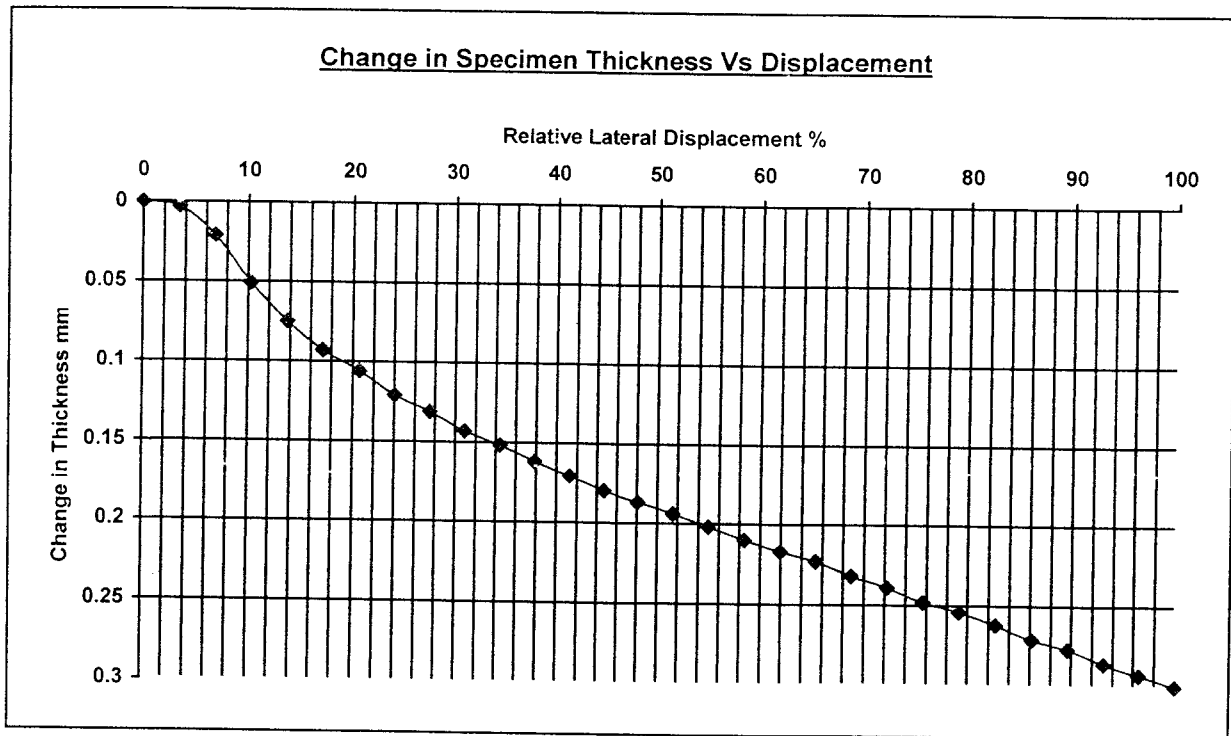
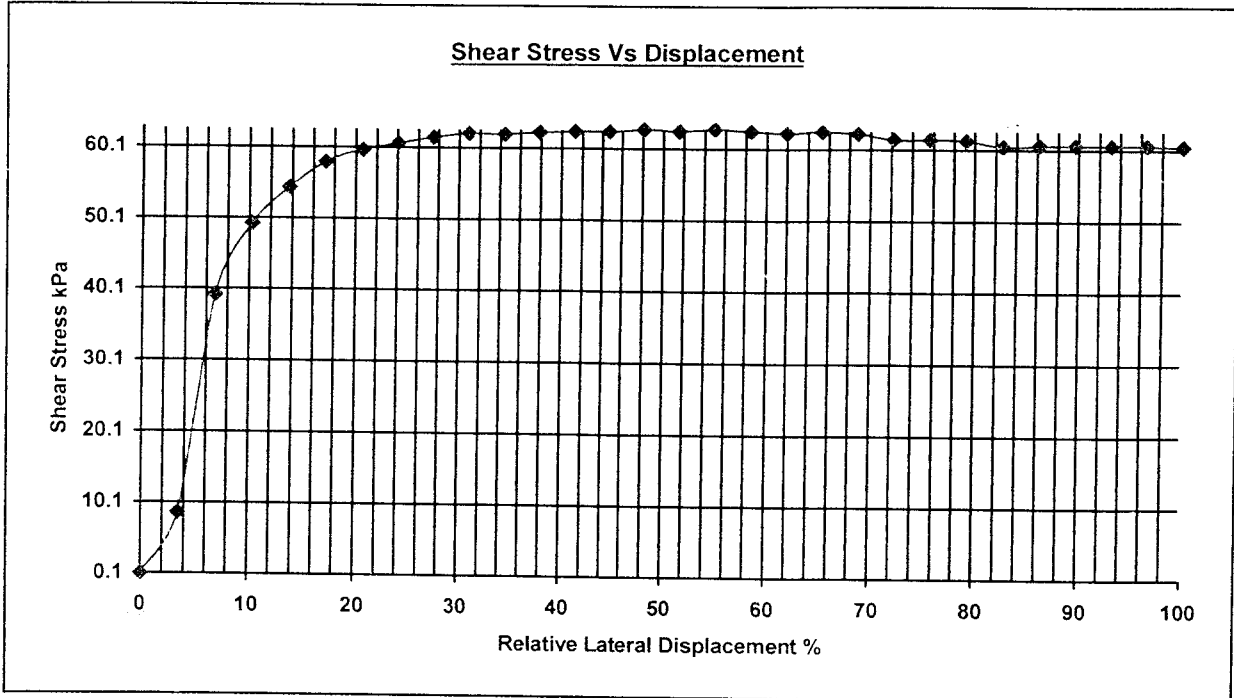
* Calculated from initial and dry weights of whole specimen



Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

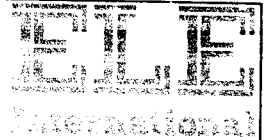


Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 02
Borehole	BH1	Sample	02



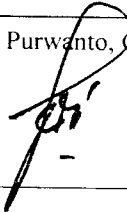
Rate of Horizontal Displacement | Stage 1: 0.4364mm/min

Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

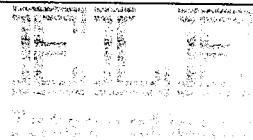


Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 02
Borehole	BH1	Sample	02

Conditions at Failure	
Normal Stress	218.0 kPa
Peak Strength	62.8 kPa
Horizontal Deformation	3.255 mm
Residual Stress	0.0 kPa
Vertical Deformation	2.097 mm

Tested By and Date:	Arwan 20-11-2006
Checked By and Date:	Arwan 20-11-2006
Approved By and Date:	Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA. 

Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

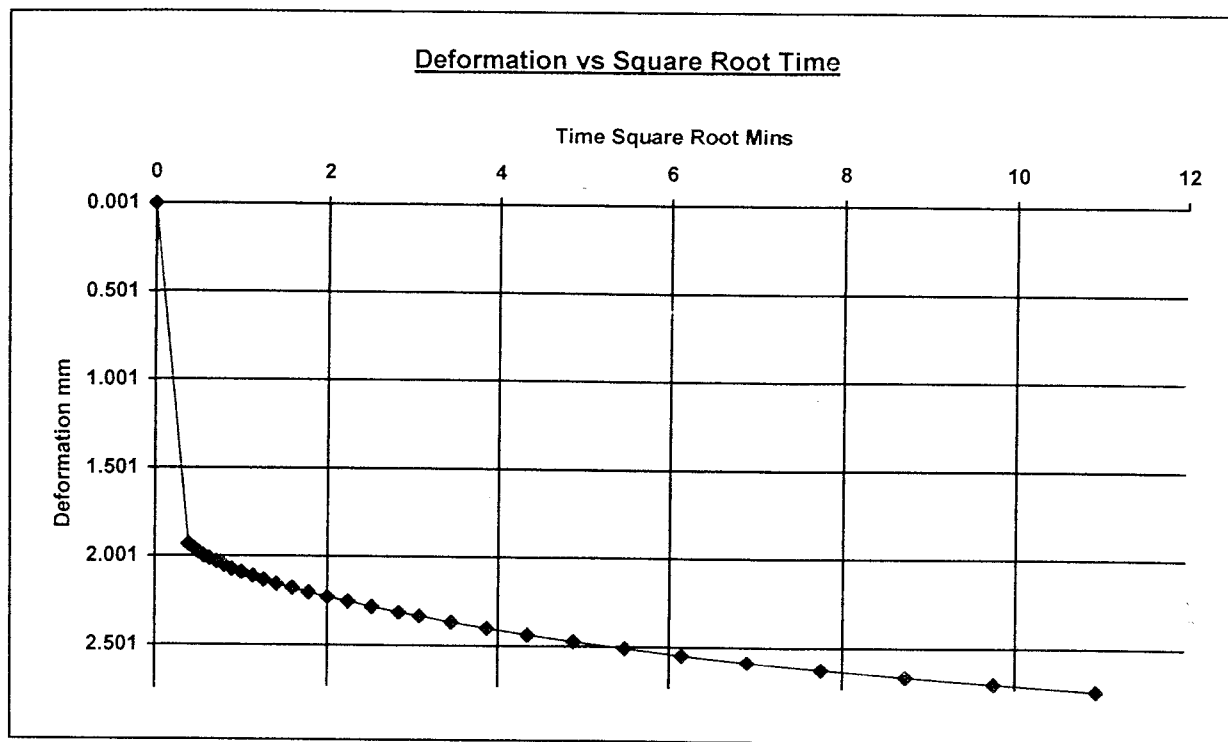


Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 02
Borehole	BH1	Sample	03

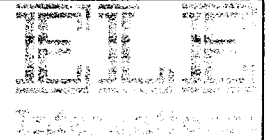
Test Details			
Standard	ASTM D3080-03 / AASHTO T236-92	Particle Specific Gravity	2.55
Sample Type	Bulk Disturbed Sample	Single or Multi Stage	Single Stage
Lab. Temperature	28.0 deg.C	Location	Jombor. Klaten. Jawa Tengah.
Sample Description	Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil (I)		
Variations from procedure	None		

Specimen Details			
Specimen Reference	C	Description	Disturbed Sample
Depth within Sample	20.00mm	Orientation within Sample	Vertical
Initial Height	20.000 mm	Area	3600.00 mm ²
Structure / Preparation	Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil (I)	Initial Water Content*	36.7 % (trimmings: 37.6 %)
Initial Wet Unit Weight	16.28 kN/m ³	Degree of Saturation	85.08 %
Initial Dry Unit Weight	11.91 kN/m ³	Initial Voids Ratio	1.101
Final Wet Unit Weight	22.29 kN/m ³	Final Water Content	60.18%
Final Dry Unit Weight	13.92 kN/m ³	Dry Mass	87.40 g
Tested Dry or Submerged	Submerged		
Comments	Khusus Untuk Tugas Akhir		

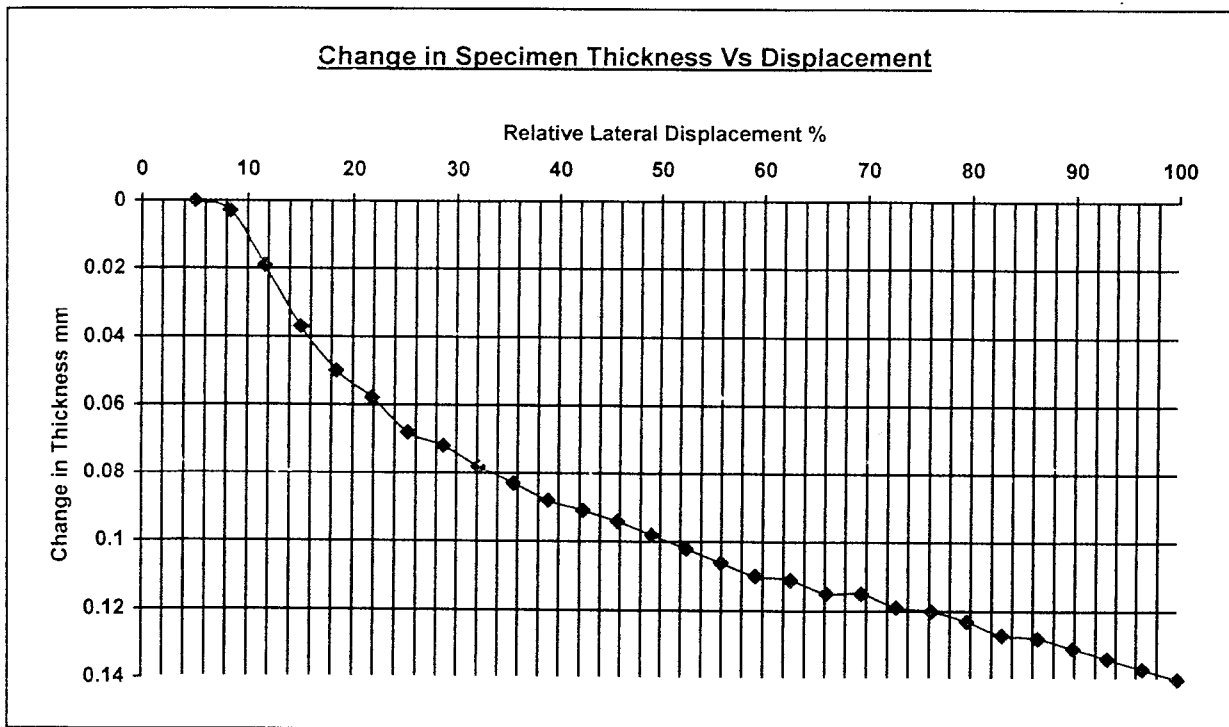
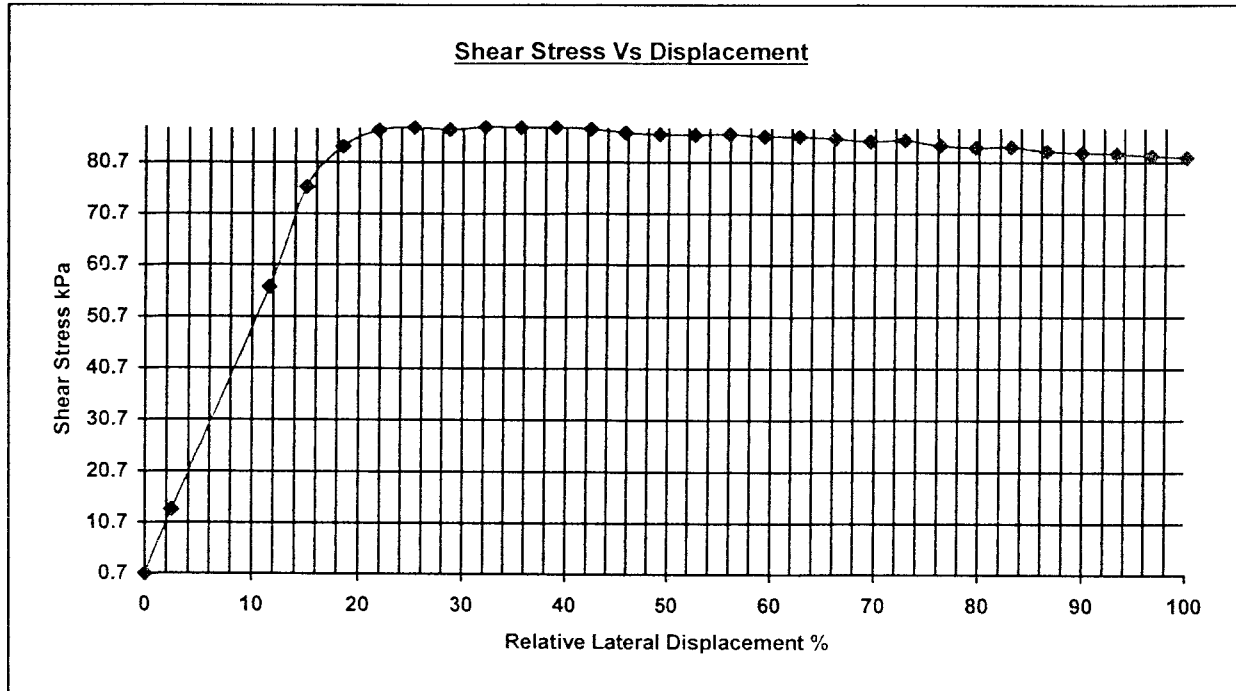
* Calculated from initial and dry weights of whole specimen



Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)



Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 02
Borehole	BH1	Sample	03



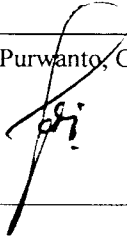
Rate of Horizontal Displacement Stage 1: 0.4364mm/min

Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)



Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 02
Borehole	BH1	Sample	03

Conditions at Failure	
Normal Stress	436.0 kPa
Peak Strength	87.4 kPa
Horizontal Deformation	1.516 mm
Residual Stress	0.0 kPa
Vertical Deformation	2.855 mm

Tested By and Date:	Arwan 27-11-2006
Checked By and Date:	Arwan 27-11-2006
Approved By and Date:	Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA. 

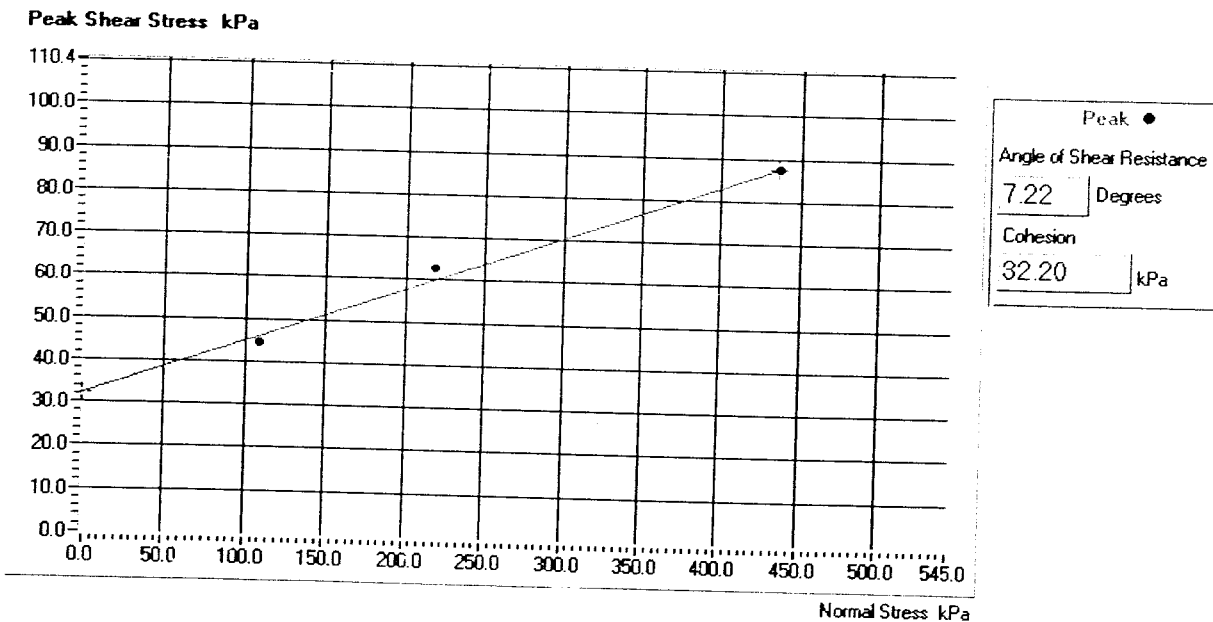
Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)



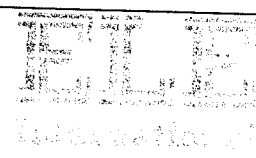
Test Summary

Reference	A	B	C
Normal Stress	109.0 kPa	218.0 kPa	436.0 kPa
Peak Strength	44.5 kPa	62.8 kPa	87.4 kPa
Corresponding Horizontal Displacement	3.471 mm	3.255 mm	1.516 mm
Residual Stress	N/A	N/A	N/A
Rate of Shear Displacement	Stage 1: 0.4364mm/min	Stage 1: 0.4364mm/min	Stage 1: 0.4364mm/min
Final Height	19.28 mm	17.85 mm	17.12 mm
Sample Area	3600.00 mm ²	3600.00 mm ²	3600.00 mm ²
Initial Wet Unit Weight	16.28 kN/m ³	16.28 kN/m ³	16.28 kN/m ³
Initial Dry Unit Weight	11.75 kN/m ³	11.89 kN/m ³	11.91 kN/m ³
Final Wet Unit Weight	22.19 kN/m ³	22.90 kN/m ³	22.29 kN/m ³
Final Dry Unit Weight	12.19 kN/m ³	13.32 kN/m ³	13.92 kN/m ³
Final Moisture Content	82.0 %	71.9 %	60.2 %
Particle Specific Gravity	2.55	2.55	2.55
Final Void Ratio	1.0525	0.8777	0.7976
Final Saturation	198.79%	208.84%	192.39%

Maximum Shear Stress vs Normal Stress



Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)



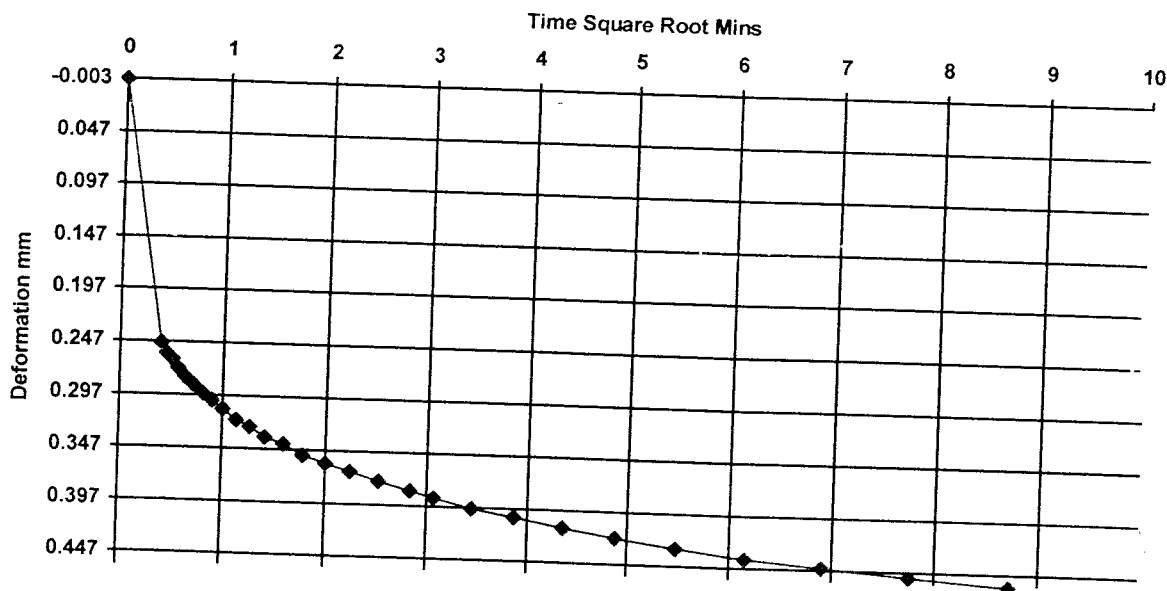
Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 01
Borehole	BH 1	Sample	01

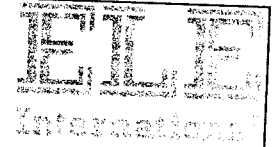
Test Details			
Standard	ASTM D3080-03 / AASHTO T236-92	Particle Specific Gravity	2.55
Sample Type	Bulk Disturbed Sample	Single or Multi Stage	Single Stage
Lab. Temperature	28.0 deg.C	Location	Jombor. Klaten. Jawa Tengah.
Sample Description	Tanah Asli (II)		
Variations from procedure	None		

Specimen Details			
Specimen Reference	A	Description	Disturbed Sample
Depth within Sample	20.00mm	Orientation within Sample	Vertical
Initial Height	20.000 mm	Area	3600.00 mm ²
Structure / Preparation	Tanah Asli (II)	Initial Water Content*	30.2 % (trimmings: 45.0 %)
Initial Wet Unit Weight	16.28 kN/m ³	Degree of Saturation	77.04 %
Initial Dry Unit Weight	12.50 kN/m ³	Initial Voids Ratio	1.001
Final Wet Unit Weight	18.97 kN/m ³	Final Water Content	43.87%
Final Dry Unit Weight	13.18 kN/m ³	Dry Mass	91.75 g
Tested Dry or Submerged	Submerged		
Comments	Khusus Untuk Tugas Akhir		

* Calculated from initial and dry weights of whole specimen

Deformation vs Square Root Time

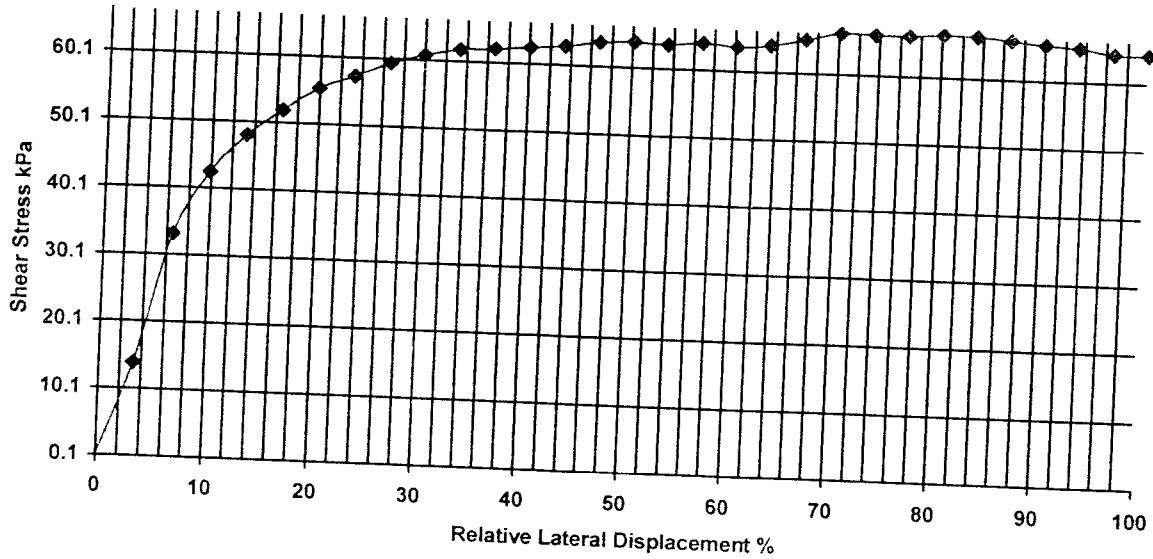




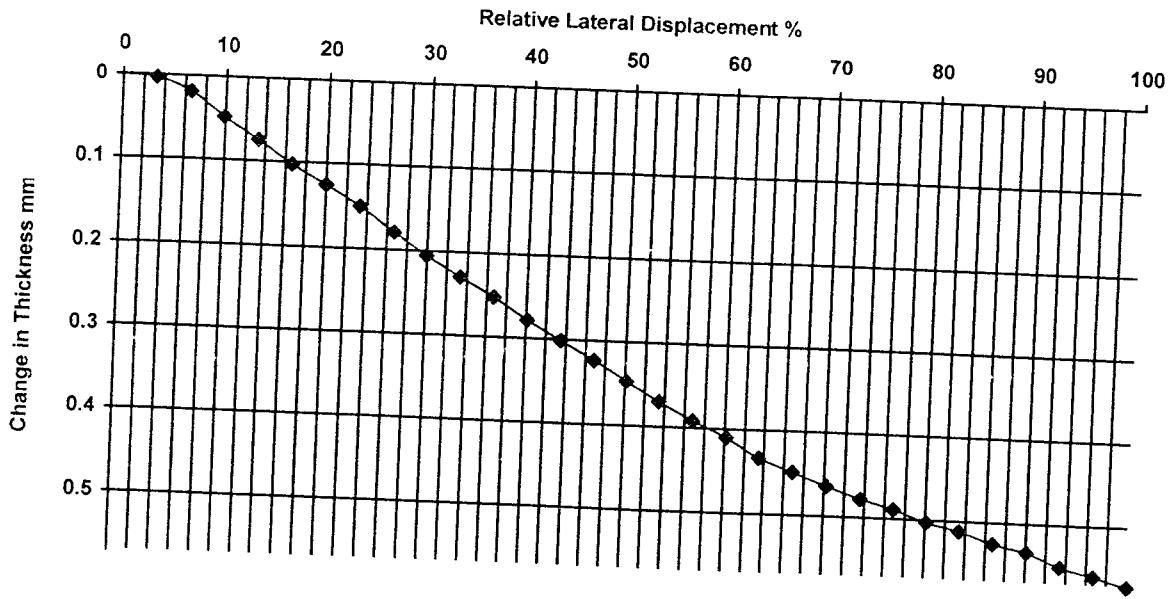
Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 01
Borehole	BH 1	Sample	01

Shear Stress Vs Displacement

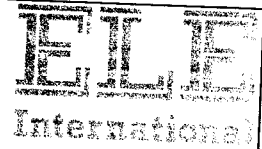


Change in Specimen Thickness Vs Displacement



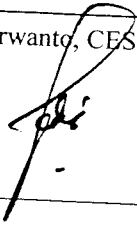
Rate of Horizontal Displacement Stage 1: 0.4364mm/min

Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

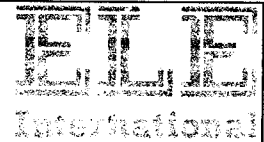


Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 01
Borehole	BH 1	Sample	01

Conditions at Failure	
Normal Stress	109.0 kPa
Peak Strength	66.4 kPa
Horizontal Deformation	4.910 mm
Residual Stress	0.0 kPa
Vertical Deformation	0.980 mm

Tested By and Date:	Arwan 27-02-07
Checked By and Date:	Arwan 27-02-07
Approved By and Date:	Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA. 

Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)



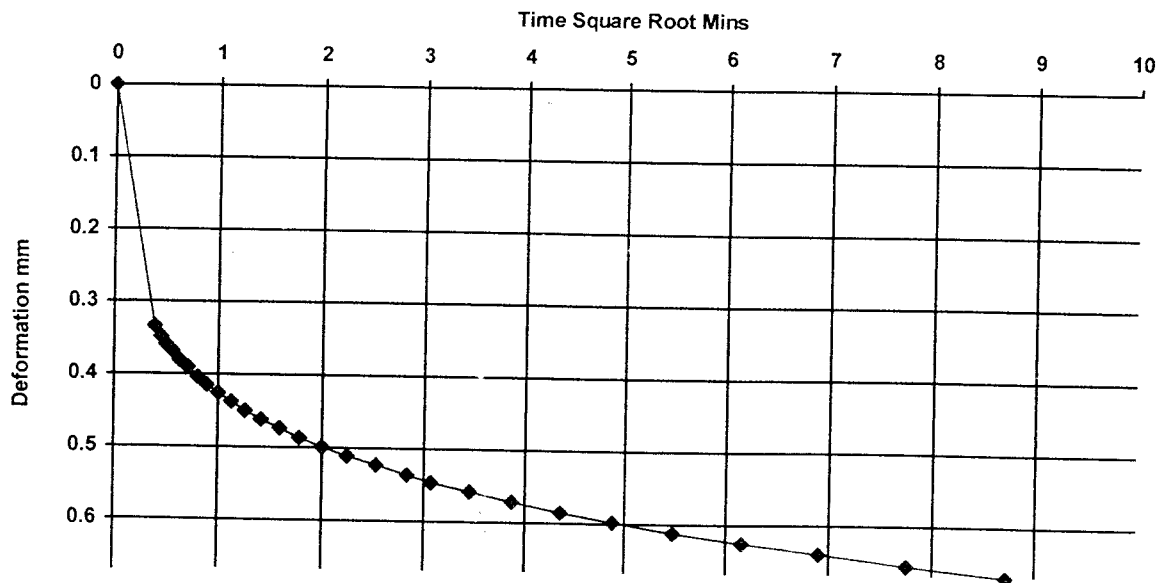
Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 01
Borehole	BH 1	Sample	02

Test Details			
Standard	ASTM D3080-03 / AASHTO T236-92	Particle Specific Gravity	2.55
Sample Type	Bulk Disturbed Sample	Single or Multi Stage	Single Stage
Lab. Temperature	28.0 deg.C	Location	Jombor. Klaten. Jawa Tengah.
Sample Description	Tanah Asli (II)		
Variations from procedure	None		

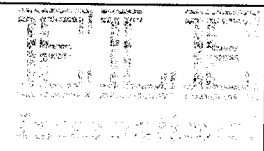
Specimen Details			
Specimen Reference	B	Description	Disturbed Sample
Depth within Sample	20.00mm	Orientation within Sample	Vertical
Initial Height	20.000 mm	Area	3600.00 mm ²
Structure / Preparation	Tanah Asli (II)	Initial Water Content*	29.0 % (trimmings: 43.5 %)
Initial Wet Unit Weight	16.28 kN/m ³	Degree of Saturation	75.32 %
Initial Dry Unit Weight	12.62 kN/m ³	Initial Voids Ratio	0.982
Final Wet Unit Weight	19.07 kN/m ³	Final Water Content	43.58%
Final Dry Unit Weight	13.28 kN/m ³	Dry Mass	92.63 g
Tested Dry or Submerged	Submerged		
Comments	Khusus Untuk Tugas Akhir		

* Calculated from initial and dry weights of whole specimen

Deformation vs Square Root Time

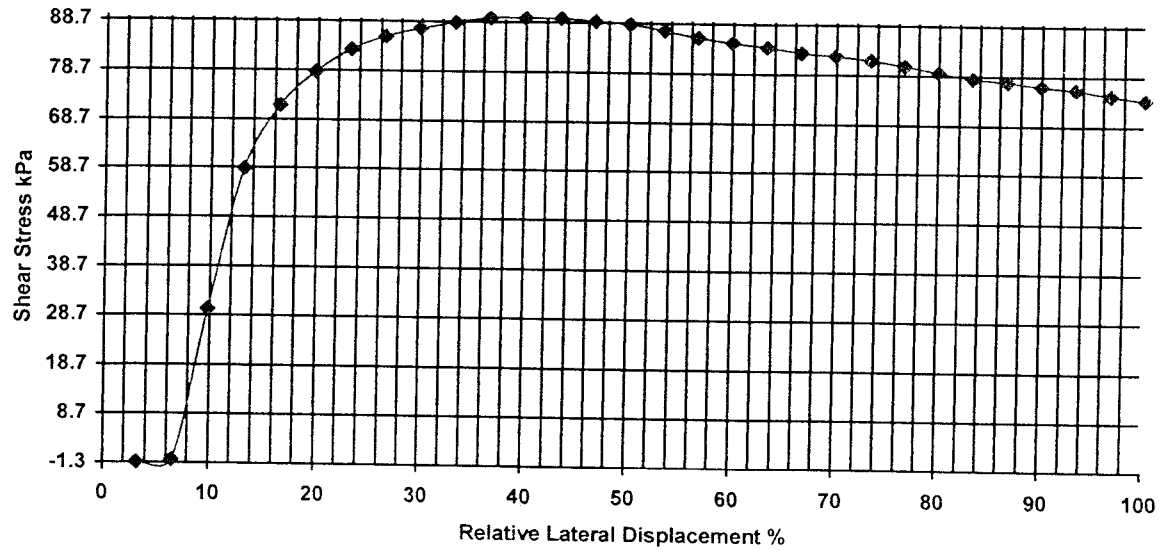


Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

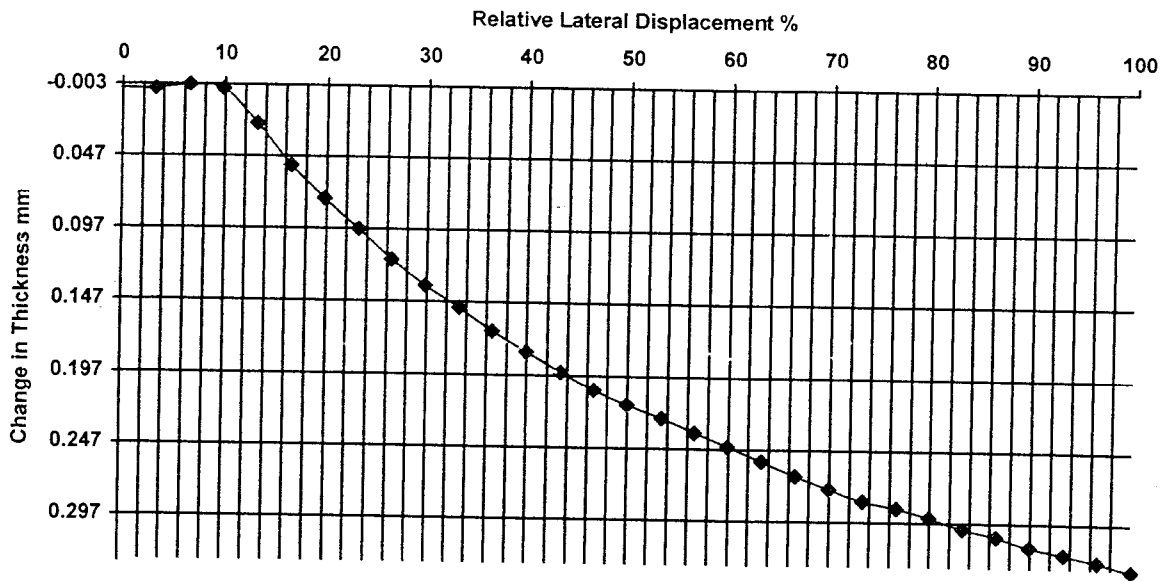


Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 01
Borehole	BH 1	Sample	02

Shear Stress Vs Displacement

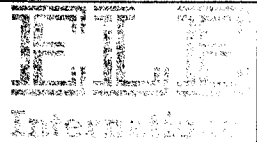


Change in Specimen Thickness Vs Displacement




Rate of Horizontal Displacement	Stage 1: 0.4364mm/min
--	-----------------------

Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)



Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 01
Borehole	BH 1	Sample	02

Conditions at Failure	
Normal Stress	218.0 kPa
Peak Strength	78.4 kPa
Horizontal Deformation	1.210 mm
Residual Stress	0.0 kPa
Vertical Deformation	0.779 mm

Tested By and Date:	Arwan 26-02-07
Checked By and Date:	Arwan 26-02-07
Approved By and Date:	Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA. 

Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)



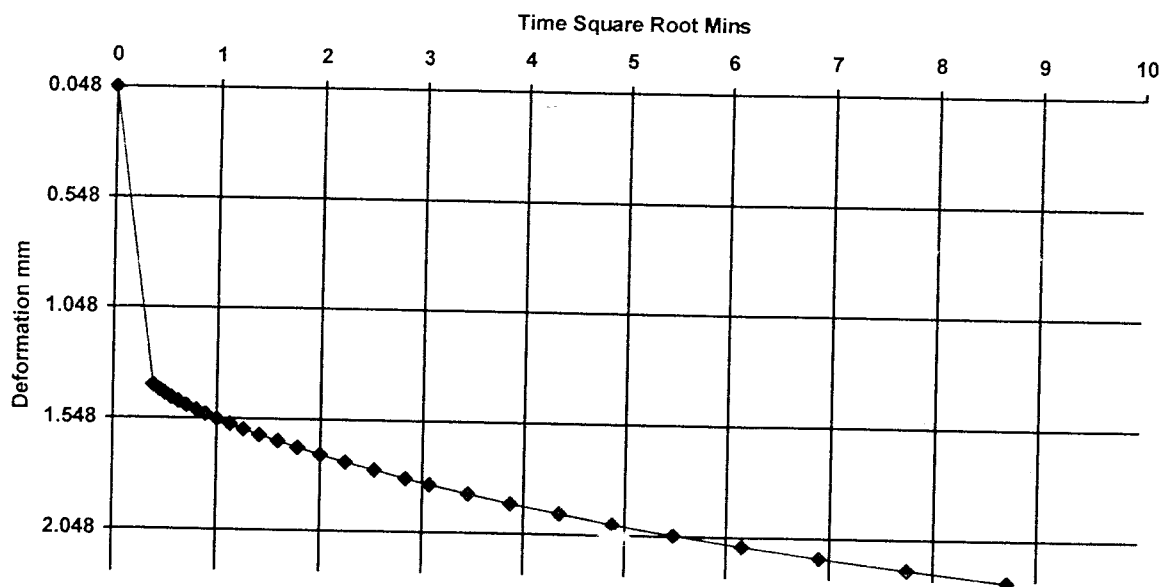
Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 01
Borehole	BH 1	Sample	03

Test Details			
Standard	ASTM D3080-03 / AASHTO T236-92	Particle Specific Gravity	2.55
Sample Type	Bulk Disturbed Sample	Single or Multi Stage	Single Stage
Lab. Temperature	28.0 deg.C	Location	Jombor. Klaten. Jawa Tengah.
Sample Description	Tanah Asli (II)		
Variations from procedure	None		

Specimen Details			
Specimen Reference	C	Description	Disturbed Sample
Depth within Sample	20.00mm	Orientation within Sample	Vertical
Initial Height	20.000 mm	Area	3600.00 mm ²
Structure / Preparation	Tanah Asli (II)	Initial Water Content*	28.4 % (trimmings: 42.4 %)
Initial Wet Unit Weight	16.28 kN/m ³	Degree of Saturation	74.41 %
Initial Dry Unit Weight	12.68 kN/m ³	Initial Voids Ratio	0.972
Final Wet Unit Weight	20.53 kN/m ³	Final Water Content	41.80%
Final Dry Unit Weight	14.48 kN/m ³	Dry Mass	93.09 g
Tested Dry or Submerged	Submerged		
Comments	Khusus Untuk Tugas Akhir		

* Calculated from initial and dry weights of whole specimen

Deformation vs Square Root Time

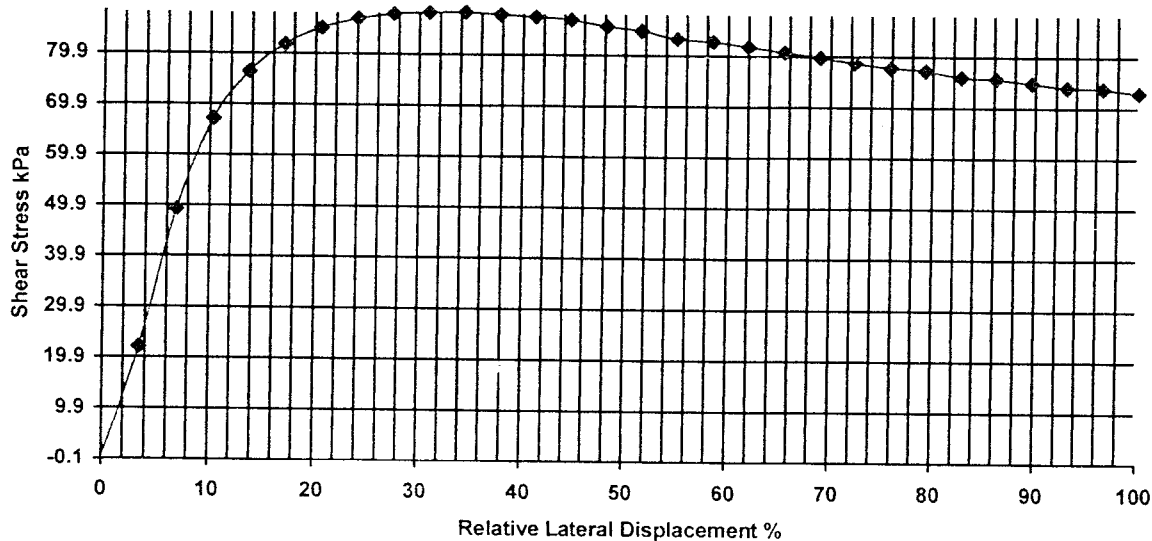


Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

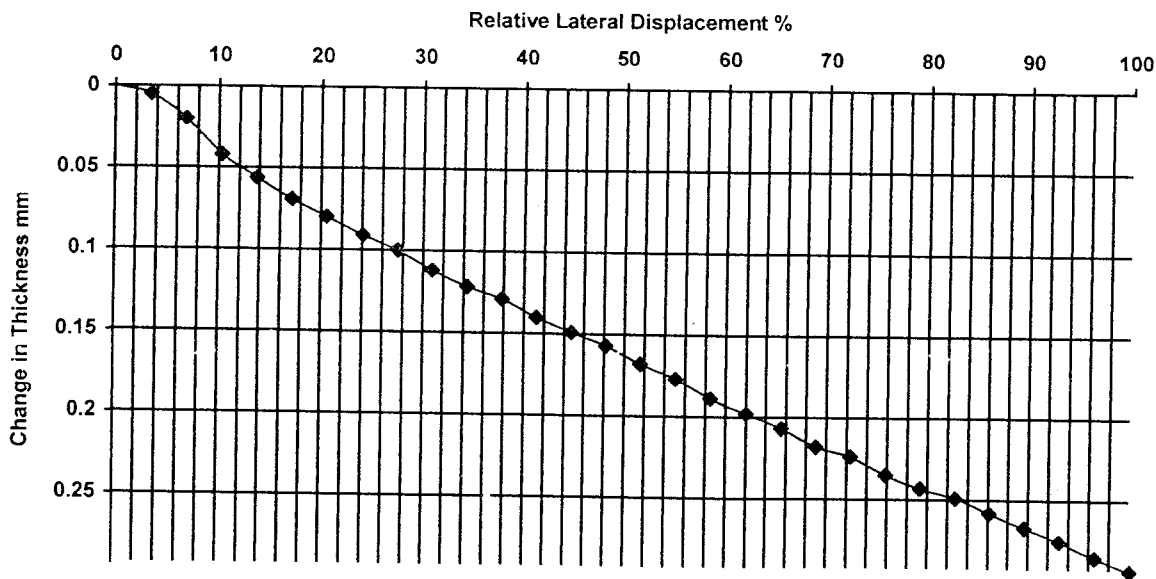


Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 01
Borehole	BH 1	Sample	03

Shear Stress Vs Displacement

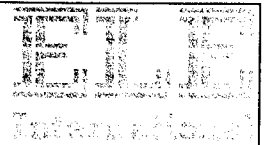


Change in Specimen Thickness Vs Displacement




Rate of Horizontal Displacement	Stage 1: 0.4364mm/min
--	-----------------------

Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)



Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 01
Borehole	BH 1	Sample	03

Conditions at Failure	
Normal Stress	436.0 kPa
Peak Strength	88.1 kPa
Horizontal Deformation	1.826 mm
Residual Stress	0.0 kPa
Vertical Deformation	2.392 mm

Tested By and Date:	Arwan 28-02-07
Checked By and Date:	Arwan 28-02-07
Approved By and Date:	Dr. Ir Edy Purwanto, CES, DEA. 

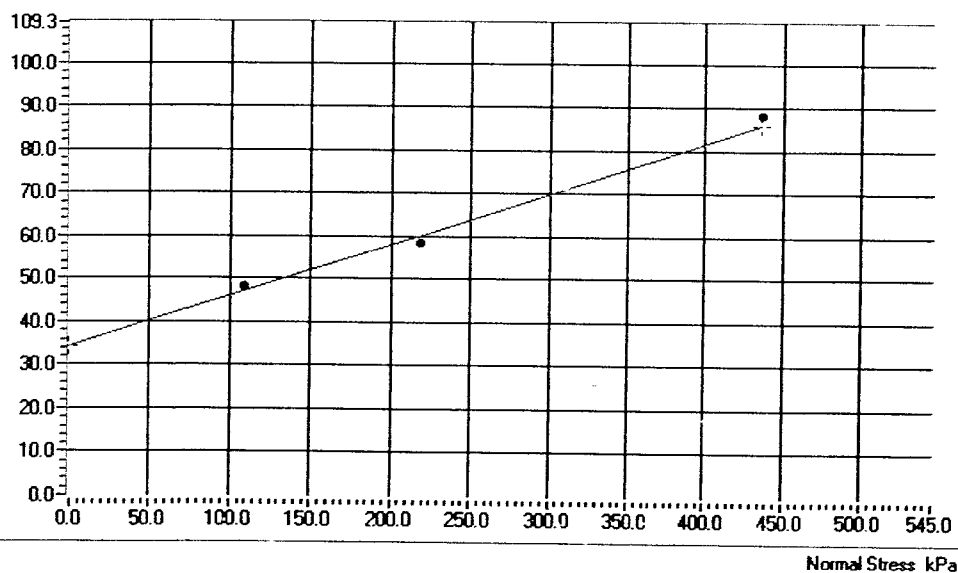
Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

Test Summary

Reference	A	C	D
Normal Stress	109.0 kPa	218.0 kPa	436.0 kPa
Peak Strength	48.2 kPa	58.5 kPa	88.1 kPa
Corresponding Horizontal Displacement	0.813 mm	0.804 mm	1.826 mm
Residual Stress	N/A	N/A	N/A
Rate of Shear Displacement	Stage 1: 0.4364mm/min	Stage 1: 0.4364mm/min	Stage 1: 0.4364mm/min
Final Height	18.97 mm	19.00 mm	17.52 mm
Sample Area	3600.00 mm ²	3600.00 mm ²	3600.00 mm ²
Initial Wet Unit Weight	16.28 kN/m ³	16.28 kN/m ³	16.28 kN/m ³
Initial Dry Unit Weight	12.50 kN/m ³	12.62 kN/m ³	12.68 kN/m ³
Final Wet Unit Weight	18.97 kN/m ³	19.07 kN/m ³	20.53 kN/m ³
Final Dry Unit Weight	13.18 kN/m ³	13.28 kN/m ³	14.48 kN/m ³
Final Moisture Content	43.9 %	43.6 %	41.8 %
Particle Specific Gravity	2.55	2.55	2.55
Final Void Ratio	0.8976	0.8831	0.7275
Final Saturation	124.62%	125.84%	146.51%

Maximum Shear Stress vs Normal Stress

Peak Shear Stress kPa



Peak	●
Angle of Shear Resistance	6.75 Degrees
Cohesion	34.30 kPa

Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)



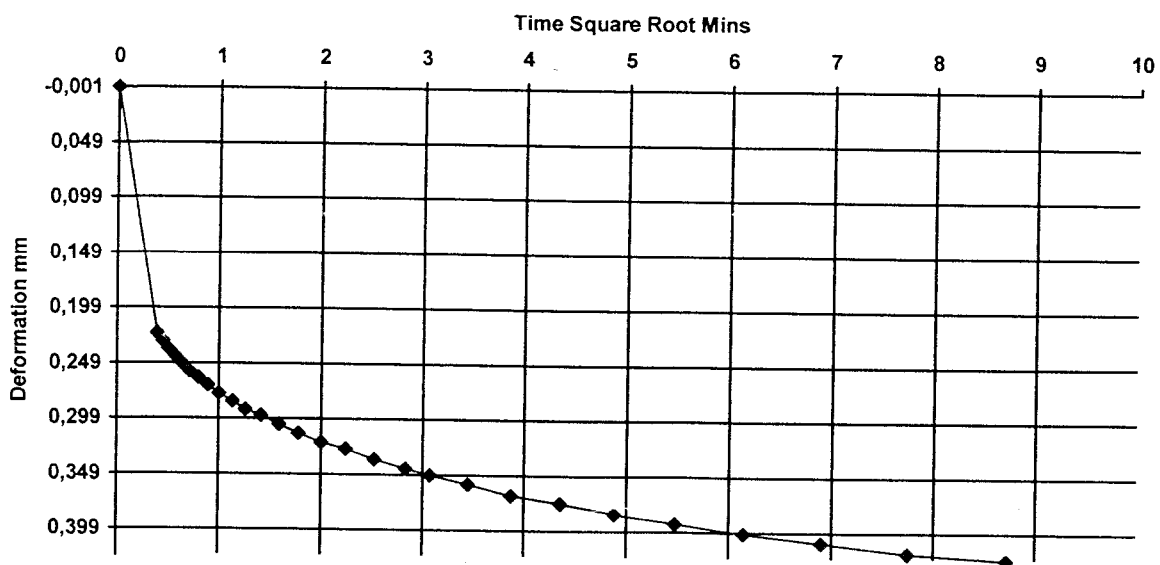
Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 02
Borehole	BH 1	Sample	01

Test Details			
Standard	ASTM D3080-03 / AASHTO T236-92	Particle Specific Gravity	2.55
Sample Type	Bulk Disturbed Sample	Single or Multi Stage	Single Stage
Lab. Temperature	28.0 deg.C	Location	Jombor. Klaten. Jawa Tengah.
Sample Description	Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil (II)		
Variations from procedure	None		

Specimen Details			
Specimen Reference	A	Description	Disturbed Sample
Depth within Sample	20.00mm	Orientation within Sample	Vertical
Initial Height	20.000 mm	Area	3600.00 mm ²
Structure / Preparation	Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil (II)	Initial Water Content*	26.1 % (trimmings: 44.5 %)
Initial Wet Unit Weight	16.28 kN/m ³	Degree of Saturation	71.05 %
Initial Dry Unit Weight	12.91 kN/m ³	Initial Voids Ratio	0.938
Final Wet Unit Weight	19.08 kN/m ³	Final Water Content	42.50%
Final Dry Unit Weight	13.39 kN/m ³	Dry Mass	94.74 g
Tested Dry or Submerged	Submerged		
Comments	Khusus Untuk Tugas Akhir		

* Calculated from initial and dry weights of whole specimen

Deformation vs Square Root Time

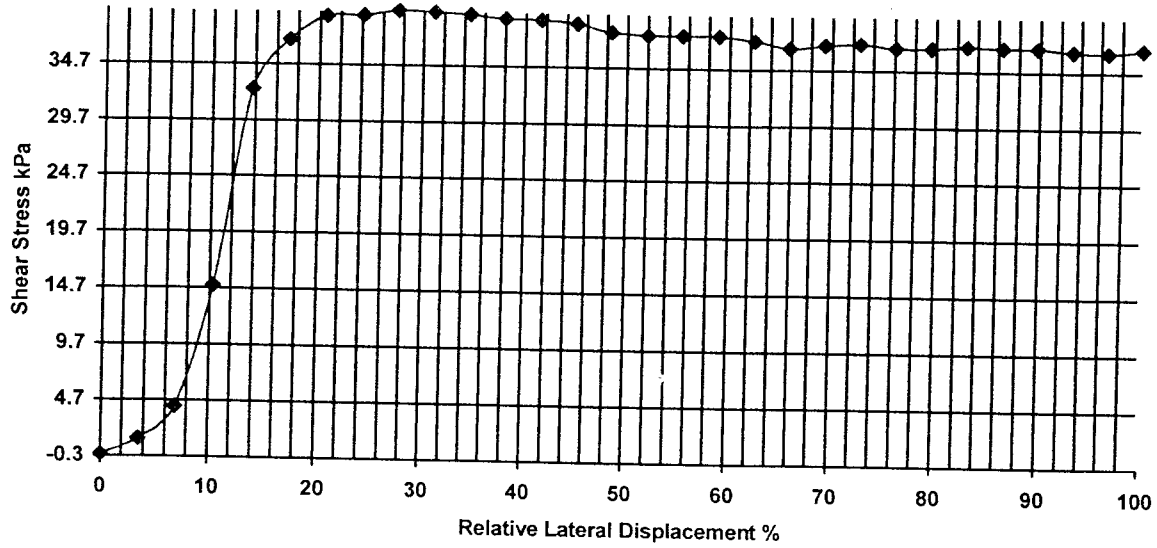


Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

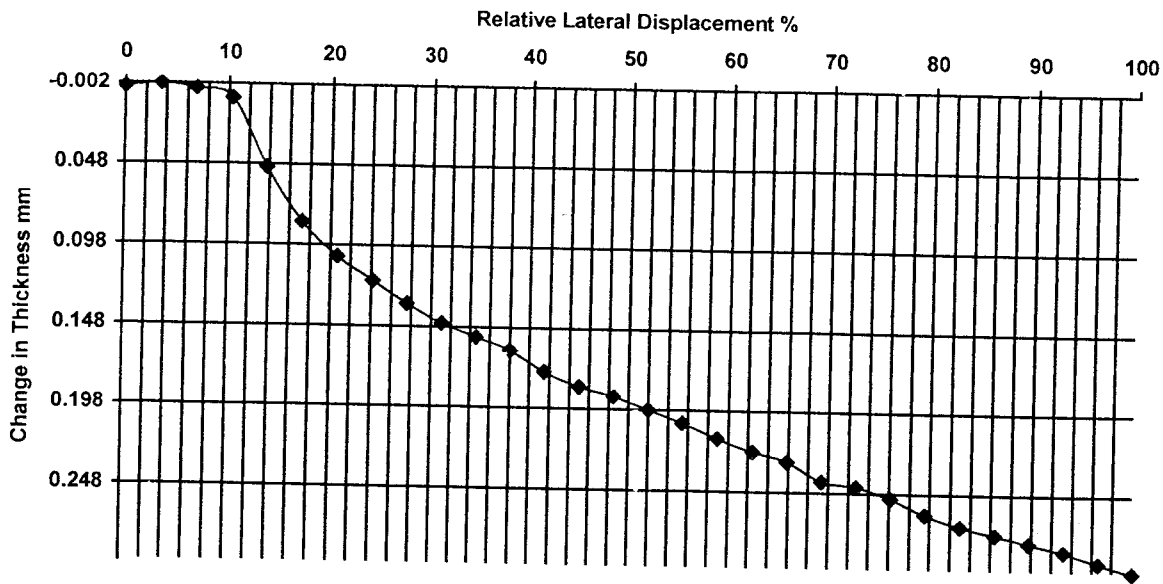


Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 02
Borehole	BH 1	Sample	01

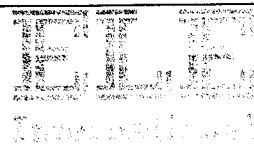
Shear Stress Vs Displacement



Change in Specimen Thickness Vs Displacement

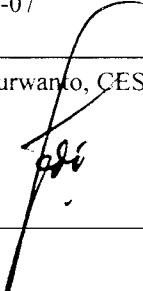


Rate of Horizontal Displacement Stage 1: 0.4364mm/min

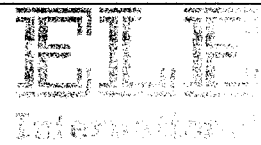
**Shear Strength by Direct Shear
(Small Shear Box)**

Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 02
Borehole	BH 1	Sample	01

Conditions at Failure	
Normal Stress	109.0 kPa
Peak Strength	39.5 kPa
Horizontal Deformation	1.628 mm
Residual Stress	0.0 kPa
Vertical Deformation	0.595 mm

Tested By and Date:	Arwan 01-03-07
Checked By and Date:	Arwan 01-03-07
Approved By and Date:	Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA. 

Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)



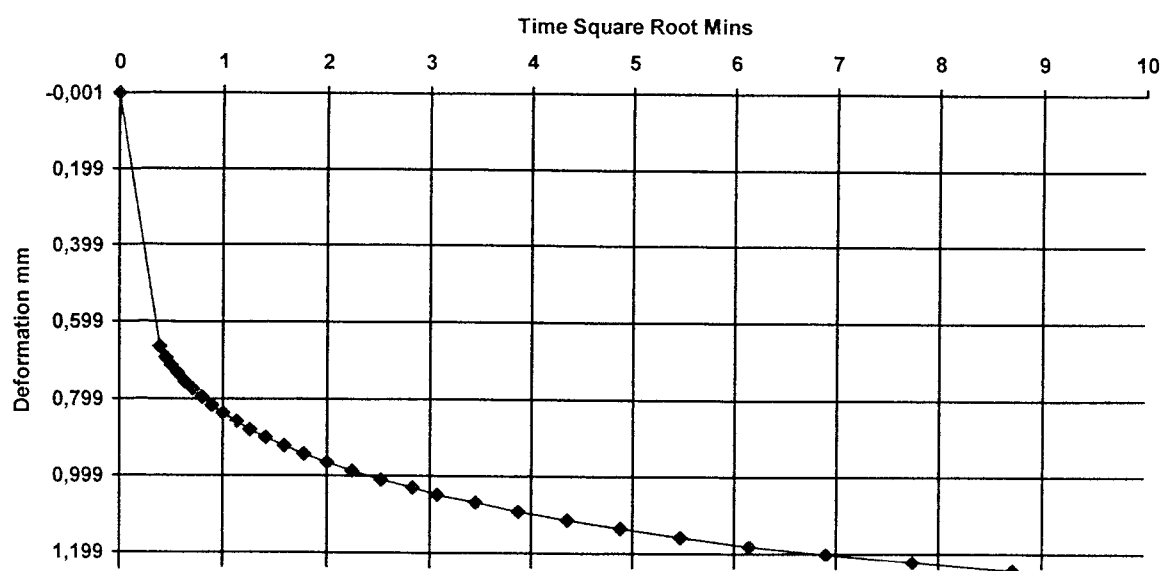
Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 02
Borehole	BH 1	Sample	02

Test Details			
Standard	ASTM D3080-03 / AASHTO T236-92	Particle Specific Gravity	2.55
Sample Type	Bulk Disturbed Sample	Single or Multi Stage	Single Stage
Lab. Temperature	28.0 deg.C	Location	Jombor. Klaten. Jawa Tengah.
Sample Description	Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil (II)		
Variations from procedure	None		

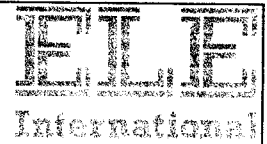
Specimen Details			
Specimen Reference	B	Description	Disturbed Sample
Depth within Sample	20.00mm	Orientation within Sample	Vertical
Initial Height	20.000 mm	Area	3600.00 mm ²
Structure / Preparation	Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil (II)	Initial Water Content*	25.1 % (trimmings: 41.9 %)
Initial Wet Unit Weight	16.28 kN/m ³	Degree of Saturation	69.36 %
Initial Dry Unit Weight	13.02 kN/m ³	Initial Voids Ratio	0.922
Final Wet Unit Weight	19.60 kN/m ³	Final Water Content	38.15%
Final Dry Unit Weight	14.19 kN/m ³	Dry Mass	95.55 g
Tested Dry or Submerged	Submerged		
Comments	Khusus Untuk Tugas Akhir		

* Calculated from initial and dry weights of whole specimen

Deformation vs Square Root Time

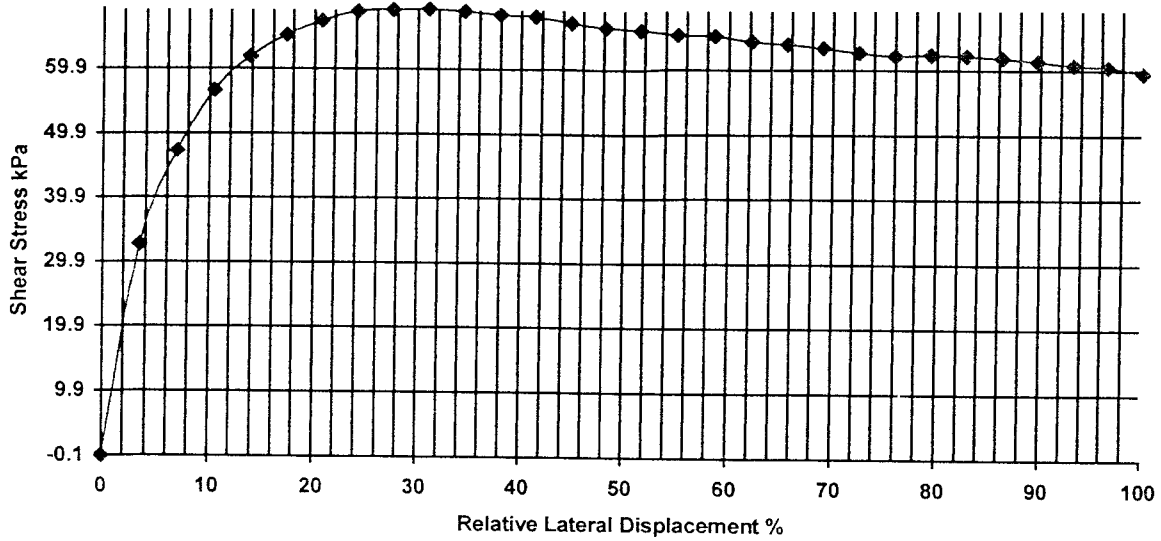


Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

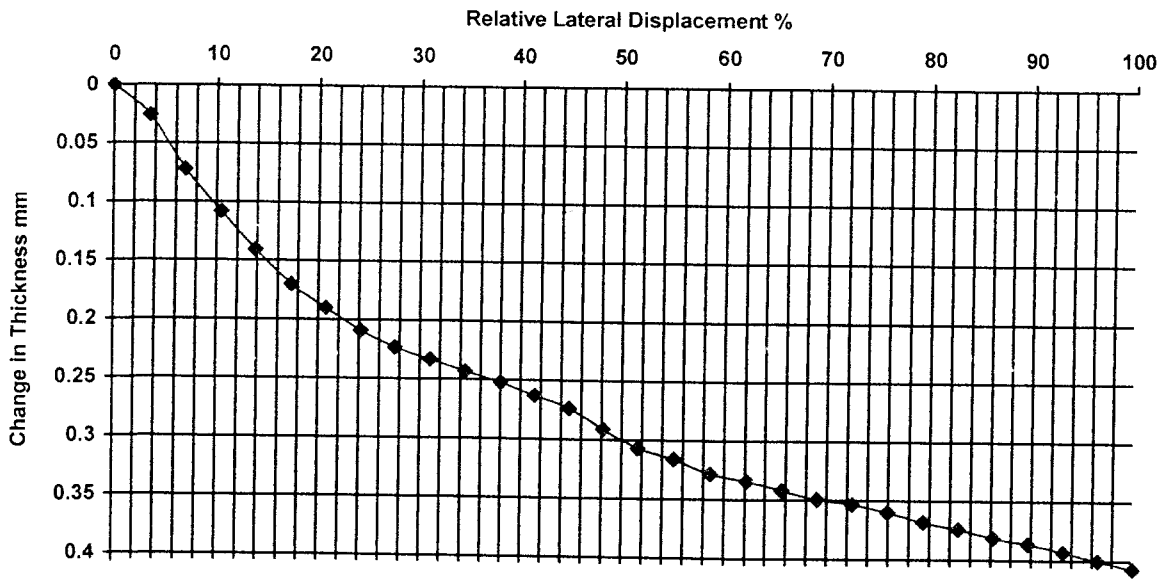


Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 02
Borehole	BH 1	Sample	02

Shear Stress Vs Displacement



Change in Specimen Thickness Vs Displacement



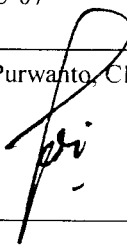
Rate of Horizontal Displacement	Stage 1: 0.4364mm/min
--	-----------------------

Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

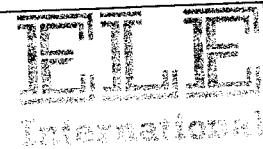


Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 02
Borehole	BH 1	Sample	02

Conditions at Failure	
Normal Stress	218.0 kPa
Peak Strength	69.2 kPa
Horizontal Deformation	1.831 mm
Residual Stress	0.0 kPa
Vertical Deformation	1.534 mm

Tested By and Date:	Arwan 02-03-07
Checked By and Date:	Arwan 02-03-07
Approved By and Date:	Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA. 

Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)



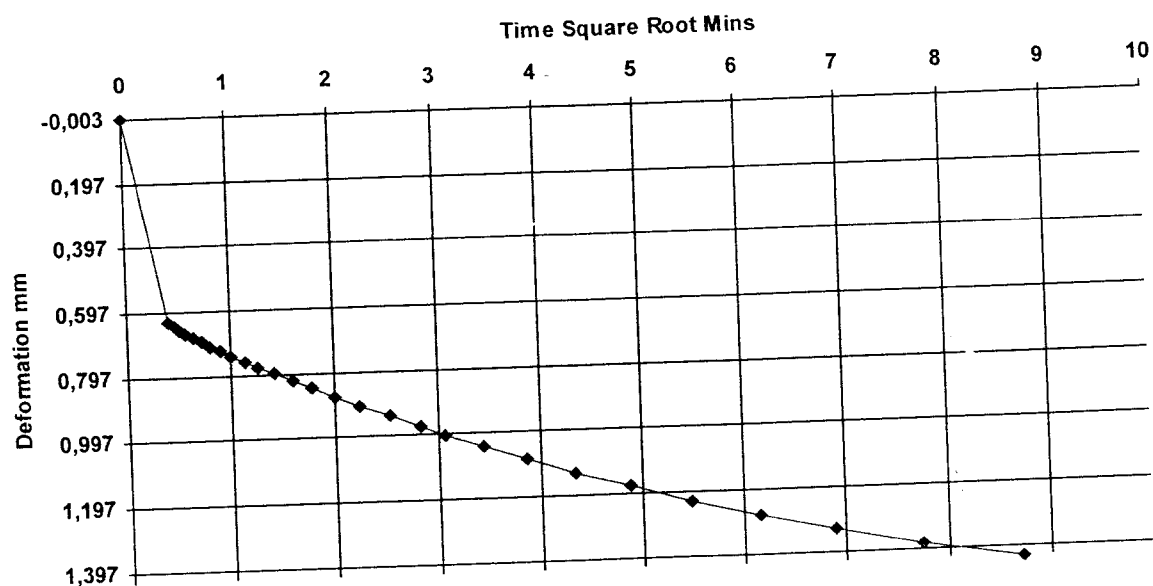
Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA. 02
Borehole	BH 1	Sample	03

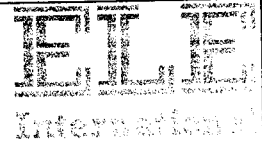
Test Details			
Standard	ASTM D3080-03 / AASHTO T236-92	Particle Specific Gravity	2.55
Sample Type	Bulk Disturbed Sample	Single or Multi Stage	Single Stage
Lab. Temperature	28.0 deg.C	Location	Jombor. Klaten. Jawa Tengah.
Sample Description	Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil (II)		
Variations from procedure	None		

Specimen Details			
Specimen Reference	C	Description	Disturbed Sample
Depth within Sample	20.00mm	Orientation within Sample	Vertical
Initial Height	20.000 mm	Area	3600.00 mm ²
Structure / Preparation	Tanah Asli + 1 Lapis Geotekstil (II)	Initial Water Content*	23.1 % (trimmings: 36.6 %)
Initial Wet Unit Weight	16.28 kN/m ³	Degree of Saturation	66.12 %
Initial Dry Unit Weight	13.22 kN/m ³	Initial Voids Ratio	0.892
Final Wet Unit Weight	19.50 kN/m ³	Final Water Content	34.97%
Final Dry Unit Weight	14.45 kN/m ³	Dry Mass	97.06 g
Tested Dry or Submerged	Submerged		
Comments	Khusus Untuk Tugas Akhir		

* Calculated from initial and dry weights of whole specimen

Deformation vs Square Root Time

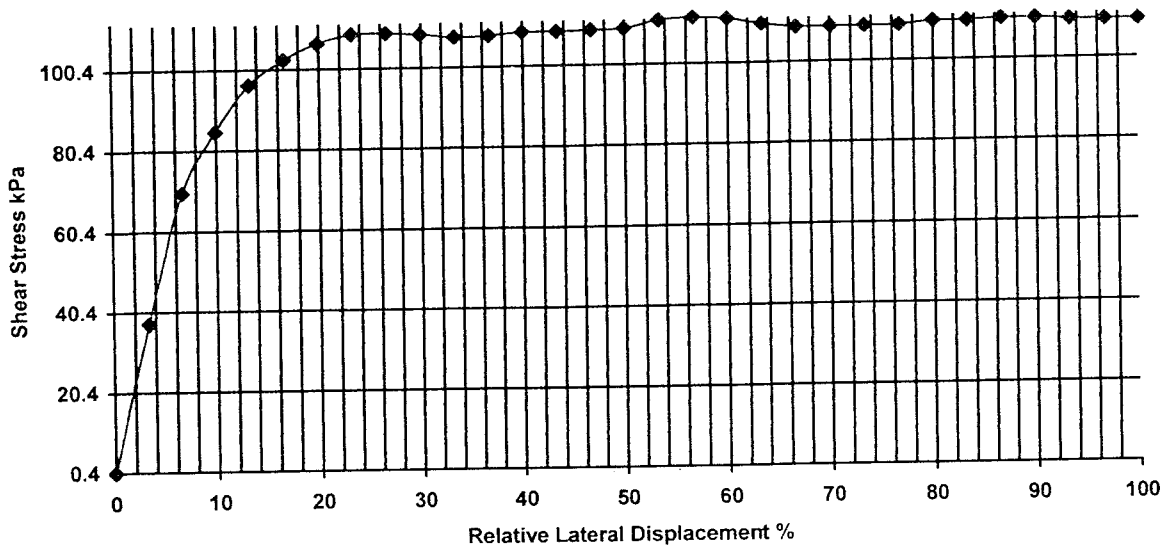




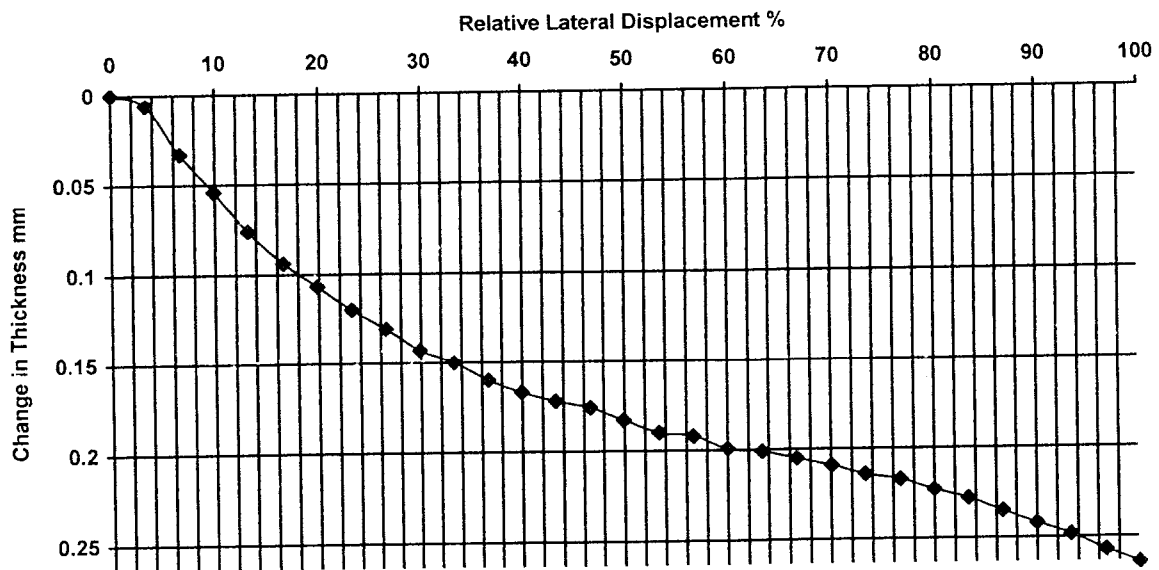
Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 02
Borehole	BH 1	Sample	03

Shear Stress Vs Displacement



Change in Specimen Thickness Vs Displacement



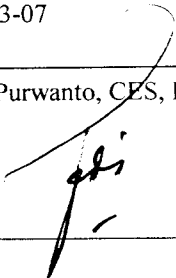
Rate of Horizontal Displacement	Stage 1: 0.4364mm/min
--	-----------------------

Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)



Client	Arwan + Nurdian	Lab Ref	ASTM
Project	Tugas Akhir	Job	TA 02
Borehole	BH 1	Sample	03

Conditions at Failure	
Normal Stress	436.0 kPa
Peak Strength	111.8 kPa
Horizontal Deformation	3.469 mm
Residual Stress	0.0 kPa
Vertical Deformation	1.663 mm

Tested By and Date:	Arwan 03-03-07
Checked By and Date:	Arwan 03-03-07
Approved By and Date:	Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA. 

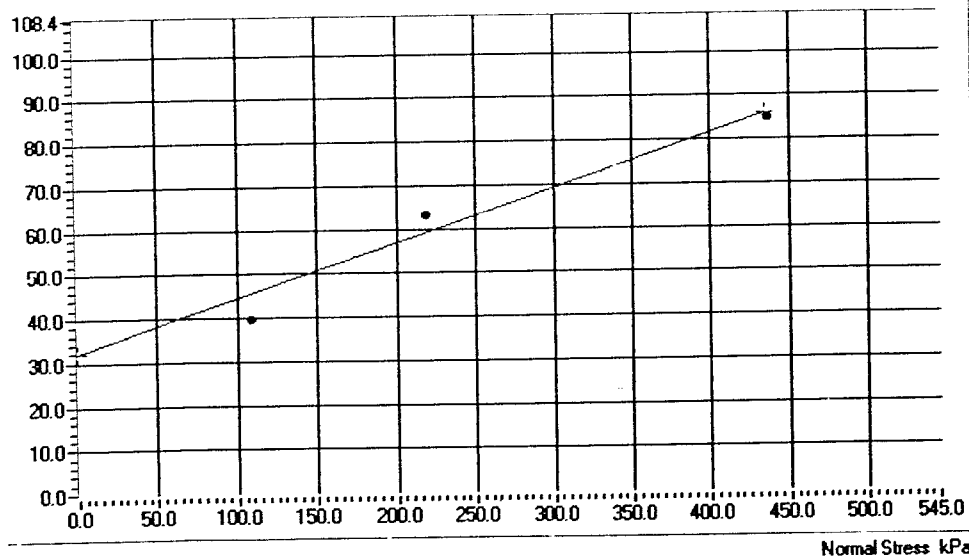
Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

Test Summary

Reference	A	B	C
Normal Stress	109.0 kPa	218.0 kPa	436.0 kPa
Peak Strength	39.5 kPa	63.3 kPa	84.9 kPa
Corresponding Horizontal Displacement	1.628 mm	4.076 mm	0.606 mm
Residual Stress	N/A	N/A	N/A
Rate of Shear Displacement	Stage 1: 0.4364mm/min	Stage 1: 0.4364mm/min	Stage 1: 0.4364mm/min
Final Height	19.28 mm	18.35 mm	18.30 mm
Sample Area	3600.00 mm ²	3600.00 mm ²	3600.00 mm ²
Initial Wet Unit Weight	16.28 kN/m ³	16.28 kN/m ³	16.28 kN/m ³
Initial Dry Unit Weight	12.91 kN/m ³	13.02 kN/m ³	13.22 kN/m ³
Final Wet Unit Weight	19.08 kN/m ³	19.60 kN/m ³	19.50 kN/m ³
Final Dry Unit Weight	13.39 kN/m ³	14.19 kN/m ³	14.45 kN/m ³
Final Moisture Content	42.5 %	38.1 %	35.0 %
Particle Specific Gravity	2.55	2.55	2.55
Final Void Ratio	0.8681	0.7628	0.7312
Final Saturation	124.83%	127.53%	121.95%

Maximum Shear Stress vs Normal Stress

Peak Shear Stress kPa



Peak ●

Angle of Shear Resistance
7.05 Degrees

Cohesion
32.15 kPa

LAMPIRAN

8



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

PENGUJIAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
 Jumlah Pukulan 56 x 3 lapis

Dikerjakan : Arwan + Nurdian
 Tanggal : 21 November 2006
 Jenis tanah : Tanah asli (1)

Pengembangan			
Tanggal			
Jam			
Pembacaan			
Pengembangan			

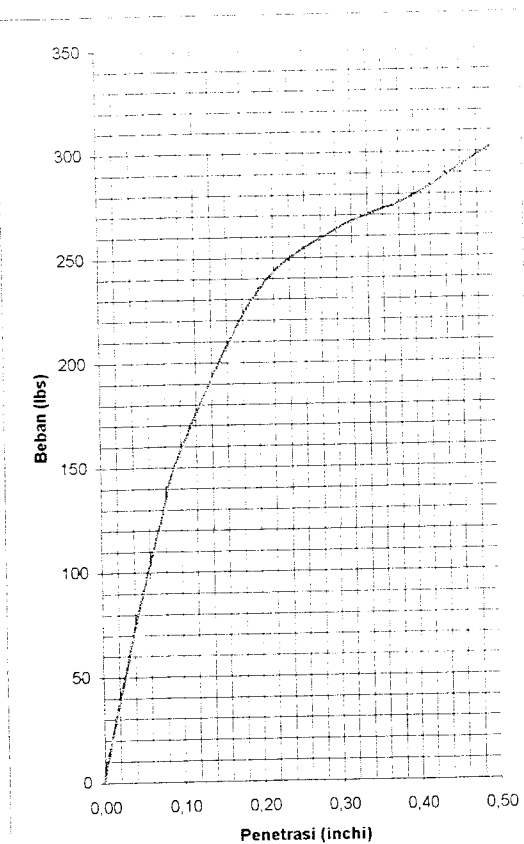
	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7906	
Berat cetakan	4180	
Berat tanah basah	3726	
Isi cetakan	2204,24	
Berat isi basah	1,690	
Berat isi kering	1,301	

Penetrasi					
Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (kg)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0	0	0	0
1/4	0,013	5	0	73,166	0
1/2	0,025	8	0	117,07	0
1	0,050	10	0	146,33	0
1 1/2	0,075	10,5	0	153,65	0
2	0,100	10,8	0	158,04	0
3	0,150	14,5	0	212,18	0
4	0,200	16	0	234,13	0
6	0,300	18	0	263,4	0
8	0,400	19,1	0	279,49	0
10	0,500	20,7	0	302,91	0

Kadar air		
	I	II
Cawan kosong (W1 gram)	22,03	21,93
Tanah basah + cawan (W2 gr)	43,32	46,19
Tanah kering + cawan (W3 gr)	38,61	40,38
Air (W2-W3 gram) ... (1)	4,71	5,81
Tanah kering (W3-W1 gram) ... (2)	16,58	18,45
Kadar Air (1)/(2)x100 %	28,41	31,49
kadar air rata-rata	29,95	

	Harga CBR	
	0,1"	0,2"
Atas	5,27 %	5,20 %
Bawah	0,1"	0,2"
	%	%

ATAS



Yogyakarta,
 Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL -FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

PENGUJIAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
 Jumlah Pukulan 56 x 3 lapis

Dikerjakan : Arwan + Nurdian
 Tanggal : 21 November 2006
 Jenis tanah : Tanah asli (2)

Pengembangan			
Tanggal			
Jam			
Pembacaan			
Pengembangan			

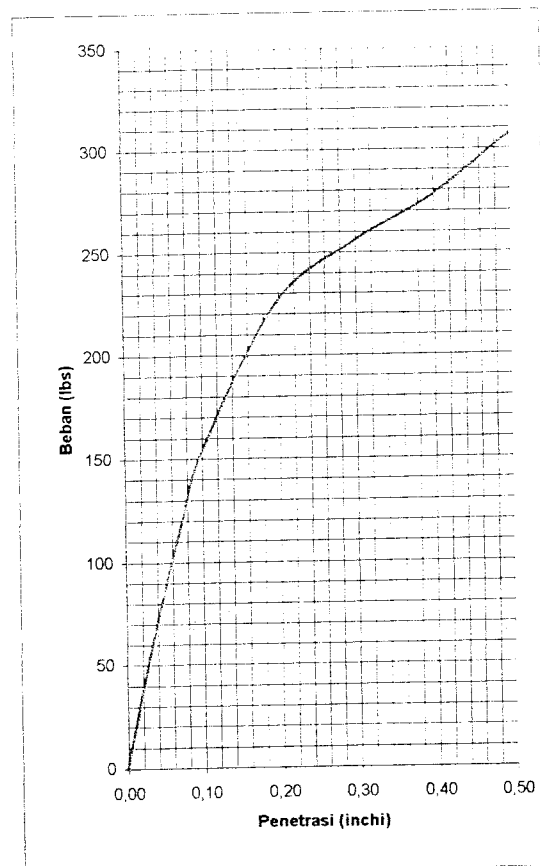
	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7896	
Berat cetakan	4180	
Berat tanah basah	3716	
Isi cetakan	2204,24	
Berat isi basah	1,686	
Berat isi kering	1,294	

Penetrasi					
Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (kg)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0	0	0	0
1/4	0,013	3	0	43,899	0
1/2	0,025	5,3	0	77,556	0
1	0,050	7,5	0	109,75	0
1 1/2	0,075	8,9	0	130,23	0
2	0,100	10,5	0	153,65	0
3	0,150	12	0	175,6	0
4	0,200	15,5	0	226,81	0
6	0,300	17,5	0	256,08	0
8	0,400	19	0	278,03	0
10	0,500	21	0	307,3	0

Kadar Air		
	I	II
Cawan kosong (W1 gram)	21,46	21,88
Tanah basah + cawan (W2 gr)	52,07	41,40
Tanah kering + cawan (W3 gr)	44,94	36,88
Air (W2-W3 gram) ... (1)	7,13	4,52
Tanah kering (W3-W1 gram) ... (2)	23,48	15,00
Kadar Air (1)/(2)x100 %	30,37	30,13
kadar air rata-rata	30,25	

	Harga CBR	
	0,1"	0,2"
Atas		
	5,12 %	5,04 %
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

ATAS



Yogyakarta
 Kepala Operasional Laboratorium

Dr Ir Edy Purwanto CES DEA



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL -FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

PENGUJIAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
 Jumlah Pukulan 56 x 3 lapis

Dikerjakan : Arwan + Nurdian
 Tanggal : 21 November 2006
 Jenis tanah : Tanah asli
 + geotekstil 1 lapis (1)

Pengembangan				
Tanggal				
Jam				
Pembacaan				
Pengembangan				

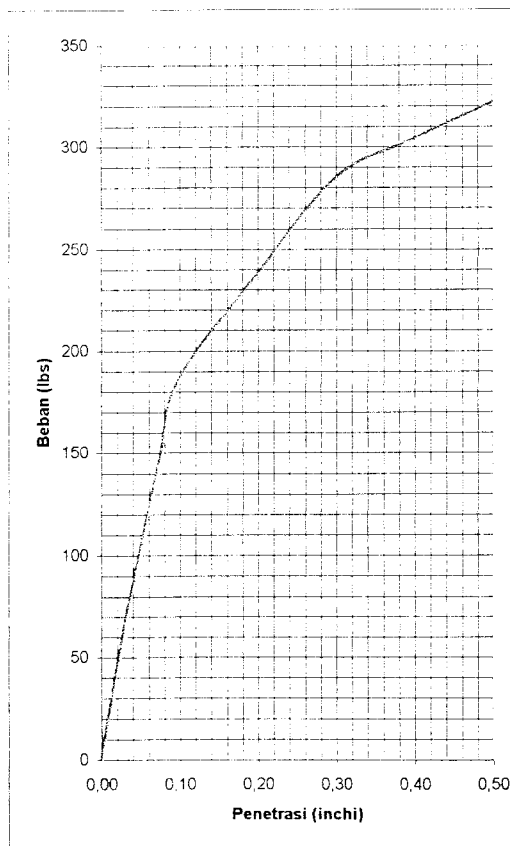
	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7896	
Berat cetakan	4180	
Berat tanah basah	3716	
Isi cetakan	2204,24	
Berat isi basah	1,686	
Berat isi kering	1,298	

Penetrasi					
Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (kg)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0	0	0	0
1/4	0,013	2,4	0	35,12	0
1/2	0,025	6,5	0	95,115	0
1	0,050	9,5	0	139,01	0
11/2	0,075	11,2	0	163,89	0
2	0,100	12,8	0	187,3	0
3	0,150	14,7	0	215,11	0
4	0,200	16,3	0	238,52	0
6	0,300	19,5	0	285,35	0
8	0,400	20,8	0	304,37	0
10	0,500	22	0	321,93	0

Kadar Air		
	I	II
Cawan kosong (W1 gram)	22,13	21,71
Tanah basah + cawan (W2 gr)	50,92	55,27
Tanah kering + cawan (W3 gr)	44,42	47,40
Air (W2-W3 gram) ... (1)	6,50	7,87
Tanah kering (W3-W1 gram) ... (2)	22,29	25,69
Kadar Air (1)/(2)x100 %	29,16	30,63
kadar air rata-rata	29,90	

	Harga CBR	
	0,1"	0,2"
Atas	6,24 %	5,30 %
Bawah	%	%

ATAS



Yogyakarta,
 Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto CES DEA



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL -FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

PENGUJIAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jombor, Klaten, Jawa Tengah
 Jumlah Pukulan 56 x 3 lapis

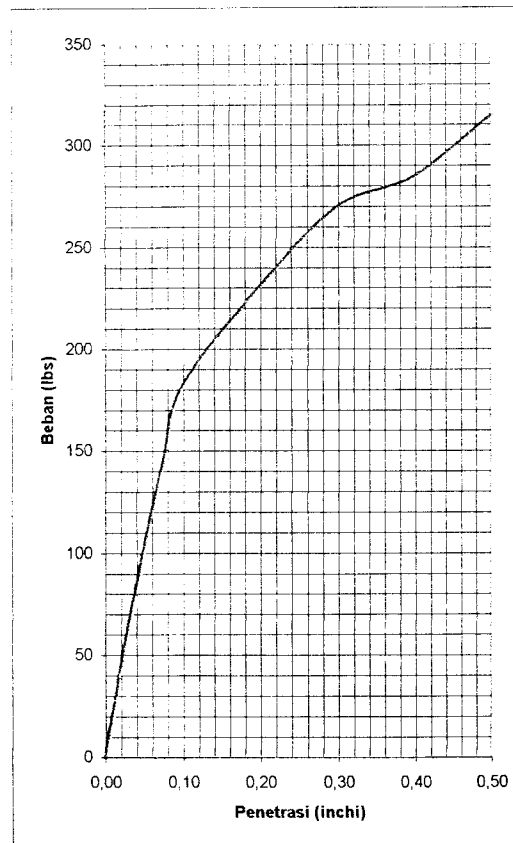
Dikerjakan : Arwan + Nurdian
 Tanggal : 21 November 2006
 Jenis tanah : Tanah asli
 + geotekstil 1 lapis (2)

Pengembangan				
Tanggal				
Jam				
Pembacaan				
Pengembangan				

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7848	
Berat cetakan	4180	
Berat tanah basah	3668	
Isi cetakan	2204,24	
Berat isi basah	1,664	
Berat isi kering	1,293	

Penetrasi					
Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (kg)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0	0	0	0
1/4	0,013	4	0	58,533	0
1/2	0,025	8	0	117,07	0
1	0,050	9,2	0	134,62	0
1 1/2	0,075	10,8	0	158,04	0
2	0,100	12,5	0	182,91	0
3	0,150	13,2	0	193,16	0
4	0,200	15,8	0	231,2	0
6	0,300	18,5	0	270,71	0
8	0,400	19,5	0	285,35	0
10	0,500	21,5	0	314,61	0

ATAS



Kadar Air		
	I	II
Cawan kosong (W1 gram)	21,96	22,10
Tanah basah + cawan (W2 gr)	44,47	39,32
Tanah kering + cawan (W3 gr)	39,50	35,44
Air (W2-W3 gram) ... (1)	4,97	3,88
Tanah kering (W3-W1 gram) ... (2)	17,54	13,34
Kadar Air (1)/(2)x100 %	28,34	29,09
kadar air rata-rata	28,71	

	Harga CBR	
	0,1"	0,2"
Atas	6,10 %	5,14 %
Bawah	%	%

Yogyakarta,
 Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA.