

الجامعة الإسلامية
الاندونيسية

DIBACA DI TERBUK
TIDAK DIBANA PULANG

PERPUSTAKAAN ITSP UH
MADIAN/BELI
TGL. TERIMA : 22 Jun 2006
NO. JUDEL : 006964
NO. INV. : 9200004964001
NO. INDEK. :

TUGAS AKHIR

STABILISASI TANAH LEMPUNG LUNAK DENGAN BAHAN ADITIF KAPUR KARBID DAN PERKUATAN TANAH DENGAN GEOTEKSTIL



Disusun oleh :

HENRY SYAHRUL : 98511087

YUDI SISWANTO : 99511098

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

2006

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

TUGAS AKHIR

STABILISASI TANAH LEMPUNG LUNAK DENGAN BAHAN ADITIF KAPUR KARBID DAN PERKUATAN TANAH DENGAN GEOTEKSTIL

Nama : Henry Syahrul

No. Mhs : 98511087

Nama : Yudi Siswanto

No. Mhs : 99511098

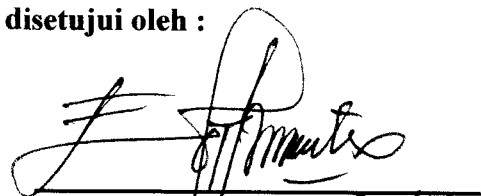
Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA

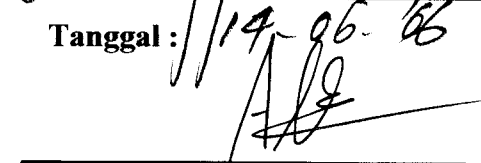
Dosen Pembimbing I

Ir. Akhmad Marzuko, MT

Dosen Pembimbing II



Tanggal : 14-06-06



Tanggal : 8.6.2006

KATA PENGANTAR



Assalamu' alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah wa syukurillah, segala puji dan syukur adalah milikNya yang telah mencurahkan samudra karunia dan hidayah-Nya kepada peneliti, sehingga penelitian dengan judul “Stabilisasi Tanah Lempung Lunak dengan Kapur Karbid dan Perkuatan Tanah dengan Geotekstil” dilakukan pada periode September – Maret tahun 2005 – 2006, bertempat di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, 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, peneliti telah banyak mendapat bantuan, bimbingan dan pengarahan dari berbagai pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini peneliti 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. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA, selaku Dosen Pembimbing I, 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, atas kritik dan masukannya.
6. Bapak Ir. H. A. Halim Hasmar, MT, selaku Kepala Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, FTSP, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

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

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

Wassalamu'alikum. Wr. Wb.

Yogyakarta, Mei 2006

Peneliti

Henry Syahrul

Yudi Siswanto

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR NOTASI	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
ABSTRAKSI	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	3
1.3 Tujuan penelitian.....	3
1.4 Batasan penelitian.....	4
1.5 Manfaat penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Stabilisasi Tanah Lempung.....	6
2.2 Penelitian Perkuatan Tanah dengan Geotekstil.....	11
BAB III LANDASAN TEORI	
3.1 Sifat umum tanah.....	16
3.2 Batas-batas konsistensi.....	18

3.3	Komposisi dan klasifikasi tanah.....	21
3.3.1	Komposisi tanah.....	21
3.3.2	Sistem klasifikasi tanah.....	22
3.4	Analisis Ukuran Butiran.....	30
3.4.1	Tanah berbutir kasar.....	30
3.4.2	Tanah berbutir halus.....	30
3.5	Tanah Lempung.....	30
3.5.1	Susunan Tanah Lempung.....	30
3.5.2	Sifat-sifat tanah Lempung.....	31
3.5.3	Stabilisasi Tanah Lempung.....	32
3.6	Stabilisasi dengan Kapur Karbid.....	33
3.6.1	Sifat-sifat Kapur Karbid.....	35
3.6.2	Tujuan Stabilisasi dengan Kapur Karbid.....	36
3.7	Perkuatan Tanah dengan Geotekstil.....	36
3.7.1	Karakteristik Geosintetik untuk Perencanaan.....	38
3.7.2	Tinjauan Bentuk Fisis Geotekstil.....	44
3.7.3	Fungsi Geotekstil.....	44
3.7.4	Tujuan Perkuatan Tanah dengan Geotekstil.....	47
3.8	Parameter Geser Tanah.....	48
3.8.1	Uji Triaksial <i>Unconsolidated Undrained</i>	48
3.8.2	Uji Tekan Bebas.....	49

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Bahan dan Materi Penelitian.....	51
4.1.1 Bahan.....	51
4.1.2 Peralatan.....	51
4.2 Jadwal Penelitian	52
4.3 Jalannya Penelitian.....	52
4.3.1 Tahap Persiapan.....	52
4.3.2 Tahap Pekerjaan Lapangan.....	53
4.3.3 Tahap Pekerjaan Laboratorium.....	53
4.3.4 Jenis Pengujian.....	64
4.3.5 Tabel Jenis Pengujian.....	65
4.3.6 Bagan Alir Pengujian.....	66

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Sifat Fisik Tanah Lempung.....	67
5.2 Hasil-hasil Pengujian Sifat-sifat Mekanis Tanah Lempung.....	68
5.2.1 Perhitungan Kadar Air Tanah.....	69
5.2.2 Perhitungan Berat Volume Tanah.....	70
5.2.3 Perhitungan Berat Jenis Tanah.....	71
5.2.4 Perhitungan Batas-batas Konsistensi.....	72
5.3 Klasifikasi Tanah	75
5.3.1 Sistem Klasifikasi Tekstur.....	75
5.3.2 Sistem Klasifikasi AASTHO.....	77
5.3.3 Sistem Klasifikasi <i>Unified</i>	82

5.4 Uji Parameter Geser Tanah.....	85
5.4.1 Uji Kepadatan Tanah	85
5.4.2 Uji Tekan Bebas.....	88
5.4.3 Uji Triaksial <i>Unconsolidated Undrained</i>	95
5.5 Pembahasan Sudut Geser Dalam.....	107
5.5.1 Pembahasan Sudut Geser Dalam Pada Penambahan Kapur Karbid.....	108
5.5.2 Pembahasan Sudut Geser Dalam Pada Penambahan Geotekstil.....	110
5.5.3 Pembahasan Sudut Geser Dalam Pada Penambahan Kapur Karbid 12% dan Dilapisi Geotekstil 1 Lapis.....	111
5.6 Pembahasan Kohesi Tanah	113
5.6.1 Pembahasan Kohesi Tanah Pada Penambahan Kapur Karbid.....	113
5.6.2 Pembahasan Kohesi Tanah Pada Penambahan Geotekstil.....	115
5.6.3 Pembahasan Kohesi Tanah Pada Penambahan Kapur Karbid 12% dan Dilapisi Geotekstil 1 Lapis.....	117

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan.....	119
6.2 Saran.....	120

DAFTAR PUSTAKA.....122

LAMPIRAN.....123

DAFTAR NOTASI

W_s	berat butiran padat	(gram)
W_w	berat air	(gram)
W	berat total	(gram)
V_s	volume butiran padat	(cm^3)
V_w	volume air	(cm^3)
V_a	volume udara	(cm^3)
V_v	volume rongga	(cm^3)
V	volume total	(cm^3)
w	kadar air	(%)
γ_b	berat volume tanah basah	(gr/cm^3)
γ_d	berat volume anah kering	(gr/cm^3)
γ_w	berat volume air	(gr/cm^3)
G_s	berat jenis	
σ_1	tegangan utama mayor	(kg/cm^2)
σ_3	tegangan utama minor	(kg/cm^2)
LL	batas cair	(%)
PL	batas plastis	(%)
PI	indeks plastisitas	(%)
c	kohesi	(kg/cm^2)
q_u	kuat tekan tanah	(kg/cm^2)
ϕ	sudut geser dalam	($^\circ$)

DAFTAR TABEL

Tabel. 3.1 Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah.....	21
Tabel. 3.2 Batasan-batasan Ukuran Golongan Tanah.....	24
Tabel. 3.3 Sistem Klasifikasi AASTHO.....	26
Tabel. 3.4 Sistem Klasifikasi <i>Unified</i>	28
Tabel. 3.5 Sifat Tanah Lempung.....	31
Tabel. 3.6 Berat Jenis dari Beberapa Jenis Tanah.....	32
Tabel. 3.7 Komposisi Kimia Kapur Karbid.....	35
Tabel. 3.8 Rentang Nilai Dari Beberapa Karakteristik Teknis Geosintetik Yang Ada Di pasaran (Exxon, 1990).....	43
Tabel. 4.1 Tabel Jenis Pengujian.....	65
Tabel. 5.1 Hasil Pengujian Kadar Air (<i>Undisturbed</i>).....	69
Tabel. 5.2 Hasil Pengujian Kadar Air (<i>Disturbed</i>).....	69
Tabel. 5.3 Hasil Pengujian Berat Volume Tanah.....	70
Tabel. 5.4 Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah.....	72
Tabel. 5.5 Hasil Pengujian Batas Cair (1).....	73
Tabel. 5.6 Sifat-sifat Mekanis tanah.....	75
Tabel. 5.7 Hasil Uji Analisa Distribusi Butiran.....	76
Tabel. 5.8 Tabel Klasifikasi AASTHO.....	81
Tabel. 5.9 Tabel Klasifikasi <i>Unified</i>	84
Tabel. 5.10 Hasil Uji Proctor Standar (sampel 1).....	86
Tabel. 5.11 Hasil Uji Tekan Bebas.....	92
Tabel. 5.12 Hasil Uji Triaksial UU.....	107

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Fase tanah.....	17
Gambar 3.2 Klasifikasi USCS.....	23
Gambar 3.3 Rentang Dari Batas Cair (LL) dan Indeks Plastisitas(PI).....	25
Gambar 3.4 Fungsi Geotekstil.....	47
Gambar 4.1 Alat Uji Triaksial.....	52
Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian.....	66
Gambar 5.1 Grafik Analisa Distribusi Butiran (1).....	68
Gambar 5.2 Grafik Batas Cair (1).....	73
Gambar 5.3 Klasifikasi USCS.....	77
Gambar 5.4 Rentang Dari Batas Cair (LL) dan Indeks Plastisitas(PI).....	79
Gambar 5.5 Grafik Plastisitas Sistem <i>Unified</i>	83
Gambar 5.6 Hasil Uji Kepadatan tanah (1).....	87
Gambar 5.7 Grafik Tegangan-Regangan Tanah Lempung <i>Undisturbed</i> (Tekan Bebas-1).....	89
Gambar 5.8 Grafik Tegangan-Regangan Tanah Lempung w optimum (Tekan Bebas-1).....	89
Gambar 5.9 Grafik Tegangan-Regangan Tanah + Kapur Karbid 8% (Tekan Bebas-1).....	93
Gambar 5.10 Grafik Tegangan-Regangan Tanah + Kapur Karbid 12% (Tekan Bebas-1).....	93
Gambar 5.11 Grafik Tegangan-Regangan Tanah + Kapur Karbid 16% (Tekan Bebas-1).....	94
Gambar 5.12 Grafik Tegangan-Regangan Tanah Lempung <i>Undisturbed</i> (Triaksial-1).....	96
Gambar 5.13 Grafik Lingkaran Mohr Tanah Lempung <i>Undisturbed</i> (Triaksial -1).....	96
Gambar 5.14 Grafik Tegangan-Regangan Tanah Lempung w optimum (Triaksial -1).....	97

Gambar 5.15 Grafik Lingkaran Mohr Tanah Lempung w optimum (Triaksial -1).....	97
Gambar 5.16 Grafik Tegangan-Regangan Tanah + Kapur Karbid 8% (Triaksial -1).....	100
Gambar 5.17 Grafik Lingkaran Mohr Tanah + Kapur Karbid 8% (Triaksial -1).....	100
Gambar 5.18 Grafik Tegangan-Regangan Tanah + Kapur Karbid 12% (Triaksial -1).....	101
Gambar 5.19 Grafik Lingkaran Mohr Tanah + Kapur Karbid 12% (Triaksial -1).....	101
Gambar 5.20 Grafik Tegangan-Regangan Tanah + Kapur Karbid 16% (Triaksial -1).....	102
Gambar 5.21 Grafik Lingkaran Mohr Tanah + Kapur Karbid 16% (Triaksial -1).....	102
Gambar 5.22 Grafik Tegangan-Regangan Tanah + Geotekstil 1 Lapis (Triaksial -1).....	103
Gambar 5.23 Grafik Lingkaran Mohr Tanah + Geotekstil 1 Lapis (Triaksial -1).....	104
Gambar 5.24 Grafik Tegangan-Regangan Tanah + Geotekstil 2 Lapis (Triaksial -1).....	104
Gambar 5.25 Grafik Lingkaran Mohr Tanah + Geotekstil 2 Lapis (Triaksial -1).....	105
Gambar 5.26 Grafik Tegangan-Regangan Tanah + Kapur Karbid 12 % + Geotekstil 1 Lapis (Triaksial -1).....	106
Gambar 5.27 Grafik Lingkaran Mohr Tanah + Kapur Karbid 12 % + Geotekstil 1 Lapis (Triaksial -1).....	106
Gambar 5.28 Grafik Sudut Geser Dalam Hasil Uji Triaksial Pada Penambahan Kapur Karbid.....	108
Gambar 5.29 Grafik Sudut Geser Dalam Hasil Uji Tekan Bebas Pada Penambahan Kapur Karbid.....	109

Gambar 5.30 Grafik Sudut Geser Dalam Hasil Uji Triaksial Pada Penambahan Geotekstil.....	110
Gambar 5.31 Grafik Sudut Geser Dalam Hasil Uji Triaksial Pada Penambahan Kapur Karbid 12% dan Geotekstil 1 Lapis.....	112
Gambar 5.32 Grafik Kohesi Tanah Hasil Uji Triaksial Pada Penambahan Kapur Karbid.....	114
Gambar 5.33 Grafik Kohesi Tanah Hasil Uji Tekan Bebas Pada Penambahan Kapur Karbid.....	114
Gambar 5.34 Grafik Kohesi Tanah Hasil Uji Triaksial Pada Penambahan Geotekstil.....	116
Gambar 5.35 Grafik Kohesi Tanah Hasil Uji Triaksial Pada Penambahan Kapur Karbid 12% dan Geotekstil 1 Lapis.....	117

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Keterangan
1	Kartu Peserta Tugas Akhir
2	Lembar Konsultasi Tugas Akhir
3	Tabel Klasifikasi Tanah AASTHO
4	Tabel Pengujian Hidrometer
5	Tabel Pengujian Analisa Saringan
6	Tabel Pengujian Kadar Air (<i>Undisturbed</i>)
7	Tabel Pengujian Kadar Air (<i>Disturbed</i>)
8	Tabel Pengujian Berat Jenis Tanah (<i>Disturbed</i>)
9	Tabel Pengujian Berat Volume Tanah (<i>Disturbed</i>)
10	Tabel Pengujian Proctor
11	Tabel Pengujian Tekan Bebas Tanah Lempung (<i>Undisturbed</i>)
12	Tabel Pengujian Tekan Bebas Tanah Lempung (w optimum)
13	Tabel Pengujian Tekan Bebas Tanah Lempung Dengan Campuran Kapur karbit 8% (w optimum)
14	Tabel Pengujian Tekan Bebas Tanah Lempung Dengan Campuran Kapur karbit 12% (w optimum)
15	Tabel Pengujian Tekan Bebas Tanah Lempung Dengan Campuran Kapur Karbit 16% (w optimum)
16	Tabel Pengujian Triaksial <i>Unconsolidated Undrained</i> Tanah Lempung (w optimum)
17	Tabel Pengujian Triaksial <i>Unconsolidated Undrained</i> Tanah Lempung + Geotekstil 1 lapis (w optimum)
18	Tabel Pengujian Triaksial <i>Unconsolidated Undrained</i> Tanah Lempung + Geotekstil 2 lapis (w optimum)
19	Tabel Pengujian Tekan Bebas Tanah Lempung Dengan Campuran Kapur karbit 12% + Geotekstil 1 lapis (w optimum)

ABSTRAKSI

Tanah lunak mempunyai daya dukung rendah, kuat geser rendah, kompresibilitas tinggi, dan penurunan besar, karena pori-pori tanah banyak terisi air. Untuk itu tanah tersebut perlu diperbaiki terlebih dahulu dengan distabilisasi atau diperkuat sebelum dipakai sebagai pondasi bangunan di atasnya agar tanah memenuhi persyaratan kualitas, baik secara fisik maupun teknis.

Persoalan ini mendorong penyusun untuk mengadakan penelitian dengan tujuan untuk memperbaiki parameter geser tanah lempung. Perbaikan parameter geser tanah lempung dilakukan dengan penambahan bahan aditif kapur karbid. Selain itu melapisinya dengan bahan geotekstil, dan mencampur tanah dengan bahan aditif kapur karbid dan melapisinya dengan bahan geotekstil.

Adapun hasil dari penelitian untuk uji parameter geser tanah didapatkan hasil bahwa penambahan bahan aditif kapur karbid dan geotekstil pada tanah lempung dapat meningkatkan nilai parameter geser tanah tersebut. Pada penambahan kapur karbid dengan prosentase terbesar yang diuji (16%) nilai kohesi tanah dan nilai sudut geser dalam tanah mengalami peningkatan, pada uji Triaksial UU nilai kohesi meningkat 227.78% sedangkan nilai Sudut geser dalam meningkat 455.33%, pada uji Tekan bebas nilai kohesi meningkat 357.76%, sedangkan nilai Sudut geser dalam sebesar 155%. Pada penambahan geotekstil dengan jumlah lapisan terbesar (2 lapis) nilai Kohesi meningkat 245.83% sedangkan nilai Sudut geser dalam meningkat 281.18%. Pada penambahan kapur karbid (12%) dan dilapisi geotekstil 1 lapis nilai Kohesi meningkat sebesar 375% sedangkan nilai sudut geser dalam 286.79%.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah adalah akumulasi partikel mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan. Di antara partikel-partikel tanah terdapat ruang kosong yang disebut pori-pori (*void space*) yang berisi air dan / atau udara. Ikatan yang lemah antara partikel - partikel tanah disebabkan oleh pengaruh karbonat atau oksida yang tersenyawa di antara tersebut atau dapat juga disebabkan oleh adanya material organik. Bila hasil dari pelapukan tersebut di atas tetap berada pada tempat semula, maka bagian ini disebut tanah sisa (*residual soil*). Hasil pelapukan yang tersangkut ke tempat lain dan mengendap di beberapa tempat yang berlainan disebut tanah bawaan (*transportation soil*). Media pengangkut tanah berupa gaya gravitasi, angin, air, dan gletsyer. Pada saat berpindah tempat, ukuran dan bentuk partikel-partikel dapat berubah dan terbagi dalam beberapa rentang ukuran (Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah, Joseph E. Bowles, 1986).

Tanah dalam pekerjaan teknik sipil selalu diperlukan, baik sebagai bahan konstruksi maupun pendukung beban. Kondisi tanah di setiap tempat tentulah berbeda karena secara alamiah tanah merupakan material yang rumit dan sangat bervariasi. Tanah lunak mempunyai daya dukung rendah, kuat geser rendah, kompresibilitas tinggi, dan penurunan besar, karena pori-pori tanah banyak terisi air. Untuk itu tanah tersebut perlu diperbaiki terlebih dahulu dengan distabilisasi

atau diperkuat sebelum dipakai sebagai pondasi bangunan di atasnya agar tanah memenuhi persyaratan kualitas, baik secara fisik maupun teknis.

Stabilisasi tanah lempung dapat dilakukan dengan beberapa metoda, diantaranya dengan stabilisasi mekanis dengan cara pengaturan gradasi butiran tanah, kemudian dilakukan proses pemadatan atau dengan melakukan penambaham bahan kimia.

Perkembangan industri konstruksi saat ini memungkinkan membuat elemen-elemen konstruksi perkuatan tanah dengan sistem pabrikasi yang menjadikan pelaksanaan pekerjaan menjadi mudah dan cepat. Penggunaan bahan sintetis dalam perkuatan tanah dapat juga dilakukan kemudian ini dikenal dengan nama *geosintetik*.

Geosintetik secara umum dibedakan berdasarkan sifat bahan yaitu bahan lulus air (*permeable*) dikenal sebagai geotekstil dan bahan yang bersifat kedap air (*impermeable*) dikenal dengan nama geomembran.

Geotekstil baik yang berasal dari serat-serat asli (kertas, filter, papan kayu, bambu) maupun serat-serat sintetis (*fiber*) banyak berhubungan dengan pekerjaan-pekerjaan tanah terutama untuk meningkatkan daya dukung dan kekuatan geser tanah.

Berdasarkan dari pengertian diatas penyusun mengangkat topik dalam penelitian tugas akhir dengan judul : **“Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Dengan Bahan Aditif Kapur Karbid Dan Perkuatan Tanah Dengan Geotekstil”**.

1.1 Rumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang diatas, diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Seberapa besar perubahan nilai parameter geser tanah lempung lunak (kohesi dan sudut geser dalam) setelah ditambah dengan kapur karbid,
2. Seberapa besar perubahan nilai parameter geser tanah lempung lunak (kohesi dan sudut geser dalam) lempung setelah diperkuat dengan geotekstil.
3. Seberapa besar perubahan nilai parameter geser tanah lempung lunak (kohesi dan sudut geser dalam) lempung setelah ditambah dengan kapur karbid dan diperkuat dengan geotekstil.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk hal-hal sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh stabilisasi pada tanah lempung lunak dengan penambahan bahan aditif kapur karbid dengan variasi campuran sebesar 8%, 12%, dan 16% terhadap parameter geser tanah lempung,
2. Mengetahui pengaruh perkuatan tanah dengan geotekstil woven pada tanah lempung lunak dengan variasi 1 lapis, dan 2 lapis terhadap parameter geser tanah lempung.
3. Mengetahui pengaruh stabilisasi pada tanah lempung lunak dengan penambahan bahan aditif kapur karbid 12% dan dilapisi geotekstil 1 lapis.

1.4 Batasan Penelitian

Untuk menghasilkan pemahaman dan ketelitian dalam masalah ini maka diperlukan adanya batasan-batasan masalah. Adapun batasan-batasan masalah dalam hal ini adalah sebagai berikut :

1. Lempung yang diambil dari daerah Ngawen, Gunungkidul,
2. Lempung yang digunakan adalah lempung lunak,
3. Penelitian hanya terbatas pada sifat – sifat fisik dan mekanis tanah lempung, tidak menganalisis unsur kimia tanah lempung,
4. Proporsi campuran pada setiap berat kering tanah yang dicampur dengan geotekstil dengan variasi lapisan 1,dan 2. Kapur karbid dengan variasi persentase campuran sebesar 8%, 12%, dan 16%,
5. Geotekstil yang dipakai jenis Woven, GEO-REINFOLX HR 250XT produksi PT. Puritek Purnama Jakarta,
6. Kapur karbit yang digunakan adalah dari PT. Iga Murni Sejahtera, Jl Wates km 12, Sedayu, Yogyakarta,
7. Pengujian parameter geser tanah lempung dilakukan dengan uji triaksial, dan uji tekan bebas,
8. Dalam penelitian ini tidak ditinjau pengaruh perubahan temperatur sampel tanah lempung,
9. 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 kita dapat memperoleh pengetahuan tentang pengaruh yang ditimbulkan oleh penambahan aditif kapur karbid dan penambahan geotekstil jenis Woven terhadap mekanisme sifat mekanis tanah lempung. Penelitian ini diharapkan berguna bagi para insinyur tanah dalam perancangan stabilisasi dan perkuatan tanah dasar serta dapat memperluas memperluas wawasan kita dalam rekayasa sipil dalam bidang Geoteknik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Mengenai Stabilisasi Tanah Lempung

1. Muahmmad Rully Anriady dan Yousef Hirapako, 2002, **Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Kalsit**, TA Mahasiswa S1 JTS FTSP-UII.

a. Rumusan Masalah

Proses stabilisasi tanah dapat menggunakan berbagai macam bahan stabilisator sehingga tanah tersebut dapat memenuhi syarat untuk sebuah konstruksi. Upaya untuk meningkatkan daya dukung dengan menggunakan bahan stabilisator sudah sering dilakukan, diantaranya adalah stabilisasi semen, stabilisasi kapur, dan lain-lain akan tetapi tidak menutup kemungkinan untuk menggunakan bahan lain yang belum pernah digunakan. Oleh sebab itu perlu diadakan penelitian stabilisasi menggunakan kalsit. Kalsit banyak terdapat di alam dalam jumlah yang tak terbatas. Dari segi ekonomis kalsit tergolong murah. Cara memperolehnya mudah dan pengerjaannya (cara memecahnya) tidak memerlukan alat-alat berat, disamping itu kalsit masih sedikit sekali penggunaannya dalam bidang konstruksi.

b. Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar kemampuan kalsit sebagai stabilisator tanah lempung. Tujuan khusus dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui sifat-sifat dan batas-batas *atterberg* dari tanah lempung baik sebelum maupun sesudah distabilisasi dengan kalsit.
2. Untuk mengetahui kadar air optimum dan berat volume kering maksimum tanah lempung sebelum maupun setelah distabilisasi dengan kalsit.
3. Untuk mengetahui kekuatan tanah lempung yang diindikasikan dengan pengujian CBR.
4. Untuk mengetahui besarnya sudut geser, kohesi dan kuat geser tanah yang diindikasikan dengan pengujian kuat tekan bebas dan geser langsung.

c. Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian yang dilakukan, maka tugas akhir ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Tanah asli berupa tanah lempung termasuk golongan A-7-5 berdasarkan klasifikasi tanah menurut AASTHO dengan nilai batas cair sebesar 70,097%, nilai batas plastis 41,39%, nilai indeks Plastisitas sebesar 29,513% dan nilai batas susut sebesar 23,06%.
2. Pada tanah + kalsit 6% termasuk golongan A-7-5 berdasarkan klasifikasi tanah menurut AASTHO dengan nilai batas cair sebesar 61,68%, nilai batas plastis 42,83%, nilai indeks plastisitas 18,86%, dan nilai batas susut 14,89%.
3. Dari uji proktor standar diperoleh kadar kalsit 6% yang menghasilkan berat volume kering maksimum sebesar 1,33850 gr/cm³

4. Nilai CBR pemeraman untuk kadar kalsit 0% sebesar 11,41%. Sedangkan tanah + kalsit 6% yang diperam selama 21 hari nilai CBRnya menjadi 42%.
5. Nilai CBR rendaman selama 4 hari 2,81%. Sedangkan tanah + kalsit 6% yang direndam selama 4 hari nilai CBRnya menjadi 3,63%.
6. Hasil uji pengembangan (*swelling*) tanah nilai pengembangan tanah asli 45,13% sedangkan untuk tanah + kalsit 6% nilai pengembangannya turun menjadi 35,62%.
7. Hasil pengujian tekan bebas diperoleh nilai q_u tanah asli $3,14 \text{ kg/cm}^2$ sedangkan pada tanah + kalsit 6% yang diperam selama 21 hari menjadi $5,8 \text{ kg/cm}^2$. Nilai c tanah asli sebesar $1,47 \text{ kg/cm}^2$ sedangkan pada tanah + kalsit 6% nilai c turun menjadi $1,08 \text{ kg/cm}^2$. Nilai sudut pecah pada tanah asli sebesar 47° sedangkan pada tanah + kalsit 6% menjadi 69° . Nilai sudut gesek pada tanah asli sebesar 4° sedangkan pada tanah + kalsit 6% menjadi 48° .
8. Hasil pengujian geser langsung diperoleh nilai tegangan geser (τ) pada tanah asli sebesar $0,657 \text{ kg/cm}^2$ sedangkan pada tanah + kalsit 6% menjadi $1,377 \text{ kg/cm}^2$. Nilai kohesi (c) pada tanah asli sebesar $0,44 \text{ kg/cm}^2$ sedangkan pada tanah + kalsit 6% nilai kohesinya menjadi $0,18 \text{ kg/cm}^2$. Nilai sudut geser tanah asli sebesar $13,5^\circ$ sedangkan pada tanah + kalsit 6% menjadi $52,9^\circ$.
9. Dari kesimpulan diatas dapat dikatakan bahwa kalsit dapat digunakan sebagai bahan stabilisator untuk tanah lempung karena dapat meningkatkan daya dukung tanah.

2. Nanag Haryo Edhy dan Yosika Alinsari, 2004, **Peningkatan Kuat Geser Tanah Lempung Dengan Variasi Campuran Kapur Karbit Dengan Cleanset Cement**, TA Mahasiswa S1 JTS FTSP-UII.

a. Rumusan Masalah

Penelitian stabilisasi tanah masih sangat diperlukan dalam rekayasa teknik sipil, dalam hal ini dilakukan analisa dengan membandingkan besarnya perubahan kuat geser tanah lempung dan distabilisasi dengan kapur karbid dan *clean set cement*. Dengan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Seberapa besar perubahan kuat geser tanah lempung setelah ditambah dengan kapur karbid dan *clean set cement*.
2. Seberapa besar pengaruh waktu pemeraman (*curing time*) terhadap perubahan kuat geser tanah lempung setelah dicampur kapur karbid dan *clean set cement*.

b. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah :

1. Mengetahui sifat fisik dan mekanis tanah lempung yang belum di stabilisasi.
2. Mengetahui seberapa besar perubahan kepadatan tanah bila di tambah kadar kapur karbit sebesar dan *clean set cement* untuk variasi campuran 0%, 3%, 6%, 9%, dan 12% dengan uji standar proktor yang di uji di Lab. Mekanika Tanah, FTSP-UII.
3. Mengetahui besarnya perubahan kuat geser tanah lempung yang telah dicampur dengan kapur karbit dan *clean set cement* dengan uji kuat

tekan bebas dan uji triaksial tipe UU dengan waktu pemeraman 0 hari, 3 hari, 6 hari, 9 hari, 12 hari dan 13 hari yang dilakukan di Lab. Mekanika Tanah, FTSP-UII.

c. Hasil Penelitian

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan data hasil pengujian sifat fisik data mekanik tanah dengan sistem klasifikasi tanah *Unified Soil Classification System* (USCS), maka secara fisik tanah lempung hitam yang diambil dari daerah Banjarcarya termasuk golongan berbutir halus dan secara mekanik tanah tersebut termasuk golongan tanah lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi (OH).
2. Berdasarkan data hasil pengujian tingkat kepadatan dengan uji standar Proctor, perubahan kepadatan tanah yang terjadi pada sampel tanah lempung setelah dicampur kapur karbit adalah mencapai nilai optimum yang memberikan tingkat kepadatan maksimum pada 3% dari berat sampel tanah kering yang diuji, sedangkan perubahan kepadatan tanah yang terjadi pada sampel tanah lempung setelah dicampur dengan *clean set cement* pada kadar campuran sebesar 12% dari berat sampel tanah kering yang diuji mendapat tingkat kepadatan yang semakin tinggi.
3. Berdasarkan data hasil pengujian kuat geser tanah dengan uji kuat tekan bebas dan uji triaksial tipe UU, perubahan kuat geser yang terjadi pada tanah lempung setelah dicampur dengan kapur karbit

adalah mencapai nilai optimum yang memberikan kekuatan geser maksimum pada 3% dari berat sampel tanah kering yang diuji, sedangkan perubahan kuat geser yang terjadi pada tanah lempung setelah di campur dengan *clean set cement* pada kadar campuran sebesar 12% dari berat sampel tanah kering yang diuji mendapat kekuatan geser yang semakin tinggi.

4. Berdasarkan hasil analisis kuat geser tanah dengan campuran kapur karbid optimum dan *clean set cement* dengan prosentase tertinggi dan *curing time* 0 hari, 3 hari, 6 hari, 9 hari, 12 hari, dan 15 hari, terjadi perubahan parameter kuat geser pada tanah lempung yang telah di stabilisasi dengan kapur karbid maupun *clean set cement* dan menyebabkan peningkatan kuat dukung tanahnya.

2.2 Penelitian Mengenai Perkuatan Tanah dengan Geotekstil

1. Ridy Chandra Wiryawan dan Ronald, 2004, **Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Kapur Karbit Dan Perkuatan tanah dengan MikroGeotekstil**, TA Mahasiswa S1 JTS FTSP-UII.

a. Rumusan Masalah

Tanah lempung juga memiliki sifat kembang susut yang besar. Kuat dukung adalah kemampuan tanah dalam mendukung beban pondasi yang bekerja di atasnya. Perencanaan yang seksama diperlukan dalam beban tidak mengakibatkan timbulnya tekanan yang berlebihan pada tanah di bawahnya karena tekanan yang berlebihan akan mengakibatkan penurunan yang besar bahkan dapat mengakibatkan keruntuhan.

Perkembangan industri konstruksi memungkinkan membuat elemen-elemen konstruksi perkuatan tanah dengan sistem pabrikasi yang menjadikan pelaksanaan pekerjaan menjadi lebih mudah dan cepat. Perkembangan lebih lanjut adalah memberi perkuatan tanah dengan bahan sintesis, dan bahan ini dikenal dengan nama geosintetik.

Mencoba memanfaatkan bahan aditif kapur karbit sebagai bahan yang digunakan dalam stabilisasi, selain jarang digunakan cara mendapatkannya mudah.

b. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut :

1. Menganalisis dan mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanis tanah lempung asli pada keadaan terganggu dan tidak terganggu.
2. Menganalisis dan mengetahui pengaruh bahan aditif kapur karbit terhadap sifat-sifat fisik dan sifat-sifat mekanis tanah lempung.
3. Mengetahui pengaruh geotekstil terhadap sifat-sifat mekanis tanah lempung.
4. Menganalisis dan mengetahui pengaruh bahan aditif kapur karbit dan geotekstil terhadap sifat-sifat fisik dan sifat-sifat mekanis tanah lempung.

c. Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap tanah lempung Godean dapat diambil beberapa kesimpulan yang berkaitan dengan sifat-sifatnya:

1. Berdasarkan klasifikasi tanah, lempung Godean termasuk tanah lempung kelompok A-7-6 berdasarkan system AASTHO, sedangkan berdasarkan sistem Unified termasuk golongan (OL) yaitu lempung organik dengan plastisitas rendah.
2. Pada Uji Kuat Tekan Bebas, tanah asli yang telah mengalami penambahan aditif kapur karbit, parameter mekanisnya mengalami peningkatan, terjadi kenaikan nilai kohesi tanah secara maksimum, dan sudut gesek dalam meningkat.
3. Pada Uji Kuat Tekan Bebas, tanah asli yang telah di beri lapisan geotekstil, parameter mekanisnya mengalami peningkatan, terjadi kenaikan nilai kohesi tanah secara maksimum, dan sudut gesek tanah tidak mengalami penigkatan pada penambahan serat geotekstil 0,4%.
4. Pada Uji Kuat Tekan Bebas, tanah asli yang telah mengalami penambahan campuran aditif kapur karbit dan serat geotekstil, parameter mekanisnya mengalami peningkatan, terjadi kenaikan nilai kohesi tanah secara maksimum melebihi percobaab 3 dan 4.sudut gesk naik tapi tak sebesar percobaan

1. Ina Elvina, **Kajian Modulus Reaksi Subgrade (k) Hasil Uji Beban Pada Subbase Diperkuat Dengan Geotekstil Sistem Bantalan TERbuka dan Tertutup.**

a. Rumusan Masalah

Permasalahan pada pembangunan konstruksi jalan raya adalah kondisi tanah dasar lunak dengan kapasitas dukung terhadap beban yang rendah. Apabila beban lalu lintas melewati kostruksi jalan dengan

kondisi tanah demikian, maka akan terjadi percampuran antara butiran-butiran agregat dengan tanah dasar yang dapat menyebabkan terjadi instabilitas/deformasi berlebihan pada struktur perkerasan jalan. Salah satu alternatif yang digunakan dalam menangani tanah dasar bermasalah adalah penggunaan geotekstil yang berfungsi sebagai separator dan perkuatan dengan tujuan meningkatkan sifat-sifat fisis dan mekanis tanah dasar.

b. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh nilai modulus reaksi subgrade (k) sebagai salah satu parameter dalam mengevaluasi kekuatan tanah dasar yang diperoleh dari hasil uji beban plat pada subbase yang diperkuat dengan geotekstil bantalan terbuka dan tertutup.

c. Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian didapat hasil antara lain sebagai berikut :
Penambahan tebal pada subbase mempengaruhi nilai k . Penambahan tebal 20 cm menjadi 30 cm menaikkan nilai k rata-rata sebesar 31,82%. Namun pada ketebalan tertentu penambahan tebal akan mengakibatkan penurunan kekuatan struktur, contohnya pada material batu pecah menggunakan menggunakan system bantalan tertutup penambahan tebal 30 cm ke 40 cm menurunkan nilai k sebesar 16,65%. Pada pengujian dengan menggunakan bantalan tertutup, bantalan terbuka, dan tanpa geotekstil diperoleh nilai k yang paling baik yaitu terjadi pada pengujian tanpa geotekstil. Pada hasil uji tanpa perkuatan geotekstil lebih tinggi

14,81% dibandingkan bandingkan bantalan terbuka dan 28,75% dibandingkan bantalan tertutup. Hal ini disebabkan slip antara butiaran agregat dan geotekstil, proses pemadatan yang tidak seragam , pencampuran antar agregat yang berbeda sehingga menimbulkan perkuatan, dan kondisi material yang masih jauh dari keruntuhan. Pengaruh nilai k pada pengujian dengan variasi material pengisi hanya sedikit mempengaruhi nilai k contoh perbedaan nilai k antara batu pecah dan tanah adalah sekitar 11,2%, sedangkan antara pasir dan tanah 4,5%. Perkuatan geotekstil akan bekerja secara optimal pada tanah dengan CBR yang rendah (kurang dari 5%), contoh dalam penelitian ini adalah tanah Merah Wonosari. Tanah ini mempunyai CBR 4,14% hasil uji laboratorium, namun setelah diperkuat geotekstil system bantalan terbuka hasil uji beban plat menghasilkan CBR sebesar 38,60%(pada tebal subbase 40 cm).

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Sifat Umum Tanah

Tanah dapat didefinisikan sebagai material yang terdiri dari semua bahan, organik dan anorganik, yang ada diatas lapisan batuan tetap. Tanah terdiri dari campuran butir-butir padat yang diantaranya ada rongga-rongganya. Rongga-rongga tersebut umumnya merupakan campuran antara air dan udara. Berdasarkan asalnya, tanah dapat diklasifikasikan secara luas menjadi tanah organik dan anorganik. Tanah organik adalah campuran yang mengandung bagian – bagian yang cukup berarti berasal dari pelapukan dan sisa tanaman dan kadang – kadang dari kumpulan kerangka dan kulit organisme kecil. Tanah anorganik berasal dari pelapukan batuan secara kimia ataupun fisis. (Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa, Karl Terzaghi, 1987).

Tanah mempunyai sifat untuk meningkatkan kepadatan dan kekakuan gesernya apabila mendapatkan tekanan. Pada percobaan pemadatan tanah dapat diketahui berapa proses kadar air yang diperlukan untuk mencapai kepadatan maksimum sehingga pada kepadatan tersebut tercapai kekuatan tanah yang maksimum. Kadar air dalam keadaan tersebut adalah keadaan air optimum. (Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, Suryono Sosrodarsono, 1990).

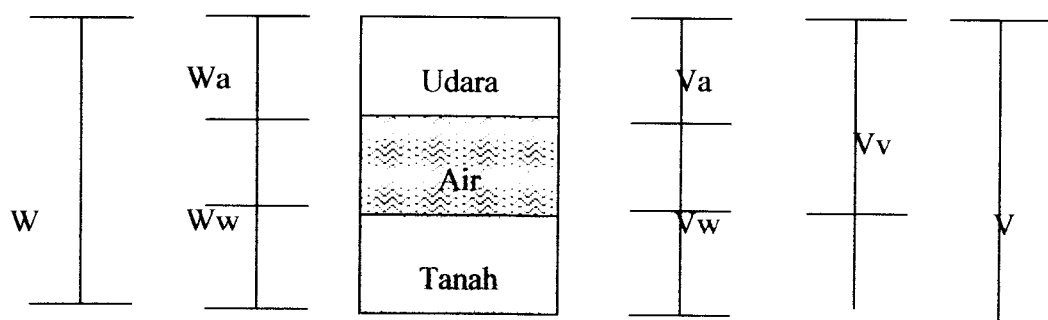
Secara sederhana tanah disusun atas 3 bagian, yang terdiri dari :

1. Pori atau ruang kosong (*voids*), yang merupakan ruang – ruang terbuka antara butir – butir tanah dengan berbagai ukuran,

1. Butir – butir tanah, yang mungkin makroskopis atau mikroskopis dalam ukurannya.
2. Kelembaban tanah, yang akan menyebabkan tanah terlihat basah, lembab, ataupun kering. Air dalam pori mungkin ada dalam kuantitas yang cukup untuk memenuhi ruang kosong atau hanya sebagian saja.

(Sifat – Sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah, Joseph E. Bowles, 1986)

Hubungan antar fase tersebut dapat digambar dalam diagram fase (Gambar 3.1). Diagram fase tanah merupakan penyajian skematis suatu elemen tanah, yang memperlihatkan tanah pada sistem tiga-fase. Kumpulan partikel-partikel padat, yang dianggap bersifat tak kompresibel terhadap beban normal secara teknis praktis, merupakan fase padat dari sistem tersebut. Ruang kosong atau pori diantara partikel-partikel terisi oleh cairan atau udara ataupun keduanya merupakan dua fase lainnya. Hubungan yang didefinisikan dalam gambar 3.1 antara volume dan berat tiap fase sangat berguna untuk menggambarkan dan mengevaluasi sifat-sifat fisis tanah.



Gambar 3.1 Diagram Fase Tanah

Berat total (W) dari elemen tanah adalah jumlah dari berat kering bahan padat (W_s) dan berat dari fase cair (W_w). Fase gas dianggap tidak mempunyai berat. Kadar air adalah kadar lengas (w) didefinisikan sebagai rasio antara berat air dengan berat kering bahan padat (W_s); yang biasanya dinyatakan sebagai suatu persentase.

Volume total elemen tanah yang ditampilkan secara skematis dalam Gambar 3.1 adalah jumlah volume pori (V_v) dan volume bahan padat (V_s). Volume pori adalah jumlah dari volume gas (biasanya udara) (V_a) dan volume cairan (biasanya air) (V_w).

Berat unit dari sembarang zat (berat tiap unit volume) adalah berat dari bahan tersebut dibagi dengan volumenya. Dalam mekanika tanah berat unit dari suatu massa tanah dapat dinyatakan dalam pengertian berat unit total (γ), berat volume kering (γ_d), dan berat volume terapung atau terendam (γ_b). Berat unit total didefinisikan sebagai berat total dibagi dengan volume total, dan berat unit kering adalah berat bahan padat (berat kering) dibagi volume total.

Berat jenis adalah rasio antara berat berat unit suatu bahan dengan berat unit air (γ_w) pada temperatur 4°C. Dalam mekanika tanah, pada umumnya yang dimaksud dengan berat jenis adalah berat jenis zat padat dari partikel-partikel (G), dan didefinisikan sebagai rasio antara berat unit zat padat partikel dengan berat unit air (W_s/V_s , γ_w).

3.2 Batas-batas Konsistensi (Batas-batas Atterberg)

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. Kedudukan kadar air transisi bervariasi pada berbagai jenis tanah. Kedudukan fisik tanah berbutir halus pada kadar air tertentu disebut konsistensi. Seorang ahli tanah Swedia, A. Atterberg yang bekerja dalam bidang keramik dan pertanian mengusulkan lima keadaan konsistensi tanah, disini akan dijelaskan tentang batas cair, batas plastis, dan batas susut.

1. Batas Cair (*liquid Limit*)

Batas cair didefinisikan sebagai kadar air pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah 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

$$PL = \left(\frac{Wp - Wk}{Wk} \right) \times 100 \% \dots \dots \dots (3.1)$$

PL : Batas plastis tanah

Wp : Berat tanah basah kondisi plastis

Wk : 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:

$$SL = \left(\frac{V_o}{W_o} - \frac{1}{G_s} \right) \times 100 \% \dots\dots\dots(3.2)$$

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.

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots(3.3)$$

PI : Indek plastis

LL : Batas cair

PL : Batas plastis

Tabel 3.1 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, Hary Christady Hardiyatmo, 1992)

3.3 Komposisi dan Klasifikasi Tanah

3.3.1 Komposisi Tanah

Tanah merupakan campuran dari partikel -partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut :

1. Berangkal (*boulders*), yaitu batuan yang besar. Biasanya berukuran 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini dapat disebut kerakal.
2. Kerikil (*gravel*), yaitu partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
3. Pasir (*sand*), yaitu partikel batuan yang berukuran 0,0074 mm sampai 5 mm. Untuk gradasi kasar 5 mm sampai 3 mm hingga gradasi halus kurang dari 1 mm.
4. Lanau (*silt*), yaitu partikel batuan berukuran 0,002 mm sampai 0,0074 mm. Deposit loose dihasilkan oleh angin yang mengangkut partikel lanau tersebut ke lokasi.
5. Lempung (*clay*), yaitu partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel – partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi di

dalam tanah yang kohesif.

6. Koloid (*colloids*), yaitu partikel mineral tanah yang paling kecil berukuran lebih kecil dari 0,001 mm. (Sifat – Sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah, Joseph E. B, 1986).

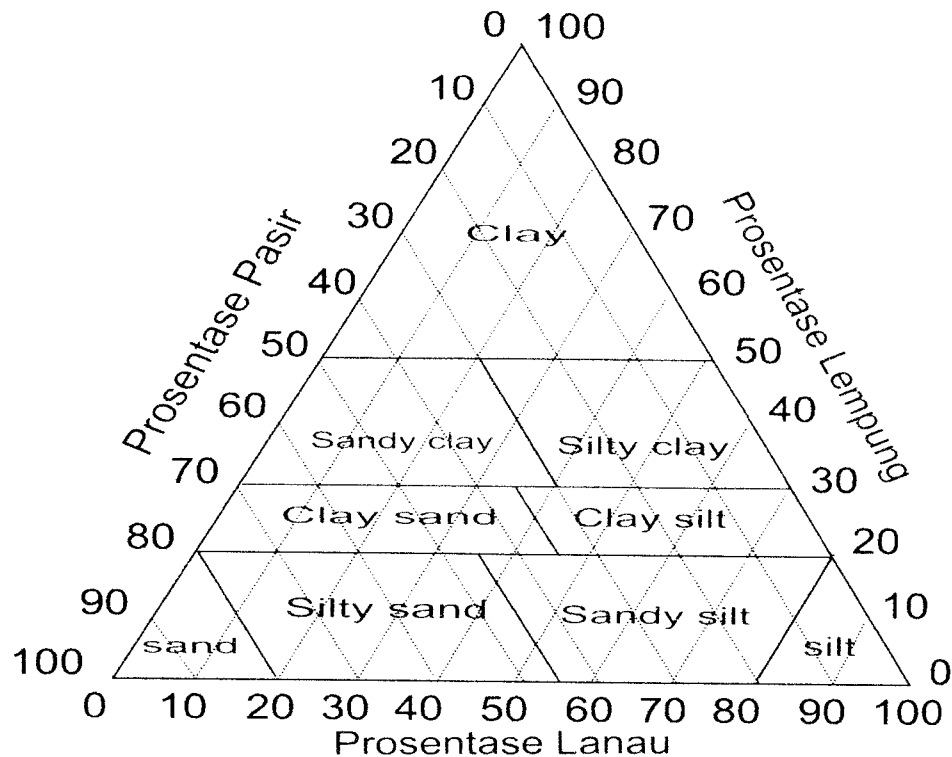
3.3.2 Sistem Klasifikasi Tanah

1. Klasifikasi tanah berdasarkan USCS

Tekstur tanah dipengaruhi oleh ukuran tiap-tiap butir yang ada dalam tanah. Pada umumnya tanah asli merupakan campuran dari butir-butir yang mempunyai ukuran yang berbeda-beda. Dalam klasifikasi tanah berdasarkan tekstur, tanah diberi nama atas dasar komponen utama yang dikandungnya, misal lempung berpasir (*sandy clay*), lempung berlanau (*silty clay*) dan seterusnya.

Gambar 3.2 menunjukkan system klasifikasi tanah berdasarkan tekstur, system ini didasarkan pada ukuran batas dari ukuran tanah, yaitu:

1. Pasir : butiran dengan diameter 2,0 sampai 0,05 mm
2. Lanau : butiran dengan diameter 0,05 sampai 0,002 mm
3. Lempung : butiran dengan diameter lebih kecil dar 0,002 mm



Gambar 3.2 Klasifikasi Tanah USCS

2. Sistem Klasifikasi AASTHO

Sistem Klasifikasi AASHTO yang diperlihatkan dalam tabel 3.3. dikembangkan pada tahun 1929 dan mengalami beberapa kali revisi hingga tahun 1945 yang dipergunakan hingga sekarang. Sistem ini didasarkan pada kriteria berikut ini.

- a. Ukuran butir, dibagi menjadi kerikil, pasir, lanau, dan lempung.
 - Kerikil : bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 75 mm dan tertahan pada ayakan diameter 2 mm.
 - Pasir : bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 2 mm dan tertahan pada ayakan

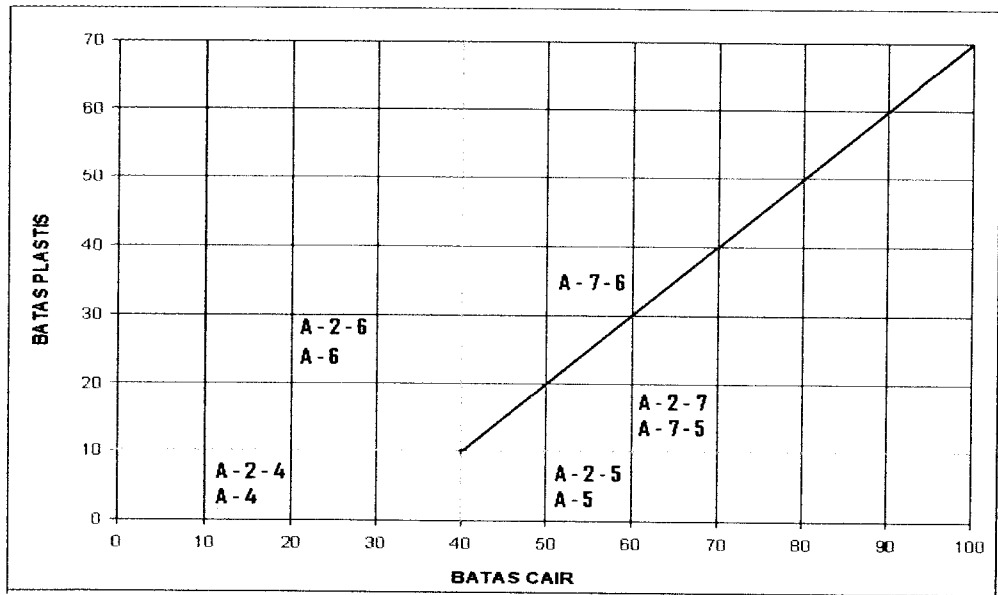
diameter 0,0075 mm.

- Lanau & Lempung : bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 0,0075 mm.
- b. Plastisitas, nama berlanau dipakai apabila bagian – bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas (IP) sebesar 10 atau kurang. Nama berlempung dipakai bila bagian – bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas sebesar 11 atau lebih.

Tabel 3.3 Batasan – batasan Ukuran Golongan Tanah

Nama Golongan	Ukuran butiran, mm			
	Kerikil	Pasir	Lanau	Lempung
<i>American Society for testing Material (ASTM)</i>	75 - 4,75	4,75 - 0,0075	0,075 - 0,005	0,005 - 0,001
<i>Massachusetts Institute of Technologi (MIT)</i>	2	2 - 0,006	0,006 - 0,002	< 0,002
<i>US Departement of Agriculture (USDA)</i>	2	2 - 0,005	0,005 - 0,002	< 0,002
<i>American Association of state Highway and Transportation Officials (AASTHO)</i>	76,2 - 2	2 - 0,075	0,075 - 0,002	< 0,002
<i>Unified Soils Classification System (USCS)</i>	76,2 - 4,75	4,75 - 0,075	Halus(Lanau dan Lempung) 0,075	

(Sumber : Braja M. Das, 1995)



(Sumber: Mekanika Tanah, Braja M. Das 1988)

Gambar 3.3 Rentang (range) dari batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) untuk tanah dalam kelompok A-2, A-4, A-5, A-6, dan A-7 (Mekanika Tanah, Braja M. Das – Jilid 1)

- c) Apabila batuan (ukuran lebih besar dari 75 mm) ditemukan dalam contoh tanah yang akan diuji maka batuan – batuan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu, tetapi persentasi dari batuan yang dikeluarkan tersebut harus dicatat.

Tabel 3.2 Sistem Klasifikasi AASTHO

Klasifikasi tanah berdasarkan system American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)

Klasifikasi umum	Material granular (< 35% lolos saringan no 200)			Tanah-tanah lanau-lempung (> 35 % lolos saringan no 200)			
	A-1	A-3	A-2	A-4	A-5	A-6	A-7
Klasifikasi kelompok	A-1-a A-1-b	A-3	A-2-4 A-2-5	A-2-6 A-2-7			A-7-5 A-7-6
Analisis saringan (% lolos)	50 maks 30 maks 50 maks 15 maks 25 maks	51 min 10 maks	35 maks 35 maks	35 maks 35 maks	36min	36min	36min
Sifat fraksi lolos saringan no. 40							
Batas cair (LL)	6 maks	np	40 maks 41 min 10 maks 10 maks	40 maks 41 min 11 min 11min	4 min 10 maks	40 maks 11 min	41 min 11min
Indeks kelompok (GI)	0	0	0	4 maks	8 maks	12 maks	16 maks
Tipe material yang pokok pada umumnya	Pecahan batu dan kerikil	Pasir halus	Kerikil berlanau atau berlumpur dan pasir		Tanah berlanau		Tanah berlempung
Penilaian umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik			Sedang sampai buruk			

(Sumber Mekanika Tanah, Braja. M.Das 1988)

3. Sistem Klasifikasi *Unfied*

Sistem ini diperkenalkan oleh Cassagrande pada tahun 1942, kemudian disempurnakan lagi tahun 1952 atas kerjasama *Unified States Bureau of Reclamation*. Saat ini sistem *USCS* banyak dipakai oleh para ahli Rekayasa Teknik Sipil. Sistem *Unified* membagi tanah dalam 2 kelompok, yaitu tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus.

- a. Tanah berbutir kasar (*coarse grained – soil*), yaitu tanah kerikil dan pasir yang kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos saringan No.200. Simbol kelompok ini adalah G (untuk tanah berkerikil) dan S (untuk tanah berpasir). Selain itu juga dinyatakan gradasi tanah dengan simbol W (untuk tanah bergradasi baik) dan P (untuk tanah bergradasi buruk).
- b. Tanah berbutir halus (*fine – grained – soil*), yaitu tanah yang lebih dari 50% berat contoh tanahnya lolos dari saringan No.200, simbol kelompok ini adalah C (untuk lempung anorganik, clay) dan O (untuk lanau organik), Plastisitas dinyatakan dalam L (plastisitas rendah) dan H (plastisitas tinggi).

Tabel 3.4 Klasifikasi Sistem *Unified*Klasifikasi tanah berdasarkan system Unified (*Unified Soil Clasification*)

Divisi utama	Simbol kelompok	Nama jenis	Kriteria klasifikasi
Tanah berbutir kasar 50% butir tertahan saringan no 200 (0.075 mm)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butir halus.	$CU = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4; CU = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3
Kerikil 50 % atau dari fraksi kasar tertahan saringan no 4 (4.75 mm)	GP	Krikil gradasi buruk dan campuran pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butir halus	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW
Kerikil banyak kandungan butir halus	GM	Kerikil berlanau, Campuran kerikil lanau	Batas-batas atterberg dibawah garis A atau $PI > 4$
Pasir lolos saringan no 4 (4.75 mm)	GC	Kerikil berlempung campuran kerikil pasir lanau	Batas-batas atterberg di atas garis A atau $PI > 7$
Pasir lebih dari 50 % fraksi kasar tertahan saringan no 4 (4.75 mm)	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butir halus	$CU = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6; CU = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3
Pasir banyak kandungan butir halus	SP	Pasir gradasi buruk, Pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butir halus	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW
Kasar lolos saringan no 4 (4.75 mm)	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	Batas-batas atterberg dibawah garis A atau $PI < 4$

(Sumber Mekanika Tanah, Braja. M.Das 1988)

Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no 200 (0.075 mm)	Lanau dan lempung batas cair 50 % atau kurang	ML	Lanau tak organik dan sangat halus, serbuk, batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung	<p>Diagram plastistas Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar</p> <p>Eatas atterberg yang termasuk dalam daerah yang di atas berarti batasan klasifikasinya menggunakan 2 simbol</p>
		CL	Lempung tak berorganik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus (elean clays)	
OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah			
MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatome, lanau elastis			
CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk (fat clays)			
Lanau dan lempung batas cair >50 %	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi		
Tanah dengan kadar organik tinggi	PT	Gambut (peat) dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi		
			Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM designation D-2488	

(Sumber Mekanika Tanah, Braja. M.Das 1988)

3.4 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 persentase berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu.

3.4.1 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 tinggal pada masing-masing saringan ditimbang dan persentase terhadap berat kumulatif pada tiap saringan dihitung.

3.4.2 Tanah Berbutir Halus

Distribusi ukuran butiran terdiri dari tanah berbutir halus atau bagian berbutir halus dari tanah berbutir kasar, dapat ditentukan dengan cara sedimentasi.

3.5 Tanah Lempung

3.5.1 Susunan Tanah Lempung

Pelapukan akibat reaksi kimia menghasilkan susunan kelompok partikel berukuran koloid dengan diameter butiran lebih kecil dari 0,002 m, yang disebut mineral lempung. Partikel lempung dapat berbentuk seperti lembaran yang mempunyai permukaan khusus. Karena itu, tanah lempung mempunyai sifat sangat dipengaruhi oleh gaya-gaya permukaan. Umumnya terdapat kira-kira 15 macam mineral yang diklasifikasikan sebagai mineral lempung (Kerr, 1959). Diantaranya

adalah terdiri dari kelompok-kelompok : *montmorillonite*, *illite*, *kaolinite*, dan *polygorskite*.

Susunan kebanyakan tanah lempung terdiri dari silica tetrahedral dan aluminium oktahedra.

3.5.2 Sifat- sifat tanah Lempung

Tanah lempung mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

1. Mempunyai indeks plastisitas lebih besar dari 7 (Tabel 3.1).
2. Berukuran koloid (lebih kecil dari 0,002 mm).
3. Termasuk tanah berbutir halus (lolos saringan no.200 lebih dari 50%).

Untuk memperjelas sifat tanah lempung maka dibuat Tabel 3.5 :

Tabel 3.5 Sifat Tanah Lempung

Tipe tanah	Sifat	Uji lapangan
• Lempung	<ul style="list-style-type: none"> • Sangat lunak • Lunak • Keras • Kaku • Sangat kaku 	<ul style="list-style-type: none"> • Meleleh diantara jari-jari tangan ketika diperas. • Dapat diperas dengan mudah. • Dapat diperas dengan tekanan jari yang kuat. • Tidak dapat diremas dengan jari, tapi dapat digencet dengan ibu jari. • Dapat digencet dengan kuku ibu jari.

(Sumber: Mekanika Tanah 1, R.F CRAIG, 1989)

Tabel 3.6 Berat Jenis dari Beberapa Jenis Tanah

Jenis tanah	Berat Jenis (Gs)
Krikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau tak Organik	2,62 – 2,68
Lempung Organik	2,58 – 2,65
Lempung tak Organik	2,68 – 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 – 1,80

Sumber : Hardiyatmo, 1992

3.5.3 Stabilisasi Tanah Lempung

Apabila tanah yang terdapat di lapangan bersifat sangat lepas atau sangat mudah tertekan, atau apabila ia mempunyai indeks konsistensi yang tidak sesuai, mempunyai permeabilitas yang terlalu tinggi, atau mempunyai sifat lain yang tidak diinginkan sehingga tidak sesuai dengan proyek pembangunan, maka tanah tersebut harus distabilisasikan. *Stabilisasi* dapat terdiri dari salah satu atau tindakan berikut :

1. Menambah kerapatan tanah,
2. Manambah material yang tidak aktif sehingga mempertinggi kohesi dan atau tahanan geser yang timbul,
3. Menambah material untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan fisis dan material tanah,
4. Merendahkan muka air (*drainase* tanah),

5. Mengganti tanah-tanah yang buruk.

Stabilisasi tanah dapat terdiri dari salah satu atau kombinasi dari pekerjaan pegujian berikut :

1. Cara mekanis, dapat dilakukan dengan pemadatan dengan berbagai jenis peralatan mekanis seperti, alat pemadatan (uji *Proctor*), uji Triaksial, uji Tekan bebasdan sebagainya.
2. Cara penambahan bahan campur (*additives*), dapat dilakukan dengan menambahkan kerikil unyuk tanah kohesif; lempung untuk tanah berbutir kasar; dan pencampuran kimiawi seperti semen portland, kapur karbid, gamping, abu batu bara, aspal, dan sebagainya.

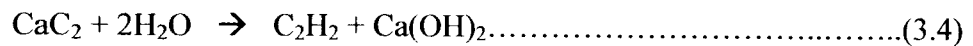
Pada penelitian yang kami lakukan, kami menggunakan bahan aditif kapur karbit sebagai bahan stabilisasi dan penambahan geotekstil sebagai bahan perkuatan tanah.

3.6 Stabilisasi Kapur Karbid

Kapur karbit, dikutip dari Laporan Penelitian berjudul Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Limbah Industri oleh Setyo Winarno pada tahun 1996, Kapur karbit adalah sisa proses pembuatan gas astilin yang berupa kapur kalsium tinggi.

Rumus kimia kapur karbid adalah sama dengan rumus kimia kalsium hidroksida yang sudah populer digunakan, yaitu kalsium hidroksida yang berupa bubuk (*slurry*) maupun yang berupa kawur (*bulk*) dengan rumus kimia adalah $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Departemen Perindustrian SII 0024, 1973). Adapun proses kimianya sebagai berikut : batu karbid (kalsium karbit/ CaC_2) dipadamkam dengan air (H_2O)

akan menghasilkan gas astilin (C_2H_2) dan sisa proses yang berupa kapur karbit ($Ca(OH)_2$). Adapun skema reaksi kimianya disajikan dalam persamaan 3.4.



Pada umur sekitar 3 sampai dengan 7 hari setelah pembuangan, gas astilin sisanya telah menguap semuanya dan menjadi kapur karbid berbentuk serbuk. Kapur karbid yang tertimbun di lapisan bawah menjadi gumpalan-gumpalan yang rapuh. Kapur karbid ini setelah menjadi serbuk, dari pengamatan dilokasi pembuangan kapur karbid ini tidak mengalami proses kimia yang berlanjut, sehingga sifat-sifat fisiknya tidak ada perbedaan antara yang berumur muda dengan yang telah ditimbun beberapa waktu yang lampau. Kapur karbit ini butir-butirnya hampir seragam jika dilihat secara visual.

Kapur karbit yang dipakai sebagai bahan stabilisasi pada tanah lempung Ngawen telah diuji komposisi kimianya oleh Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Bahan dan Barang Teknik (BBPPIBBT) di Bandung dan *Superintending Company of Indinesia* (SCI) di Surabaya. (Setyo Winarno, 1996)

Dari kedua pengujian tersebut diketahui adanya senyawa kimia yang tidak berbeda jauh. Hasil yang disajikan di Tabel 3.7 adalah hasil pengujian oleh SCI(karena lebih lengkap dibandingkan dengan BBPPIBBT).

Tabel 3.7 Komposisi kimia kapur karbid (SCI)

No	Senyawa kimia	Kadar
1	Fe ₂ O ₃ + AL ₂ O ₃	3,49 %
2	CaO total	59,07 %
3	CaO aktif	25,39 %
4	MgO	0,89%
5	Pb	63 ppm
6	P	44 ppm
7	Bahan hilang	24,93 %
8	Bahan tak larut	1,19 %

3.6.1 Sifat-sifat Kapur Karbid

1. Mempunyai daya ikat air yang cukup tinggi,
2. Bersifat non plastis, karena merupakan bahan berbutir,
3. Berdiameter butiran relatif lebih besar daripada tanah lempung,
4. Mempunyai kemampuan yang cepat untuk mengendapkan lumpur yang terlarut dalam air,
5. Mempunyai bau karbid yang khas.

3.6.2 Tujuan Stabilisasi dengan Kapur Karbid

Adapun tujuan dari stabilisasi tanah lempung dengan bahan aditif kapur karbid adalah sebagai berikut:

1. Untuk meningkatkan daya dukung tanah.
2. Untuk meningkatkan kuat geser tanah (kohesi dan sudut geser dalam)

3.7 Perkuatan Tanah dengan 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*) (Menurut J. P. Giroud).

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 memabnjang 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. *Needle Punch Process* (proses penjaruman)

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 dan 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. *Melt (heat) Bonded* (proses ikatan leleh)

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.

3.7.1 Karakteristik Geosintetik Untuk Perencanaan

Sebagai acuan dalam perencanaan perlu diketahui bagaimana cara memilih bahan geosintetik. Pilihan tersebut berdasarkan dari karakteristik teknik bahan geosintetik. Karakteristik teknik tersebut meliputi antara lain karakteristik fisik (*physical characteristics*), karakteristik mekanik (*mechanical characteristics*), dan hidrolik (*hydraulic characteristics*) dan ketahanan dari bahan yang ditinjau. Beberapa karakteristik tersebut antara lain :

1. Karakteristik fisik

Karakteristik fisik yang pokok meliputi :

a. Massa per satuan volume (*specific gravity*), didefinisikan sebagai perbandingan antara massa bahan sintetis dengan volume bahan sintetis. Beberapa nilai massa per satuan volume polimer utama yang digunakan dalam pembuatan geotekstil adalah (Korner, 1985) :

- *Polypropylen* : $0,91 \times 10^6 \text{ gr/m}^3$
- *Nylon* : $1,05 \times 10^6 \text{ s/d } 1,14 \times 10^6 \text{ gr/m}^3$
- *Polyethylene* : $0,92 \times 10^6 \text{ s/d } 0,95 \times 10^6 \text{ gr/m}^3$
- *Polyvinyl alcohol* : $1,26 \times 10^6 \text{ s/d } 1,32 \times 10^6 \text{ gr/m}^3$
- *Galss* : $2,54 \text{ gr/m}^3$

b. Massa per satuan luas (*mass per unit area*), adalah massa dari lembaran geosintetik per satuan luas, dengan satuan yang digunakan adalah gr/m^2 . Massa per satuan luas geosintetik umumnya berkisar antara $50 - 70 \text{ gr/m}^2$ untuk kelas ringan sedangkan yang lebih berat dapat mencapai $700 - 800 \text{ gr/m}^2$. Untuk *geomembran* berkisar antara $600 - 3000 \text{ gr/m}^2$, sedangkan untuk geokomposit berkisar antara $400 - 3000 \text{ gr/m}^2$, (Suryolelono, 1991).

c. Tebal (*thickness*), yaitu jarak antar permukaan sampai bagian bawah geosintetik yang diukur dengan tekanan tertentu. Geotekstil umumnya mempunyai ketebalan berkisar antara 10 sampai 300 mils (1 mil = 0,001"), (Korner, 1985).

2. Karakteristik Mekanik

Karakteristik mekanik geosintetik merupakan tinjauan karakteristik yang sangat penting dalam perencanaan. Karakteristik mekanik meliputi :

a. Kompresibilitas (*compressibility*), merupakan fungsi ketebalan pada

berbagai tekanan normal. Kemiringan (*slope*) dan bagian utama kurva merupakan modulus kompresibilitas (Korner, 1986).

- b. Kuat tarik (*tensile strength*)**, merupakan suatu sifat yang sangat per unit lebar, sedangkan regangan (*strain*) adalah nilai deformasi dibagi dengan lebar awal.

Dari hubungan tegangan-regangan akan diperoleh :

1. Kuat tarik maksimum (*maximum tensile strength*), sebagai indikasi dari kekuatan bahan (*fabrics strength*).
2. Regangan runtuh, biasanya diberikan dalam data perpanjangan maksimum (*maximum elongation*).
3. *Thougness*, yaitu ruas bagian di bawah kurva tegangan- regangan.
4. Modulus atau kekakuan (*modulus of stiffines*), yaitu kemiringan dari bagian awal kurva tegangan-regangan.

Karena aplikasi penggunaan geotekstil beraneka ragam di lapangan, bahan geosintetik disyaratkan dilengkapi dengan berbagai macam kekuatan tarik dari berbagai macam tes kekuatan tarik diantaranya (ICI Fibers, 1986) :

1. *Geab tensil strength*, untuk mengetahui kemampuan bahan geotekstil dalam menyebarkan beban tarik terpusat dengan arah sejajar lembaran geotekstil.
2. *Wide width tensile strength*, memberikan kemampuan tarik bahan dengan deformasi lateral sekecil-kecilnya. Tes ini biasanya dilakukan pada lebar lembaran 200 mm sampai 1000 mm. Tes ini biasa juga disebut sebagai *plant strain tensile test*.

- c. **Kuat pecah** (*burst strength*), yaitu kekuatan bahan dalam menerima beban terpusat dalam arah tegak lurus lembaran geosintetik. Beban terpusat ini dapat berupa beban pecah (*bursting load*) atau beban coblos (*puncturing load*). Beban pecah terjadi bila geotekstil harus menerima beban terpusat pada luasan yang relative sempit, arahnya tegak lurus lembaran geotekstil. Kemungkinan *bursting* dapat terjadi pada lekukan-lekukan diantara batuan atau lubang kecil. Beban coblos (*puncturing load*) adalah beban tegak lurus pada lembaran geotekstil pada muatan yang sudut runcing yang cenderung mencoblos lembaran. Kondisi ini dapat timbul akibat sudut-sudut yang runcing dari batuan atau agregat adapun bahan geotekstil ini berfungsi sebagai separasi, *filler* atau *reinforce*. Oleh sebab itu dapat dicari dengan beberapa diantaranya adalah dengan *Mullen Bursting Test*, dan *CBR Plunger Test*.
- d. **Kuat pecah** (*tear strength*), adalah ketahanan bahan terhadap menjalarnya robekan dalam kondisi menahan tensile. *Tear strength* juga diperlukan pada saat bahan geosintetik menerima beban coblos (*puncture*).
- e. **Kuat geser terhadap bahan butiran**, yaitu pengukuran yang dilakukan untuk mengetahui besarnya tahanan geser maksimum yang dapat terjadi antara bahan geosintetik dengan tanah. Biasanya yang diberikan adalah sudut geser dalam (ϕ) antara bahan geosintetik dengan tanah.

3. Karakteristik Hidrolis

Karakteristik hidrolis geosintetik dapat dibedakan sebagai berikut :

- a. **Porositas (n)**, porositas geosintetik umumnya sangat tinggi dibanding dengan porositas tanah, tetapi akan cenderung menurun apabila diberikan tekanan yang tinggi yaitu tinggal 70% untuk tekanan mencapai 500 Kpa, 40% untuk tekanan mencapai 900 Kpa (Suryolelono, 1991).
- b. **Apparent Openig Size (AOS)**, adalah sebuah ukuran yang menunjukkan diameter tertentu pada lubang-lubang geosintetik. Bahan geosintetik yang berfungsi sebagai *filler* dan struktur drainasi umumnya berbentuk seperti penyaring dimana permukaan geosintetik tersebut mempunyai lubang-lubang dengan diameter yang kecil. Lubang-lubang tersebut besarnya sangat bervariasi mengingat pembuatannya dilakukan dengan mesin sehingga perlu dilakukan tes khusus untuk dapat mengetahui variasi dari diameter lubang pada geosintetik tersebut. AOS dinyatakan dalam symbol O_n , maka untuk AOS pada O_{95} artinya diameter tersebut merupakan diameter lubang yang relatif besar pada permukaan bahan geosintetik sedemikian rupa sehingga 95% dari lubang- lubang *filler* yang lain mempunyai diameter yang relatif kecil dari O_{95} tersebut (Korner, 1991).
- c. **Persent Open Area (POA)**, yaitu perbandingan antara seluruh lubang/pori diantara benang (*total open area*) dengan seluruh permukaan bahan geosintetik (*total specimen area*). Penggunaan POA hanya berlaku untuk bahan geosintetik jenis *monofilamen*

woven geotextile.

- d. *Permeability***, adalah koefisien rembesan air tanah arah normal bidang geosintetik (tegak lurus bidang geosintetik).
- e. *Permittivity***, adalah harga koefisien permeabilitas arah normal bidang untuk tiap satuan tebal geosintetik. Perlu diketahui bahwa semakin tebal bahan geosintetik maka makin kecil permeabilitasnya. Besarnya harga *perittivity* relatif konstan.
- f. *Transmisivity***, adalah koefisien rembesan air ke arah sejajar bidang geosintetik untuk ketebalan tertentu dan jenis geosintetik yang digunakan.

Pada Tabel 3.8 diberikan rentang harga-harga dari beberapa karakteristik geosintetik yang ada di pasaran (Exxon, 1990).

Tabel 3.8 Rentang nilai dari beberapa nilai karakteristik teknis geosintetik yang ada di pasaran (Exxon, 1990)

<i>GEOSYNTHETIC</i>	<i>Tensile Strength (kN/m)</i>	<i>Maximum Extension (%)</i>	<i>Apparent Opening Size (AOS) (mm)</i>	<i>Volume Water Permeability (liter/m²/s)</i>	<i>Unit Weight (g/m²)</i>
-GEOTEKSTILES					
<i>Woven</i>	8 – 800	5 – 35	0,05 – 2,50	5 – 2000	100 – 1300
<i>Non-woven</i>	3 – 90	20 – 80	0,01 – 0,35	20 – 300	70 – 2000
<i>Knitteds</i>	2 – 120	12 – 600	0,1 – 1,2	60 – 800	-
<i>Stitch-bonded</i>	15 – 800	15 – 30	0,04 – 0,4	30 – 80	250 – 1200
-GEOMEMBRANES					
<i>Nonreinforced</i>	10 – 50	100 – 500	Zero	Zero	300 – 1500
<i>Reinforced</i>	20 – 200	10 – 30	Zero	Zero	600 – 1200
-GOO-LINIER					
<i>Elements</i>	50 – 500	3 – 15	Zero	Zero	600 – 2000
GEOGRIDS	10 – 200	3 - 25	25 - 27	V high	150 - 900

3.7.2 Tinjauan Bentuk Fisis Geotekstil

Geotekstil dibentuk oleh unsur-unsur buatan manusia yang kemudian diproses seperti seperti pada pembuatan tekstil. Bahan dari komponen dasar geotekstil berupa polymer sintetis yaitu : *polypropylene*, *polyester*, *polyethylene*, *polyamide*, dan *nylon*. Bahan-bahan buatan manusia ini sangat tahan terhadap pengaruh lingkungan biologis dan degradasi kimia yang biasanya terjadi di dalam alam.

Proses produksi dari geotekstil dibagi atas dua langkah. Langkah pertama membentuk komponen dasar seperti serat (*viber*) dan benang (*yarn*) sintetis. Langkah kedua adalah menggabungkan komponen-komponen tersebut menjadi suatu struktur tertentu yang umumnya disebut tenunan atau kain.

Ada tiga jenis serat sintetis, yaitu : *Filaments*, *Staple fibers*, dan *Slit films*.

3.7.3 Fungsi Geotekstil

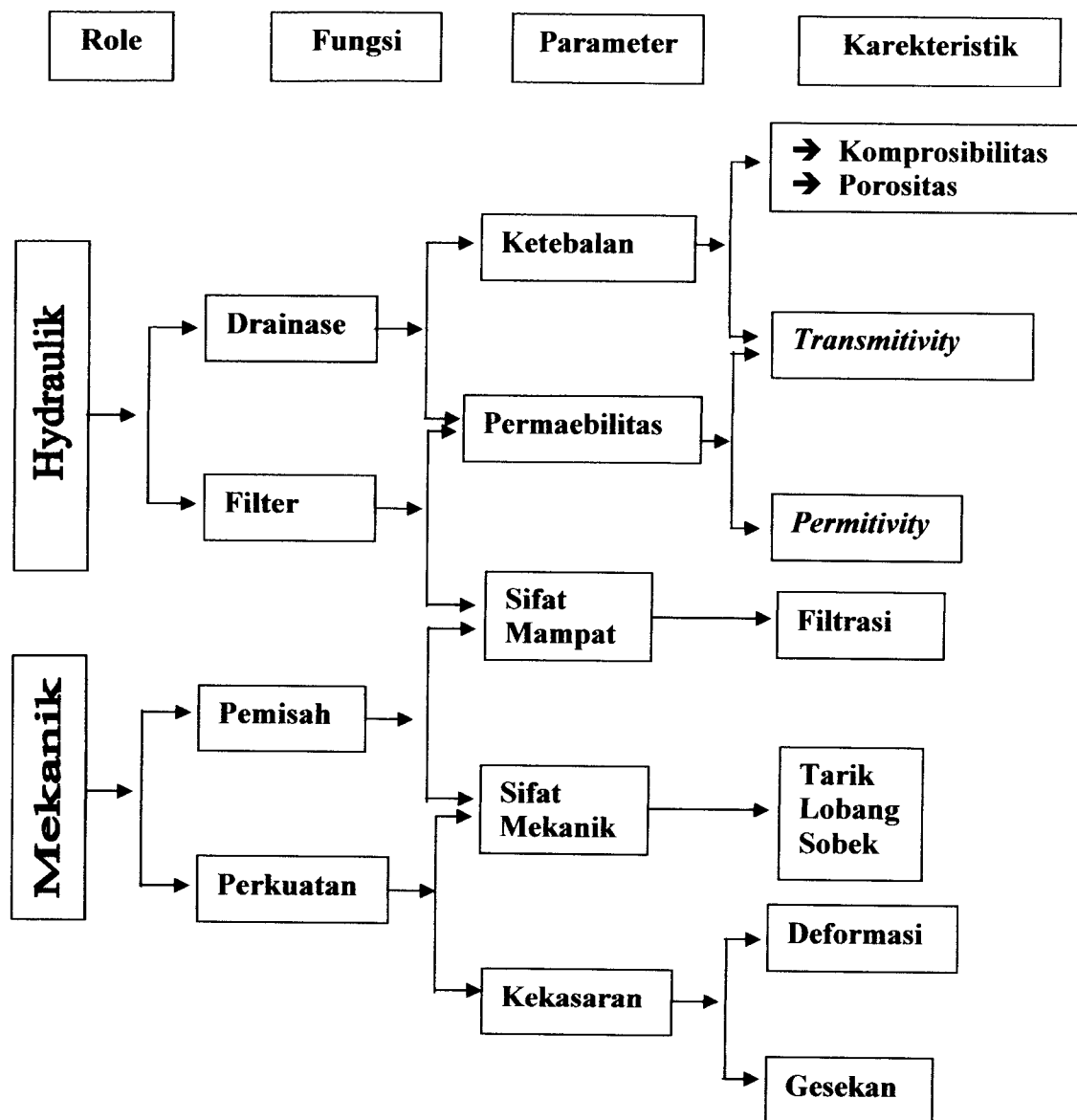
Pada suatu konstruksi penggunaan geotekstil umumnya dirancang berdasarkan fungsinya yang berhubungan dengan sifat-sifat tertentudari geotekstil tersebut, yaitu :

- a. **Lapisan pemisah (*separation*)** dibutuhkan pada saat geotekstil diletakakn diantara dua jenis material yang berbeda. Kegunaannya untuk menghindarkan terjadinya kontaminasi dan pencampuran yang mungkin terjadi diantara kedua material tersebut. Contohnya pada penggunaan geotekstil didalam konstruksi jalan untuk memisahkan agregat dengan lapisan tanah dasar yang mempunyai daya dukung lemah. Sifat geotekstil yang perlu diperhatikan pada kondisi tersebut adalah : kekuatan terhadap pukulan (*puncture strength*), kekuatan

terhadap sobek (*breaking strength*), tahan pecah (*burst resistance*), dan tembus air (*water permeability*).

- b. Lapisan penyaring (*filtration*)** adalah kemampuan geotekstil untuk meloloskan air, tetapi menahan partikel tanah yang ikut terbawa aliran dari satu sisi permukaan ke sisi lainnya. Dalam beberapa kasus geotekstil juga dibutuhkan untuk meloloskan air tanpa rintangan, seperti dalam keadaan dimana tekanan air pori yang berlebihan tidak diijinkan.
- c. Penyaluran air (*drainage*)**, pada saluran drainasi umumnya terdapat butiran kasar dan halus yang mempunyai fungsi ganda, yaitu sebagai saringan berarti akan menghalangi aliran air. Dua fungsi tersebut sulit dipadukan, dimana untuk fungsi saringan berarti akan banyak Lumpur atau bahan lain yang tersaring sehingga akan menghalangi aliran air. Biasanya masuknya tanah sekitar ke dalam saluran drainasi karena terbawa oleh aliran air tanah yang menuju saluran tersebut. Dengan kemampuan geotekstil yang tembus air dan mempunyai kemampuan menyaring maka bahan ini sangat tepat untuk berfungsi sebagai filter, yaitu menahan butiran tanah yang terbawa aliran tanah agar tidak masuk ke dalam saluran drainasi.
- d. Perkuatan tanah (*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





Gambar 3.4 Fungsi Geotekstil

3.7.4 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.

3.8 Parameter Geser Tanah

Untuk mengetahui nilai-nilai parameter geser tanah (kohesi dan sudut geser dalam) dilakukan uji Tekan Bebas dan uji Triaksial *Unconsolidated Undrained*.

3.8.1 Uji Triaksial *Unconsolidated Undrained*

Uji Triaksial merupakan pengujian yang umum dilakukan untuk mengetahui nilai-nilai parameter geser tanah, selain dari Uji Tekan Bebas. Terdapat tiga tipe standar uji Triaksial yang biasa dilakukan yaitu :

1. *Consolidated Drain Test* atau *CD Test*
2. *Consolidated Undrained Test* atau *CU Test*
3. *Unconsolidated Undrained Test* atau *UU Test*

Dalam pengujian ini digunakan uji Triaksial *Unconsolidated Undrained*. Pada uji Triaksial UU ini tidak diizinkan mengalirkan air ke dan dari sampel selama memberikan tegangan sel σ_3 . Sampel diuji sampai runtuh dengan memberikan tegangan deviator yang berupa tegangan aksial atau vertikal yang diberikan melalui suatu piston vertikal dengan simbol $\Delta\sigma_d$ tanpa pengaliran air dari dan ke dalam sampel. Karena pengaliran ini tidak dapat terjadi di kedua tahap tersebut maka uji ini dapat diselesaikan dengan cepat. Oleh karena tegangan sel sama dengan tegangan penyekap sehingga setara dengan σ_3 , maka tegangan air pori di dalam benda uji tanah tersebut akan naik menjadi *Unconsolidated* dengan simbol Uc. Kondisi tanpa drainasi dapat digunakan untuk kondisi pembebanan cepat pada tanah dengan permeabilitas rendah hanya sesudah konsolidasi di bawah tambahan tegangan totalnya telah betul-betul selesai.

Pada pengujian UU tanah tidak terkonsolidasi terlebih dahulu sebelum pembebanan σ_1 . Selama pengujian tidak dilakukan drainasi air pori dan penggeseran dengan beban σ_1 dilaksanakan dengan cepat. Pengujian ini pada kondisi total dan yang akan diperoleh adalah nilai sudut geser dalam dan nilai kohesi. Jadi langsung dapat dikerjakan σ_1 tanpa menunggu setelah σ_3 bekerja, tanah terkonsolidasi.

3.8.1 Uji Tekan Bebas (*Unconfined Compression Strength Test*)

Uji Tekan Bebas termasuk hal yang khusus dari pengujian Triaksial *Unconsolidated Undrained*. Kondisi pembebanan sama dengan yang terjadi pada Uji Triaksial, hanya tegangan selnya nol ($\sigma_3 = 0$).

Pengujian ini cocok untuk jenis tanah lempung jenuh, dimana pada pembebanan cepat, air tidak sempat keluar dari benda uji. Tegangan aksial yang diterapkan diatas benda uji berangsur-angsur ditambah sampai benda uji mengalami keruntuhan.



BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Bahan dan Materi Penelitian

4.1.1 Bahan

1. Tanah

Dalam penelitian ini sampel tanah yang digunakan adalah sampel tanah yang berasal dari daerah Ngawen, Gunungkidul.

2. Kapur Karbid

Kapur karbid yang digunakan adalah dari PT.Iga Murni Sejahtera, Jl Wates km12, Sedayu, Yogyakarta. Dengan proporsi campuran 8%, 12%, dan 16%.

3. Geotekstil

Geotekstil yang digunakan adalah jenis *Woven* GEO-REINFOLX HR 250XT yang diproduksi PT.Puritek Purnama, Jakarta. Dengan proporsi lapisan 1 lapis dan 2 lapis.

4.1.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat uji proctor standar, alat uji tekan bebas, dan alat uji triaksial (UU) di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.



Gambar. 4.1 Alat Uji Triaksial

4.2 Jadwal Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan kurang lebih selama dua bulan. Penelitian mulai berjalan dari tanggal 15 Desember 2005 s/d 4 maret 2006. Waktunya antara jam 10.00 WIB – 15.00 WIB, setiap hari kecuali hari minggu dan hari libur nasional.

4.3 Jalannya Penelitian

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

4.3.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan meliputi :

- a) Studi Lapangan
- b) Mengumpulkan informasi dan data mengenai tanah lempung, kapur karbid, dan geotekstil.
- c) Pengajuan proposal dan mengurus perijinan untuk kegiatan penelitian.

4.3.2 Tahapan Pekerjaan Lapangan

Pekerjaan lapangan adalah menentukan tempat dan lokasi pengambilan sampel dilanjutkan pengambilan sampel tanah lempung. Sampel tanah yang diambil adalah tanah lempung terganggu (*disturb soil*) dan tanah lempung tidak terganggu (*undisturb soil*). Sampel tanah adalah tanah lempung dari Ngawen, Gunungkidul.

4.3.3 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, campuran tanah dengan kapur karbid, campuran tanah dengan geotekstil, dan campuran tanah asli dengan kapur karbid dan geotekstil. Pengujian yang dilakukan meliputi: Pengujian sifat-sifat mekanis tanah, Pengujian kepadatan tanah, dan Pengujian parameter geser tanah.

1. Pengujian sifat – sifat mekanis tanah

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 Analisa *Hidrometer* (ASTM D 421-72).
- d. Pengujian Analisa Distribusi Butiran (ASTM D 422-72).
- e. Pengujian Batas-batas Konsistensi :
 - 1. Pengujian Batas Cair (ASTM D 423-66).
 - 2. Pengujian Batas Plastis (ASTM D 424-74).
 - 3. Pengujian Batas Susut (ASTM D 427-74).

2. Pegujian Kepadatan Tanah

Adapun pengujian kepadatan tanah dilakukan dengan uji Proctor Standar (ASTM D 698-70):

1. Tahapan pengujian kepadatan tanah adalah sebagai berikut :
 - a. Tanah sampel dari lapangan dikeringkan terlebih dahulu sehingga menjadi gembur. Pengeringan dilakukan di udara atau dengan alat pengering lain dengan suhu sekitar 60^0 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 5 bagian, tiap bagian dicampur dengan air dengan jumlah yang berbeda agar tercapai antara kadar air optimum sampai dengan turun.
 - e. Timbang berat cetakan dan keping alas dengan ketelitian 5 gram (W gram).
 - f. Cetakan leher dan keping alas dipasang jadi satu dan ditempatkan pada landasan yang kokoh.
 - g. Ambil salah satu dari kelima sampel yang sudah disiapkan, diaduk dan

dipadatkan dalam cetakan dengan cara sebagai berikut :

1. Jumlah seluruh cetakan tanah harus tepat sehingga tinggi kelebihan tanah yang diratakan setelah leher dilepas dari 5 mm.
 2. Pemadatan dilakukan dengan alat tumbuk standart dengan berat 2,477 kg dengan tinggi jatuh 30,48 cm.
 3. Tanah dipadatkan dalam tiga lapis, tiap lapis ditumbuk sebanyak 25 kali tumbuk
- h. Melepas leher sambung, kemudian kelebihan tanah dipotong dari bagian keliling dengan pisau perata. Timbang cetakkan yang berisi benda uji beserta keping alas dengan ketelitian 5 gram (W2).
- i. Benda uji dikeluarkan dengan alat ekstruder dan ambil sebagian kecil dari benda uji untuk pengujian kadar air, kemudian tentukan nilai kadar airnya.

2. Analisa Hasil Pengujian

- a. Hitung berat volume tanah basah

$$\gamma = \left(\frac{W2 - W1}{V} \right) \dots \dots \dots (4.10)$$

- b. Hitung kadar air sampel tanah yang digunakan.

- c. Hitung berat volume kering dengan rumus :

$$\gamma_d = \left(\frac{\gamma}{1 + w} \right) \dots \dots \dots (4.11)$$

- 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.

3. Pengujian Parameter Geser Tanah

Adapun pengujian parameter geser tanah dilakukan dengan pengujian sebagai berikut :

1. Pengujian Tekan Bebas (ASTM D 2166-85)

a. Tahapan pengujian berat jenis tanah adalah sebagai berikut :

1. Buat sampel tanah dengan alat cetakan.
2. Ukur dengan teliti dan catat ukuran diameter dan tinggi dari benda uji. Kemudian benda uji tersebut ditimbang untuk menghitung berat volumenya.
3. Setelah itu menempel sampel tanah di atas mesin secara vertikal dan sentris pada plat dasar alat tekan.
4. Atur alat tekan supaya plat atas menyentuh permukaan tanah.
5. Dial penunjuk beban diatur supaya menunjukkan angka nol, demikian pula pada dial pengukur regangannya.
6. Lakukan penekanan dengan mengatur kecepatan pembebanan, dengan kecepatan 1 % tiap menit atau 1,4 mm/menit.
7. Pembacaan dilakukan pada interval waktu 30 detik.
8. Pembebanan dihentikan ketika dial penunjuk beban sudah mengalami penurunan dua kali, atau regangan sudah mencapai 20 % dari tinggi semula.
9. Ambil sampel tanah hasil penekanan tadi kemudian ukur sudut pecahnya dengan mengukur sudut (α).
10. Sampel berikutnya dengan cara yang sama.

b. Analisis Hasil Pengujian

1. Hitung regangan axial pada setiap pembacaan beban, dengan rumus :

$$\varepsilon = \Delta L / L_0 \dots \dots \dots (4.12)$$

Keterangan :

L_0 = Tinggi benda uji semula (cm)

ΔL = Pemendekan benda uji (cm)

2. Hitung luas rata-rata benda uji dengan rumus :

$$A = \Delta_0 / (1 - \varepsilon) \text{ (cm}^2\text{)} \dots \dots \dots (4.13)$$

Keterangan :

Δ_0 = Luas penampang benda uji mula-mula

3. Hitung tekanan aksial yang bekerja pada benda uji pada setiap pembacaan beban, dengan rumus :

$$\sigma = P / A \dots \dots \dots (4.14)$$

$$\sigma \text{ maks} = P \text{ maks} / A \dots \dots \dots (4.15)$$

Keterangan :

P = Beban

A = Luas terkoreksi

Gambarkan kurva hubungan antara regangan (ε) sebagai absis dengan tegangan sebagai ordinat.

4. Hitung harga maksimum tekanan aksial ϕ dan c dengan rumus :

$$\phi = 2(\alpha - 45) \dots \dots \dots (4.16)$$

$$c = qu / 2 \text{ tg } \alpha \dots \dots \dots (4.17)$$

5. Bila benda uji tidak mengalami pecah, kuat tekan bebas adalah pada regangan 20 %.

2. Pengujian Triaksial *Unconsolidated Undrained* (ASTM. D 2850)

a. Tahap Pengujian Triaksial *Unconsolidated Undrained*

1. Bila tanah yang diuji adalah tanah asli (*undisturbed*) dari tabung yang sudah sesuai dengan benda uji yang diinginkan, maka keluarkanlah contoh tanah dari tabung dengan pengeluar contoh tanah (*extruder*), masukkan dalam tabung cetak belah. Potong benda uji bagian atas dan bawahnya sehingga rata dengan cetakan, tambal permukaan benda uji apabila ada yang tidak rata.
2. Bila contoh tanah tidak asli (*disturbed*) ukurannya lebih besar dari pada benda uji yang diinginkan, potonglah benda uji dengan pisau atau gergaji kawat sehingga sesuai dengan dengan benda uji yang diinginkan.
3. Bila contoh tanah padat, batuan, maka dapat berupa :
 - a). Contoh tanah yang rusak (gagal dalam persiapan/pelaksanaan pengujian) dapat dibentuk kembali dalam kantong plastic/karet, remas dengan jari sampai merata seluruhnya. Hindarkan tambahnya udara dalam pori. Kemudian bentuk kembali dan padatkan dalam cetakan sehingga kepadatannya sama dengan aslinya.
 - b). Contoh tanah padat buatan dapat diperoleh dengan memadatkan contoh tanah dengan kasar air dan kepadatan sesuai dengan yang diinginkan. Pemadatan dapat dilaksanakan dengan menumbuk tanah dengan silinder pemadatan kemudian dorong keluar dengan

alat pengukur (*extruder*), kemudian dipotong atau dibubut sesuai dengan benda uji yang diinginkan.

4. Pemadatan dapat pula langsung dilaksanakan pada cetakan belah.
5. Bila dikendaki contoh tanah dalam keadaan jenuh, maka dapat dijenuhkan sebelum pengujian. Bila demikian catat dan cantumkan pada laporan.
6. Ukur dengan teliti dan catat ukuran diameter dan tinggi dari benda uji.
7. Timbang benda uji untuk menghitung berat volumenya.
8. Ambil dua buah batu pori dan rebus batu tersebut untuk menghilangkan gelembung udara dalam batu pori tersebut.
9. Bebaskan udara dari pipa-pipa penghubung pada pelat dasar sel tri aksial.
10. Hubungkan plat bawah dengan dasar sel.
11. Tempatkan batu pori yang telah dibersihkan diatas pelat dasar.
12. Ambil membran karet dengan ukuran hampir sama dengan ukuran contoh tanah.
13. Taruh membran karet pada tabung kecil yang dilengkapi dengan tempat penyedot udara (Ring 0 / tabung membuat kencang membran). Pada umumnya tabung berdiameter $\frac{1}{4}$ inci (± 6 mm), dan lebih besar dari contoh tanah yang digunakan, lihat gambar 6,1. Letakkan Membran karet didalam tabung pengencang membran, kemudian dihisap dengan pompa penghisap atau dengan mulut. Hal ini membuat membran menempel dengan baik pada bagian dalam tabung pengencang membran.

14. Masukkan contoh tanah yang sudah diletakkan diatas pelat dasar sel triaksial kedalam tabung pengencang membran. Pompa penghisap dihisap dan membran karet diluruskan pada ujung tabung untuk tempat pada palat atas.
15. Palat dasar triaksial yang sudah terselubungi oleh membran diikat dengan karet supaya air tidak sel tidak masuk kedalam sample tanah melalul daerah ini.
16. Pasang kertas saring dan batu pori diatas sample tanah dan pasang pula pelat atas triakasioal didatam membran karet tersebut.
17. Gunakan karet untuk mengikat kuat-kuat membran karet dengan pelat bagian atas tersebut.
18. Pasang tabung set triaksial dan keraskan baut pengencangnya.
19. Isi wang triaksial dengan air, dengan cara memutar regulator pengatur tekanan sel sehingga tekanan menunjukkan 0,20 kg/cm², kemudian buka kran yang menghubungkan tangki . air dengan sel triaksial, sehingga air mengalir masuk memenuhi ruang sel triaksial.
20. Berikan tekanan sel (σ_3) sesuai dengan harga yang diinginkan.
21. Jalankan/atur piston beban dengan pemutar tangan sehingga hampir menyentuh benda uji, baca dan catat alroji cincin beban yang akan mengukur gaya akibat tekanan keatas oleh air sel dalam piston, berat piston dan gesekan, yang dipakai sebagai koreksi pada beban selanjutnya.
22. Atur lagi sehingga piston mulai menempel benda uji.

23. Atur arloji cincin beban tadi sehingga dengan diperhitungkan koreksi tersebut koreksi tadi arloji menunjukkan nol.
24. Atur arloji regangan (pemendekan) benda uji pada pembacaan nol.
25. Jalankan mesin beban dengan kecepatan 0,5 - 1,0 persen/menit. Baca dan catat pembacaan arloji cincin beban dan arloji pemendekan benda uji pada kedudukan pemendekan 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; persen, kemudian pada 1; 1,5; 2,5; 3,0 persen dan setelah itu setiap tambahan 1.0 persen, selanjutnya setelah pemendekan mencapai 10 persen (jika tanah belum pecah) dapat dibaca setiap 2 persen Lanjutkan pembacaan ini samapi 15 %(meskipun tanah sudah pecah atau jika tanah belum pecah lanjutkan sampai pemendekan 20 % . Pembacaan yang lebih teliti / kerap perlu dilakukan apabila benda uji mendekati pecah.
26. Selama pembacaan selalu amati manometer tekanan sel dan aturlah agar tekanan selalu dalam keadaan konstan.
27. Setelah pembebanan selesai hentikan mesin pembebanan lalu keluarkan air dalam sel, kemudian buka sel dan keluarkan benda uji.
28. Buka membran karet dan catat atau gambar sket bentuk pecahnya tanah. Timbang dan catat berat benda uji.
29. Laksanakan pengujian kadar air pada benda uji tersebut.
30. Kerjakan benda uji kedua dan ketiga dengan cara yang sama, dengan menaikkan harga tekanan selnya.

b. Analisis Hasil Pengujian

1. Hitung regangan aksial tanah, ϵ untuk setiap beban yang dibaca, yaitu:

$$\epsilon = L/L_0 \dots\dots\dots 4.18)$$

Keterangan:

L = Pemendekan benda uji yang dibaca arloji ukur.

L₀ = Tinggi benda uji mula-mula

2. Hitung luas rata-rata tampang tanah, A pada setiap beban

$$A = A_0 / 1 \epsilon \dots\dots\dots(4.19)$$

Keterangan : A₀ luas penampang benda uji.

3. Hitung tegangan deviator pada setiap beban, tegangan deviator

$$\Delta \sigma = (\sigma_1 - \sigma_3) \dots\dots\dots(4.20)$$

$$(\sigma_3 - \sigma_1) = P / A = \Delta \sigma \dots\dots\dots(4.21)$$

Keterangan:

P = beban yang bekerja / beban deviator yang memecahkan sampel

A = luas penampang

4. Gambarkan kurva hubungan tegangan deviator sebagai ordinat dengan regangan sebagai absis.

5. Hitung tegangan utama mayor dan minor pada saat pecah yaitu:

Tegangan utama minor = σ_3 = tegangan sel

Tegangan utama mayor = σ_1 = tegangan normal ,

$$\sigma_1 = \Delta \sigma + \sigma_3 \dots\dots\dots(4.22)$$

6. Gambar lingkaran Mohr dan tegangan pada saat sampel pecati dengan tegangan geser sebagai ordinat dan tegangan normal sebagai absis, sebagai berikut :
7. Buatlah lingkaran Mohr (setengah lingkaran dengan titik pusat terletak pada absis dengan letak titik pusat lingkaran pada $(\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ dan dengan jari-jari lingkaran sama dengan $(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ pada ordinat.
8. Gambarkan garis singgung persekutuan yang menyinggung lingkaran-lingkaran Mohr. Garis ini garis selubung (*strength envelop atau valium*)
9. Potongan garis selubung dengan sumbu vertical merupakan nilai kohesi semu c_u dan sudut garis selubung dengan sumbu mendatar adalah sudut geser intern semu ϕ_u .
10. Untuk mendapatkan nilai c_u dan ϕ_u dapat pula diperoleh dengan menggunakan grafik dengan absis $(\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ dan ordinat $(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$.
11. Data pengujian pada masing-masing benda uji memberikan satu titik pada grafik ini.
12. Tarik garis lurus penghubung terbaik pada titik titik tersebut.
Apabila garis itu memotong sumbu vertical pada jarak b (dan 0,0) dan membentuk sudut α dengan sumbu mendatar, maka nilai c_u dan ϕ_u dapat dihitung dan hubungan dibawah
13. $\sin \phi_u = \text{tg } \alpha$ (4.23)

$$C_u = b / \cos \phi u \dots\dots\dots (4.24)$$

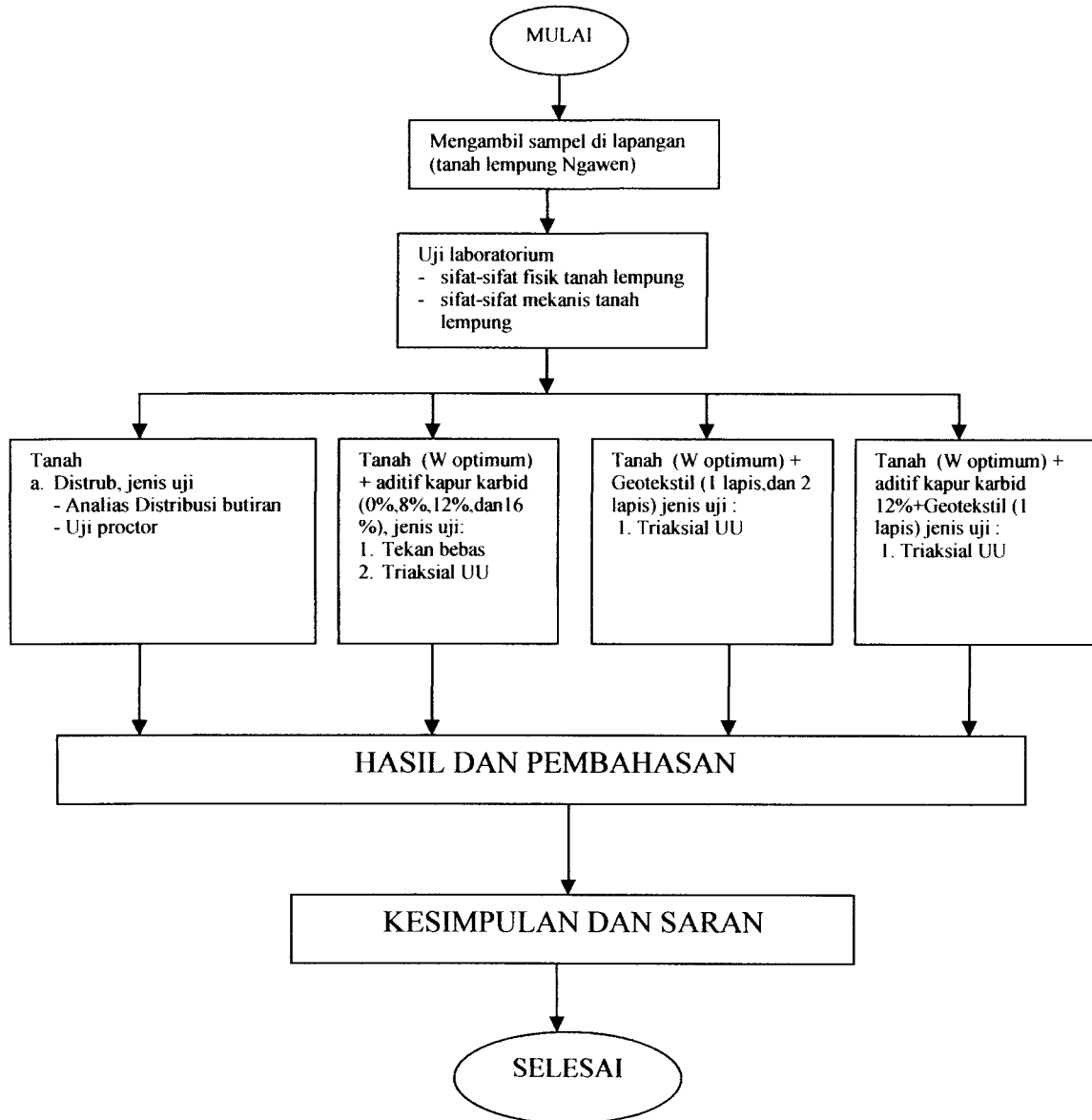
4.3.4 Jenis Pengujian

Adapun pengujian yang kami lakukan adalah dengan mengadakan pengujian : Analisa distribusi butiran, uji proctor, uji triaksial, dan uji tekan bebas. Semuanya itu dengan menggunakan berbagai variasi campuran dan lapis, seperti yang tertera pada tabel. 4.1

4.1 Tabel Jenis Pengujian

No	Jenis Pengujian	Juml Sampl	satuan
1	Mengukur Sifat Fisik Tanah Asli:		
	.Hidrometer + Analisa saringan	2	buah
	. Kadar Air (w) <i>undisturbed</i>	2	buah
	. Berat Jenis	2	buah
	. Berat Volume Lapangan	2	buah
	. Batas Cair	2	buah
	. Batas Plastis	2	buah
	. Batas Susut	2	buah
	. Indeks Plastis	2	buah
2	Mengukur Sifat Mekanis Tanah Asli:		
	.Uji Proctor	2	buah
	.Uji Triaksial:		
	a. Tanah Asli (<i>undisturbed</i>)	2	buah
	b Tanah (w optimum) + Geotekstil		
	. Tanah (w optm) + Geotekstil 0lapis	2	buah
	. Tanah (w optm) + Geotekstil 1 lapis	2	buah
	. Tanah (w optm) + Geotekstil 2 lapis	2	buah
	c. Tanah (w optimum) + Kapur Karbid		
	. Tanah i (w optm) + Kapur Karbid 0	2	buah
	. Tanah (w optm) + Kapur Karbid 8	2	buah
	. Tanah (w optm) + Kapur Karbid 12%	2	buah
	. Tanah (w optm) + Kapur Karbid 16	2	buah
	d Tanah (w optim)+kapur karbit+geotekstil		
	. Tanah (w optm)+ kapur karbid 12%+ geotekstil 1lapis	2	buah
	. Uji Tekan Bebas		
	a. Tanah Asli (<i>undisturbed</i>)	2	buah
	b. Tanah (w optimum) + Kapur Karbid:		
	. Tanah (w optm) + Kapur Karbid 0	2	buah
	. Tanah (w optm) + Kapur Karbid 8	2	buah
	. Tanah (w optm) + Kapur Karbid 12%	2	buah
	. Tanah (w optm) + Kapur Karbid16	2	buah

4.3.5 Bagan Alir Pengujian



Gb. 4.2. Bagan Alir Pengujian



BAB V

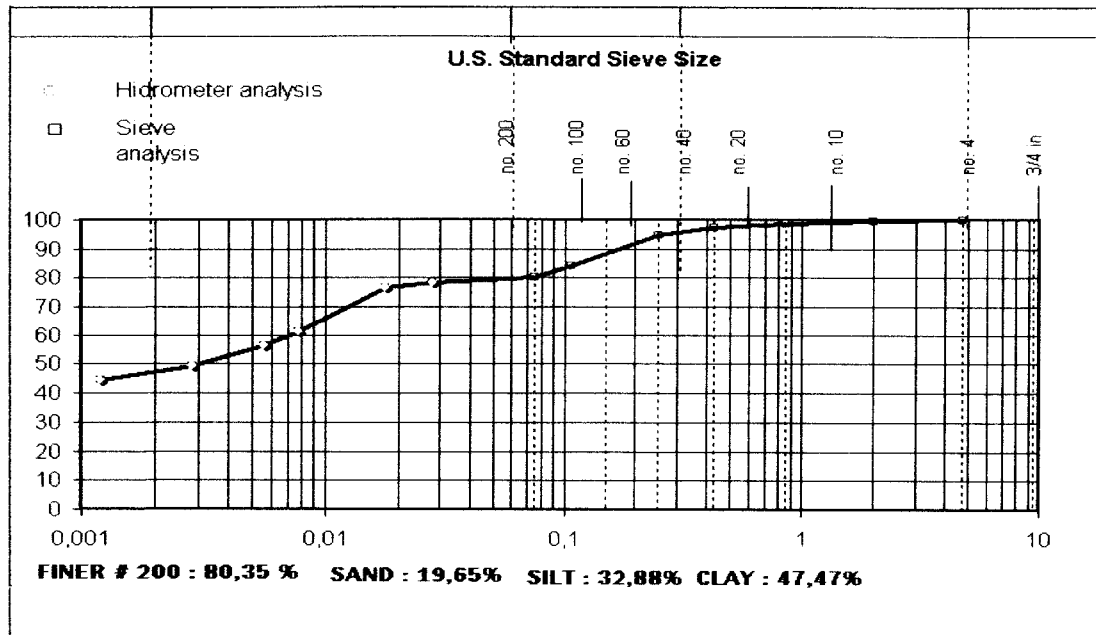
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini di uraikan hasil dari penelitian yang di lakukan dengan menggunakan campuran kapur karbit sebagai bahan stabilisasi dan geotekstil sebagai bahan perkuatan pada tanah lempung. Pengujian yang telah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Islam Indonesia Yogyakarta memperoleh hasil yang meliputi sifat-sifat fisis tanah, mekanis tanah. Dari pengujian parameter geser tanah didapat nilai kohesi dan sudut geser dalam.

5.1 Sifat Fisik Tanah Lempung

Sifat fisik tanah meliputi warna, ukuran, dan bentuk dari butiran tanah tersebut. Dari hasil penelitian sampel tanah yang diambil dari daerah Ngawen mempunyai sifat fisik sebagai berikut: warna coklat muda, berbentuk bulat, dan dari hasil uji analisa distribusi butiran didapat bahwa ukuran butiran $< 0,002$ mm.

Adapun grafik hasil uji analisa distribusi butiran dapat dilihat pada gambar 5.1.



Gambar 5.1 Grafik analisa distribusi butiran (sampel 1)

5.2 Hasil Pengujian Sifat-sifat Mekanis Tanah Lempung

Pengujian sifat mekanis tanah di Laboratorium meliputi pengujian : Kadar Air (*Undisturbed*), Kadar Air (*Disturbed*), Berat Jenis, Berat Volume Tanah, Batas Cair, Batas Plastis, Batas Susut, dan Indeks Plastisitas. Pengujian sifat tanah ini menggunakan dua buah sampel, dimana masing-masing akan memberikan hasil yang berbeda. Nilai yang akan dipakai adalah nilai rata-rata dari hasil pengujian.

5.2.1 Perhitungan Kadar Air Tanah

Hasil pengujian kadar air tanah dilakukan dengan dua kondisi yaitu pada kondisi *undisturbed* dan kondisi *disturbed*. Adapun hasilnya didapat dengan perhitungan dari persamaan berikut:

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

Hasil dari pengujian kadar air sampel tanah daerah Ngawen ditunjukkan pada Tabel 5.1 s/d 5.2.

Tabel 5.1 Hasil pengujian kadar air (*undisturbed*)

1	NOMOR PERCOBAAN	1		2	
2	Nomor cawan	a	b	a	b
3	Berat cawan kosong (w1) gram	22,57	21,82	22,00	21,92
4	Berat cawan + tanah basah (w2) gram	41,59	39,00	37,15	40,15
5	Berat cawan + tanah kering (w3) gram	33,98	32,31	30,49	33,68
8	Kadar air = w %	66,70	63,78	78,45	55,02
9	Kadar air rata-rata	65,9832853			

Tabel 5.2 Hasil pengujian kadar air (*disturbed*)

1	NOMOR PERCOBAAN	1		2	
2	Nomor cawan	a	b	a	b
3	Berat cawan kosong (w1) gram	22,00	22,54	21,95	22,21
4	Berat cawan + tanah basah (w2) gram	31,25	35,29	32,51	30,12
5	Berat cawan + tanah kering (w3) gram	27,58	31,10	28,56	26,77
8	Kadar air = w %	65,77	48,95	59,76	73,46
9	Kadar air rata-rata	61,98551556			

Contoh perhitungan kadar air (w) pada kondisi *undisturbed* (sampel 1):

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

$$w = \frac{41,59 - 22,57}{33,98 - 22,57} \times 100\%$$

$$= 66,70\%$$

5.2.2 Perhitungan Berat Volume Tanah

Sampel tanah yang digunakan dalam pengujian berat volume tanah dalam kondisi *undisturbed*. Untuk mendapatkan berat volume tanah dapat digunakan persamaan berikut:

$$\gamma_b = \frac{W}{V} \dots\dots\dots(5.2)$$

Hasil dari pengujian berat volume sampel tanah daerah Ngawen ditunjukkan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil pengujian berat volume tanah

Pengujian	Sampel		
	I	II	III
Diameter ring (cm)	3,9	6,5	6,5
Tinggi cincin (cm)	7,6	2,6	2,3
Volume ring (cm3)	90,7429	86,232	76,2824
Berat ring (gram)	136,4	80,4	70,3
Berat ring+tanah basah (gram)	256,89	197,9	177,4
Berat tanah basah (gram)	120,49	117,5	107,1
Berat volume tanah (gr/cm3)	1,3278	1,3626	1,40399
Berat volume tanah rerata (gr/cm3)	1,3648		

Contoh perhitungan berat volume tanah sampel 1:

$$\gamma_b = \frac{W}{V}$$

$$\begin{aligned}\gamma_b &= \frac{120,49 \text{ gr}}{90,743 \text{ cm}^3} \\ &= 1,3278 \text{ gr/cm}^3\end{aligned}$$

5.2.3 Perhitungan Berat Jenis Tanah

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui besarnya nilai perbandingan antara berat butir-butir tanah dengan berat air destilasi di udara dengan volume yang sama pada suhu tertentu, biasanya diambil suhu $27,5^{\circ} \text{ C}$.

Berat jenis tanah dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$G_s(t) = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \dots\dots\dots(5.3)$$

$$G_s(27,5^{\circ}) = G_s(t) \times [(G_s \text{ air } t^{\circ} \text{ C}) / (G_s \text{ air } 27,5^{\circ} \text{ C})] \dots\dots\dots(5.4)$$

Hasil dari pengujian berat jenis sampel tanah daerah Ngawen ditunjukkan pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Hasil pengujian berat jenis tanah

No	Keterangan	Sampel	
		I	II
1	Berat Picnometer (W1)	20,9	19,53
2	Berat Picnometer+tanah kering (W2)	27,83	26,05
3	Berat Picnometer+tanah +air (W3)	75,27	74,43
4	Berat Picnometer+air (W4)	71,01	70,43
5	Temperatur (t drajat)	27	27
6	Bj air pada temperatur (t drajat)	0,9964	0,9964
7	Bj air pada temperatur (27,5 drajat)	0,9965	0,9965
8	Berat tanah kering (WT)	6,93	6,52
9	Berat Jenis tanah pada t drajat	2,59	2,587
10	Berat Jenis tanah pada 27,5 drajat	2,589	2,586
11	rerata	2,5875	

Contoh perhitungan berat jenis tanah sampel 1 :

$$G_s(t) = \frac{(27,83 - 20,9)}{(71,01 - 20,9) - (75,27 - 27,83)}$$

$$= 2,59$$

$$G_s(27,5^{\circ} C) = 2,59 \times \frac{0,9964}{0,9965}$$

$$= 2,589$$

5.2.4 Perhitungan Batas Konsistensi (*Atterberg Limits*)

Adapun tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui sifat konsistensi tanah berbutir halus pada kadar air yang bervariasi. Pengujian batas konsistensi yang dilakukan meliputi: Pengujian Batas Cair, Batas Plastis, dan Batas Susut.

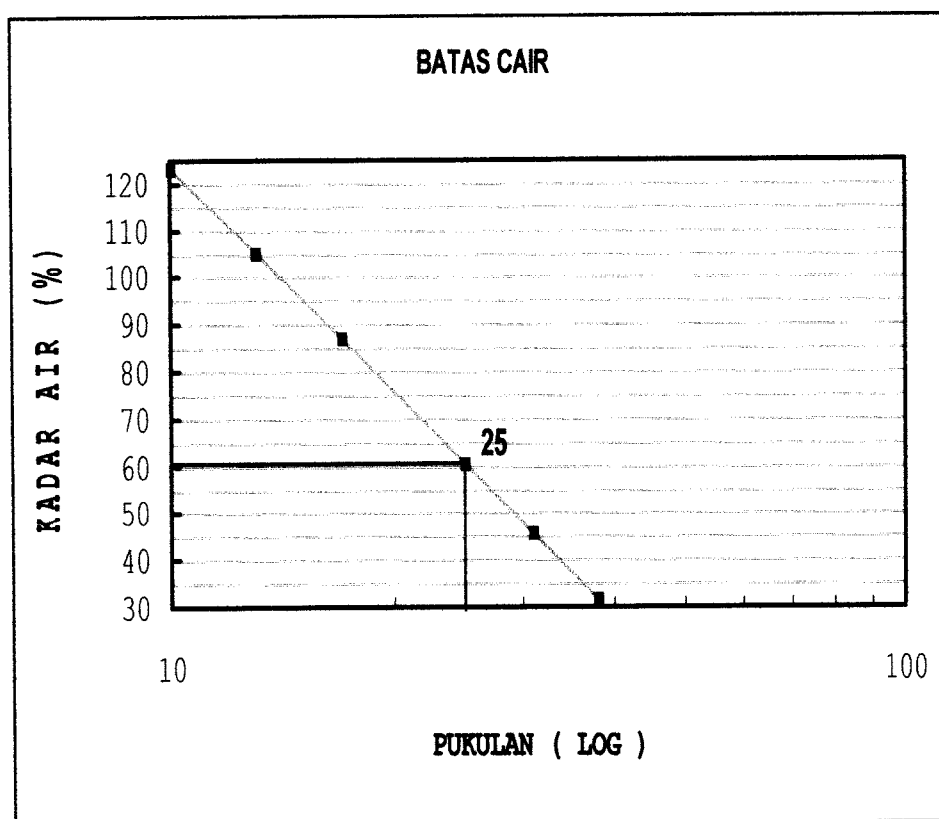
1. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Maksud dari pengujian adalah untuk menentukan batas cair tanah. Batas cair tanah adalah kadar air tanah pada keadaan batas cair dan plastis. Hasil

perhitungan batas cair sampel tanah daerah Ngawen ditunjukkan pada Tabel 5.5 s/d 5.6 dan diposisikan dalam grafik pada Gambar 5.3 s/d 5.4.

Tabel 5.5 Hasil pengujian batas cair (sampel 1)

NO. PENGUJIAN	I	II	III	IV
KADAR AIR	99,06	95,93	42,96	31,60
PUKULAN	13	17	31	38



Gambar 5.2 Grafik batas cair (sampel 1)

Batas cair didapat dengan menarik garis vertikal pada 25 ketukan sehingga memotong kurva yang garis lurus, kemudian dari titik tersebut ditarik garis horizontal sehingga memotong sumbu *ordinat*. Titik potong pada

sumbu *ordinat* tersebut merupakan kadar air pada batas cair sampel tanah tersebut.

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. Dari pengujian batas plastis, sampel tanah daerah Ngawen mempunyai batas palstis 29,48%. Dengan didaptnya nilai batas cair dan batas plastis maka didapat nilai indeks plastisitas tanah dengan persamaan berikut:

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots (5.5)$$

Dari perhitungan didapat nilai indeks plastisitas sampel tanah daerah Ngawen sebesar 31,86%.

3. Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Batas susut tanah adalah kadar air maksimum pada sebuah sampel tanah sedemikian rupa, sehingga pengurangan kadar air selanjutnya tidak menyebabkan berkurangnya volume tanah. Dari pengujian batas susut, sampel tanah daerah Ngawen mempunyai batas susut sebesar 13,876%.

Hasil pengujian sifat-sifat mekanis sampel tanah daerah Ngawen dapat dilihat pada Tabel 5.6 di bawah ini.

Tabel 5.6 Sifat-sifat mekanis tanah

Sifat Mekanis	Hasil
Kadar air undisturbed (%)	65,983
Kadar air disturbed (%)	61,985
Berat jenis	2,587
Berat volume (gr/cm ³)	1,383
Batas cair (%)	61,340
Batas plastis (%)	29,480
Batas susut (%)	13,876
Indeks plastis	31,860

5.3 Klasifikasi Tanah

Berdasarkan data hasil pengujian sifat fisik dan mekanis tanah yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat ditentukan karakteristik tanah yang didasarkan metode klasifikasi tanah sebagai berikut :

1. Sistem Klasifikasi Tekstur (*Textural Classification System*).
2. Sistem Klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*).
3. Sistem Klasifikasi AASTHO (*AASTHO Classification System*).

Adapun untuk kejelasan ketiga sistem klasifikasi tersebut akan dijelaskan berikutnya.

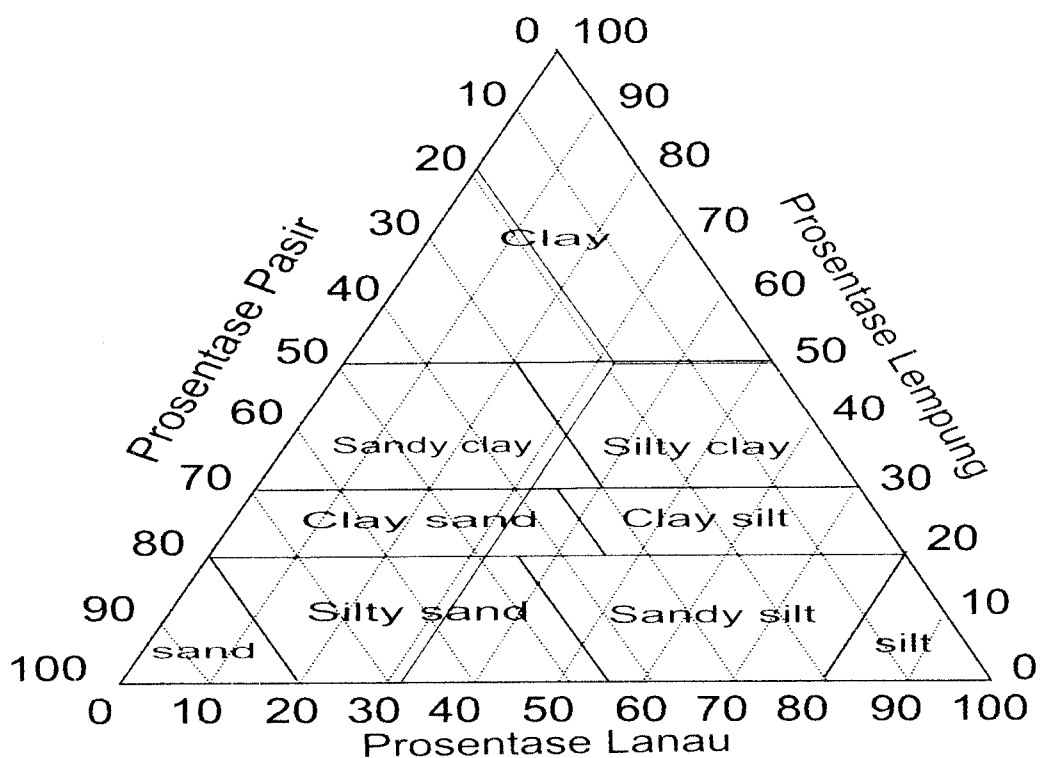
5.3.1 Sistem Klasifikasi Tekstur (*Textural Classification system*)

Sistem klasifikasi berdasarkan tekstur hanya didasarkan pada distribusi ukuran butiran tanah saja. Sesuai dengan hasil pengujian Analisa Distribusi Butiran didapat data-data sebagai berikut:

Tabel 5.7 Hasil uji Analisa Distribusi Butiran

Keterangan	Nilai
• Pasir	18,165 %
• Lanau	32,785 %
• Lempung	49,050 %

Dari hasil pengujian Analisa Distribusi Butiran dapat dikatakan sampel tanah yang berasal dari daerah Ngawen adalah jenis tanah lempung yang mengandung lanau dan pasir. Jumlah agregat halus (lempung dan lanau) sebesar 81,835% dan jumlah agregat kasar (pasir) sebesar 18,165%. Karena persentase jumlah agregat halus (lempung) menunjukkan angka yang paling besar berarti sifat tanah tersebut lebih menunjukkan sifat tanah lempung. Untuk mengklasifikasikan tanah dapat dilakukan salah satunya dengan uji klasifikasi tekstur yaitu dengan memplotkan prosentase distribusi butiran pasir, lanau dan lempung pada Gambar 5.3 (Diagram USCS).



Gambar 5.3 Diagram klasifikasi USCS

Dari Gambar 5.3 didapatkan titik temu antara ketiga garis dari prosentase pasir, lanau, dan lempung. Ketiga garis tersebut bertemu di zona *Silty clay*, ini berarti sampel tanah yang berasal dari daerah Ngawen adalah jenis tanah Lempung kelanauan.

5.3.2 Sistem Klasifikasi AASTHO (*AASTHO Classification System*)

Sistem klasifikasi AASTHO yang diberikan saat ini diberikan dalam Tabel 5.9. Pada sistem ini tanah diklasifikasikan ke dalam tujuh kelompok besar, yaitu A-1 sampai A-7. Tanah yang diklasifikasikan ke dalam A-1, A-2, dan A-3 adalah tanah berbutir dimana 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos ayakan No.200. Sedangkan tanah dimana lebih dari 35% butirannya lolos

ayakan No.200 diklasifikasikan ke dalam kelompok A-4, A-5, A-6, dan A-7. Butiran dalam kelompok A-4 sampai dengan A-7 tersebut sebagian besar adalah lanau dan lempung. Sistem klasifikasi ini didasarkan pada kriteria di bawah ini:

a. *Ukuran butir:*

Kerikil: bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 75 mm (3 in) dan yang tertahan pada ayakan No.20 (2 mm).

Pasir: bagian tanah yang lolos ayakan No. 10 (2 mm) dan tertahan pada ayakan No. 200 (0,075 mm).

Lanau dan lempung: bagian tanah yang lolos ayakan No.200.

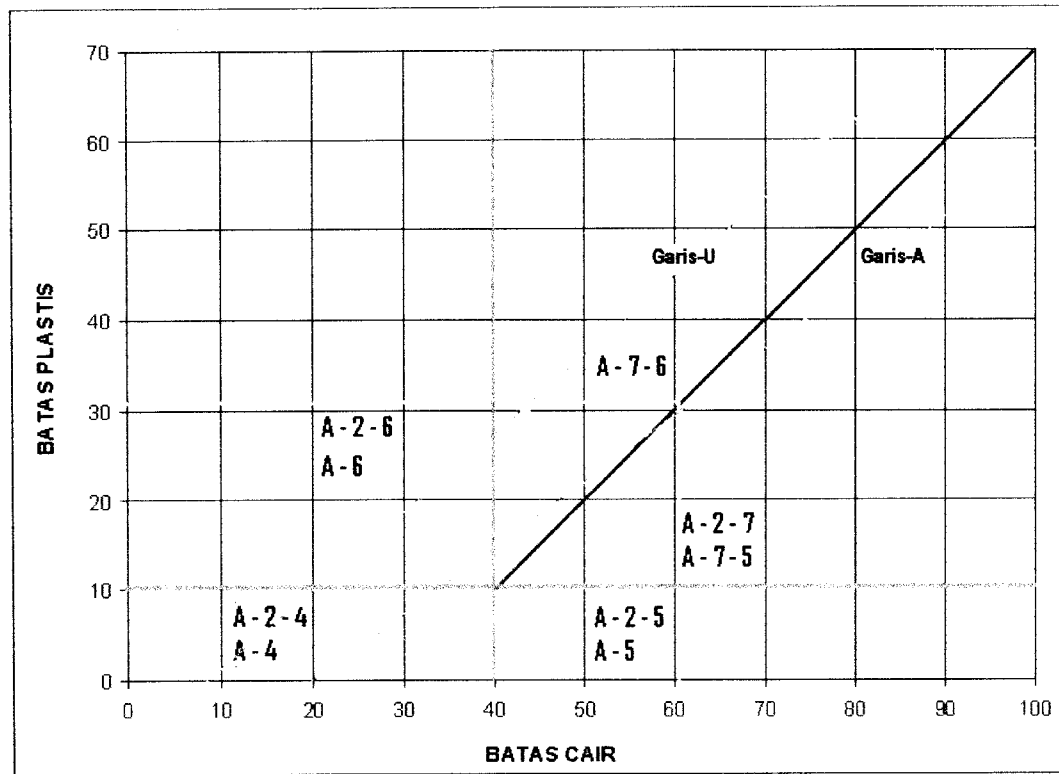
b. *Plastisitas:*

Nama *berlanau* dipakai apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas sebesar 10 atau kurang. Nama *berlempung* dipakai bilamana bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas sebesar 11 atau lebih.

c. Apabila *batuan* (ukuran lebih besar dari 75 mm) ditemukan di dalam contoh tanah yang akan ditentukan klasifikasi tanahnya, maka batuan-batuan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu. Tetapi persentase dari batuan yang dikeluarkan tersebut harus dicatat.

Apabila sistem klasifikasi AASTHO dipakai untuk mengklasifikasikan tanah, maka data-data dari hasil uji dicocokkan dengan angka-angka yang diberikan pada Tabel 5.8 dari kolom sebelah kiri dengan kolom sebelah kanan hingga ditemukan angka-angka yang sesuai. Gambar 5.4 menunjukkan suatu

gambar dari senjang batas cair (*liquid limit*, LL) dan indeks plastisitas (PI) untuk tanah yang masuk dalam kelompok A-2, A-4, A-5, A-6, dan A-7.



(Sumber: Mekanika Tanah, Braja M. Das 1988)

Gambar 5.4 Rentang (range) dari batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) untuk tanah dalam kelompok A-2, A-4, A-5, A-6, dan A-7 (Mekanika Tanah, Braja M. Das 1988)

Sesuai dengan hasil dua sampel pengujian analisa saringan dan pengujian batas-batas *Atterberg* yang telah dirata-rata didapat: Tanah lolos saringan # 200: 81,835%; Batas cair: 61,34%; dan Indeks Plastisitas: 31,86%. Dengan Melihat

Tabel 5.8 sampel tanah yang berasal dari Ngawen termasuk kelompok tanah A-7 yaitu tanah berlempung, sedangkan menurut persamaan 5.6

$$IP > (WL - 30) \dots\dots\dots (5.6)$$

Dengan :

IP = Indeks Plastisitas

WL = Batas Cair

Maka sampel tanah yang diambil dari daerah Ngawen termasuk dalam katagori kelompok A-7-6 atau dengan cara memplotkan data hasil uji Batas Cair dan Indeks Plastisitas pada Gambar 5.4.

Tabel 5.8 Sistem Klasifikasi AASTHO

Klasifikasi tanah berdasarkan system American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)

Klasifikasi umum	Material granular (< 35% lolos saringan no 200)			Tanah-tanah lanau-lempung (> 35 % lolos saringan no 200)		
	A-1 A-1-a A-1-b	A-3	A-2 A-2-4 A-2-5	A-4	A-5	A-6
Klasifikasi kelompok			A-2-6 A-2-7			A-7 A-7-5 A-7-6
Analisis saringan (% lolos) 2.00 mm (no.10) 0.425 mm(no.40) 0.075 mm(no.200)	50 maks 30 maks 50 maks 15 maks 25 maks	51 min 10 maks	35 maks 35 maks	3min	36min	36min
Sifat fraksi lolos saringan no. 40 Batas cair (LL) Indeks plastis (PL)	6 maks	np	40 maks 41 min 10 maks 10 maks	40 maks 10 maks	4 min 10 maks	41 min 11min
Indeks kelompok (GI)	0	0	0	8 maks	12 maks	16 maks 20 maks
Tipe material yang pokok pada umumnya	Pecahan batu dan kerikil	Pasir halus	Kerikil berlanau atau berlumpur dan pasir	Tanah berlanau	Tanah berlanau	Tanah berlempung
Penilaian umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik			Sedang sampai buruk		

(Sumber Mekanika Tanah, Braja. M.Das 1988)

5.3.3 Sistem Klasifikasi *Unified*

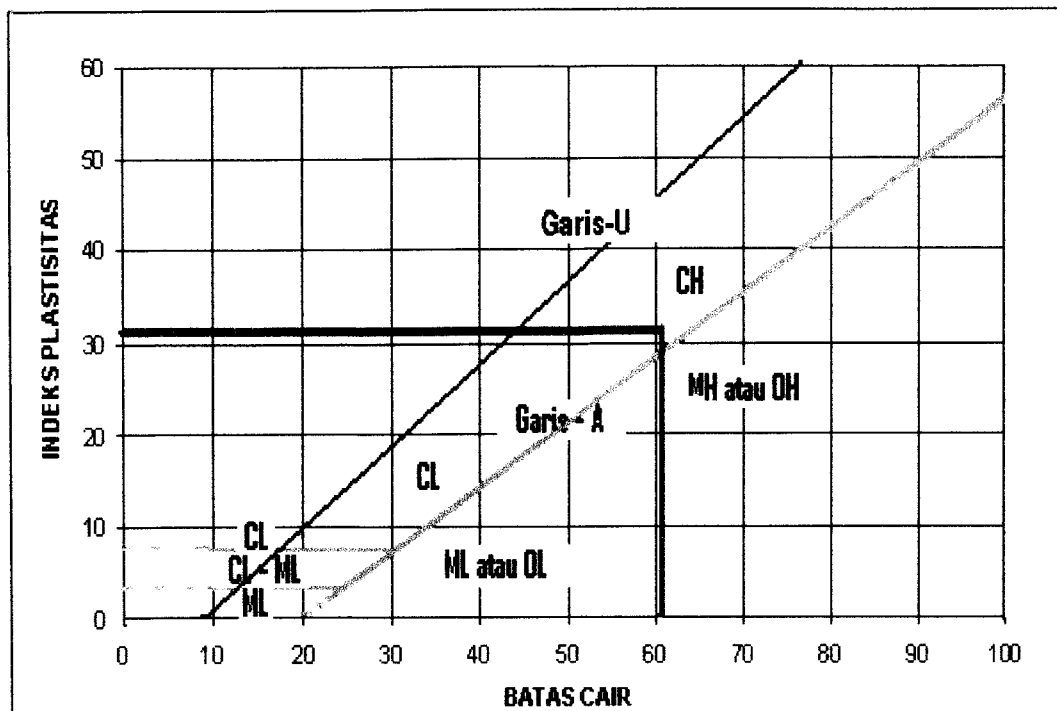
sistem ini mengelompokkan tanah kedalam dua kelompok besar yaitu :

1. Tanah berbutir kasar (*coarse grained soil*), yaitu : tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan No.200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal G atau S. G adalah untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil, sedangkan S adalah untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir.
2. Tanah berbutir halus (*fine grained soil*), yaitu tanah dimana lebih dari 50% berat total sampel tanah lolos ayakan No.200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal M untuk lanau (silt) anorganik, C untuk lempung (clay) anorganik, dan O untuk lanau organik dan lempung organik.

Simbol-simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi USCS adalah:

- W = well graded (tanah dengan gradasi baik)
- P = poorly graded (tanah dengan gradasi buruk)
- L = low plasticity (tanah dengan plastisitas rendah)($LL < 50\%$)
- H = high plasticity (tanah dengan plastisitas tinggi)($LL > 50\%$)

Tanah berbutir kasar ditandai dengan simbol kelompok seperti: GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, dan SC. Sedangkan tanah berbutir halus ditandai dengan simbol kelompok seperti: ML, CL, OL, MH, CH, dan OH. Untuk lebih jelasnya lihat Tabel 5.9. Untuk mendapatkan simbol kelompok tanah berbutir halus dapat dilakukan dengan memplotkan hasil uji Batas Cair dan Batas Plastis pada bagan plastisitas (*Cassagrande*, 1948) yang diberikan pada Gambar 5.5.



(Sumber: Mekanika Tanah, Braja M. Das 1988)

Gambar 5.5 Grafik plastisitas: Sistem unified. (Diproduksi dari Wagner, A.A (1957))

Sesuai dengan hasil dua sampel pengujian yang telah dirata-rata didapat hasil Batas Cair: 61,34%; dan Indeks Plastisitas: 31,86%. Dengan Melihat Gambar 5.5 didapatkan bahwa sampel tanah yang berasal dari Ngawen termasuk golongan CH yaitu tanah Lempung Inorganis dengan plastisitas tinggi.

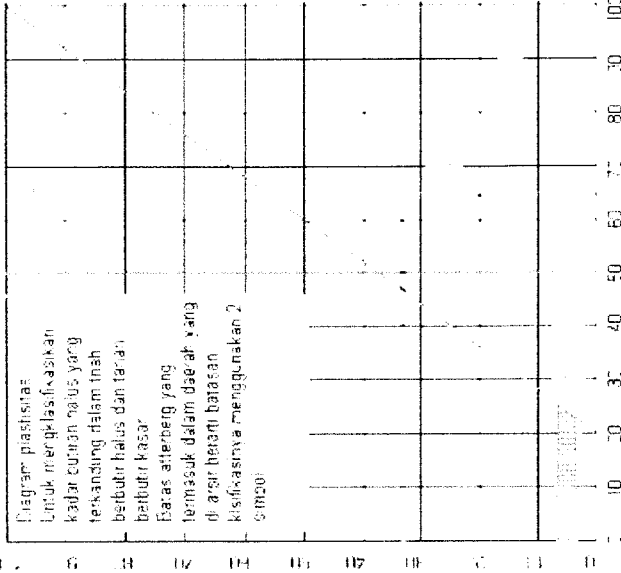
Tabel 5.9 Klasifikasi Sistem *Unified*

Klasifikasi tanah berdasarkan system Unified (*Unified Soil Clasification*)

Divisi utama		Simbol kelompok	Nama jenis	Kriteria klasifikasi
Tanah berbutir kasar 50% butiran terahan saringan no 200 (0.075 mm)	Kasar lolos saringan no 4 (4.75 mm)	Pasir lebih dari 50% fraksi	Pasir bersih (sedikit atau tidak ada butiran halus)	$CU = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4; CU = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW
Pasir lebih dari 50% fraksi	Kerikil 50% atau dari fraksi kasar terahan saringan no 4 (4.75 mm)	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.	Batas-batas atterberg Bila batas atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai doble symbol	
				Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus
Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	Kerikil berlempung campuran kerikil pasir lanau	Kerikil berlanau, Campuran kerikil lanau	Batas-batas atterberg Bila batas atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai doble symbol	
				Pasir gradasi buruk, Pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butir halus
Pasir banyak kandungan butiran halus	Pasir bersih (sedikit atau tidak ada butiran halus)	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	Klasifikasi berdasarkan persentase butiran halus kurang dari 50% lotos saringan no 200 : GM, GP, SW, SP, Lebih dari 12% lotos saringan no 200 : GM, SM, SC, 5% -12% lotos saringan 200 : batasan klasifikasi yang mempunyai simbol doble	
				Pasir banyak kandungan butiran halus

(Sumber Mekanika Tanah, Braja. M.Das 1988)

Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no 200 (0.075 mm)		ML	CL	OL	MH	CH	OH	PT
Lanau dan lempung batas cair 50 % atau kurang	Lanau tak organik dan sangat halus, serbuk, batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung							
	Lempung tak berorganik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus (lean clays)							
Lanau dan lempung batas cair >50 %	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah							
	Lanau tak organik atau pasir halus diatome, lanau elastis							
Tanah dengan kadar organik tinggi	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk (fat clays)							
	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi							
		Gambut (peat) dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi						



Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM designation D-2488

(Sumber Mekanika Tanah, Braja. M.Das 1988)

5.4 Uji Parameter Geser Tanah

Uji Parameter Geser tanah dilakukan dengan uji di Laboratorium yaitu dengan uji Triaksial *Unconsolidated Undrained* dan uji Tekan Bebas. Untuk pengujian parameter geser tanah perlu dilakukan dengan kondisi benda uji yang berbeda, yaitu dengan kondisi *Undisturbed* dan kondisi pada kadar air optimum. Untuk mendapatkan kadar air optimum dilakukan uji Kepadatan Tanah.

5.4.1 Uji Kepadatan Tanah (Uji Proctor Standar)

Uji kepadatan tanah dilakukan dengan uji Proctor Standar. Adapun volume cetakan silinder sebesar $939,70 \text{ cm}^3$. Diameter cetakan sebesar 102 mm. Berat penumbuk sebesar 2,47 kg dan tinggi jatuh sebesar 304,8 mm. Untuk setiap percobaan, berat volume basah (γ) dari tanah yang dipadatkan tersebut dapat dihitung dengan Persamaan 5.7.

$$\gamma_b = \frac{W}{V(m)} \dots\dots\dots(5.7)$$

Keterangan:

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 5.8.

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + \frac{w(\%)}{100}} \dots\dots\dots(5.8)$$

Keterangan:

w (%) = Persentase kadar air

Harga γ_d dari Persamaan 5.8 tersebut dapat digambarkan terhadap kadar air dengan γ_d sebagai ordinat dan kadar air sebagai absis. Dengan demikian titik puncak dari Grafik merupakan kadar air optimum dan berat volume kering maksimum. Hasil dari pengujian kadar air sampel tanah daerah Ngawen ditunjukkan pada Tabel 5.10 kemudian hasilnya diposisikan pada grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.8 dan 5.9 dibawah ini.

Tabel 5.10 Hasil uji *proctor* standar (sampel 1)

Nomor sampel	1	2	3	4	5
Volume silinder (cm ³)	939,7	939,7	939,7	939,7	939,7
Berat tanah basah (gram)	2051,59	2051,59	2051,6	2051,59	2051,6
Kadar air mula-mula (%)	35,80	35,80	35,80	35,80	35,80
Penambahan air (%)	4,87427	9,74854	14,623	19,4971	24,371
Penambahan air (ml)	100	200	300	400	500
Berat silinder + tanah padat (gram)	3147	3250	3264	3310	3286
Berat tanah padat (gram)	1259	1362	1376	1422	1398
Berat volume tanah (gr/cm ³)	1,340	1,449	1,464	1,513	1,488
Kadar air (%)	43,25	45,41	45,99	57,59	61,08
Berat volume tanah kering (gr/cm ³)	0,935	0,997	1,003	0,960	0,924

Contoh perhitungan berat volume tanah pada sampel 1 pada kolom sampel 1:

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

$$\gamma_b = \frac{1259gr}{939,7m^3}$$

$$= 1,34 \text{ gr/cm}^3$$

Contoh perhitungan berat volume tanah kering pada sampel 1 pada kolom

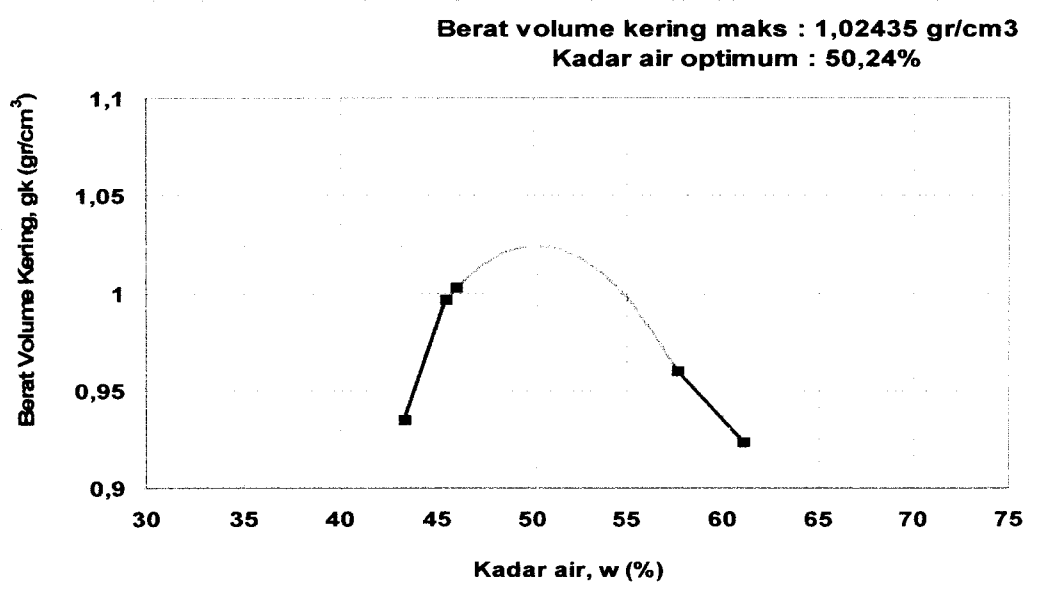
sampel 1:

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

$$\gamma_d = \frac{1,34 \text{ gr/cm}^3}{1 + 0,4325}$$

$$= 0,935 \text{ gr/cm}^3$$

Kurva hubungan antara kadar air (w) dan berat volume 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 (sampel 1) dapat dilihat pada Gambar 5.6 di bawah ini.



Gambar 5.6 Hasil uji kepadatan tanah (sampel 1)

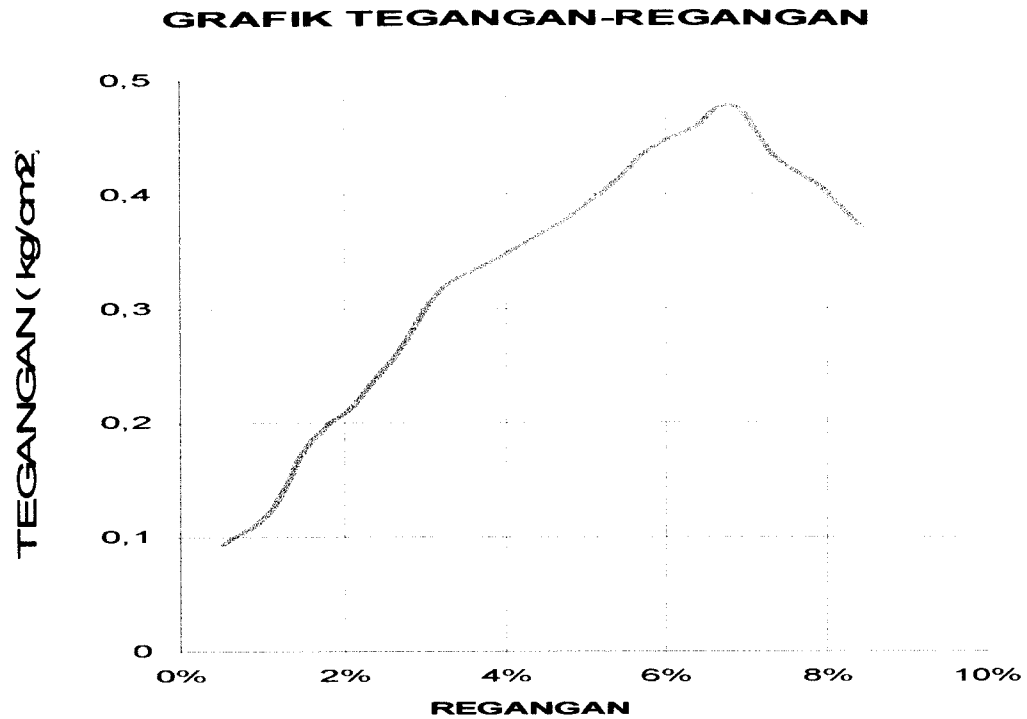
Gambar 5.6 menunjukkan bahwa seiring dengan bertambahnya kadar air maka meningkat pula berat volume kering sampai di temukan kadar air optimum dari pemadatan tersebut, dan untuk selanjutnya jika terus dilakukan penambahan air akan mengakibatkan berat volume kering menurun. Gambar 5.6 menunjukkan bahwa sampel tanah mempunyai berat volume kering maksimum ($1,02435 \text{ gr/cm}^3$) pada kadar air optimum 50,24%.

5.4.2 Uji Tekan Bebas

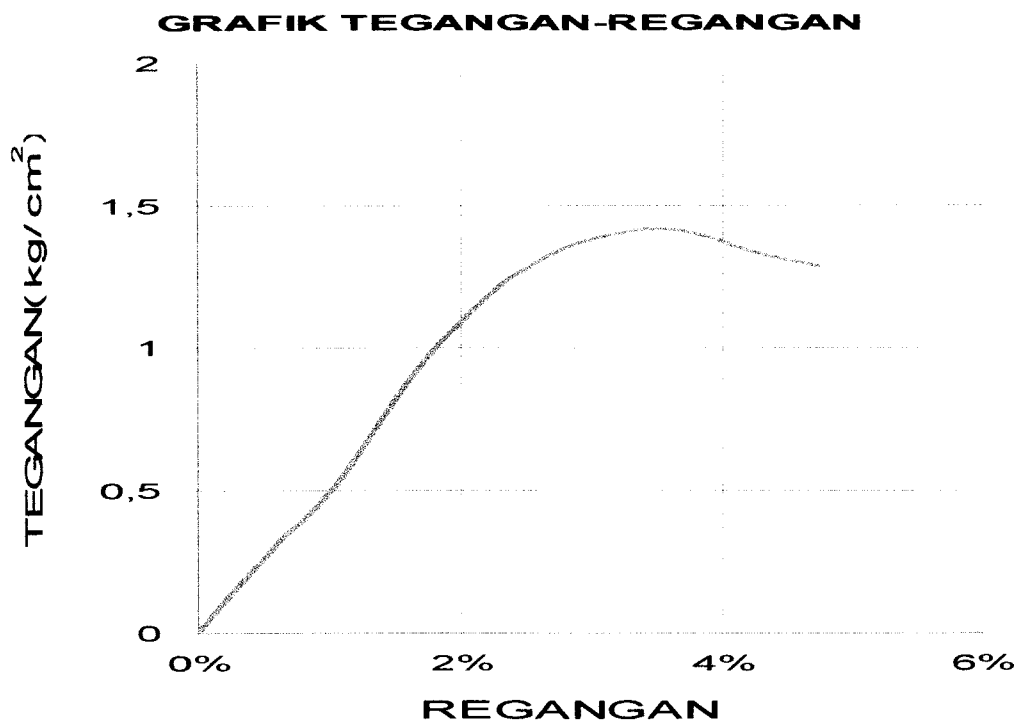
Pengujian tekan bebas bertujuan untuk mendapatkan nilai kohesi dan nilai sudut geser dalam. Pengujian yang dilakukan meliputi dua kondisi tanah, yaitu pada kondisi tanah tanpa campuran dan pada kondisi tanah dicampur dengan bahan aditif kapur karbid 8%, 12%, dan 16%.

1. Tanah Tanpa Penambahan Bahan Aditif Kapur Karbid

Pengujian parameter geser tanah dilakukan dalam kondisi *undisturbed* dan kondisi kadar air optimum. Pada kondisi *Undisturbed* didapat nilai kohesi sebesar $0,143 \text{ kg/cm}^2$ dan besarnya sudut geser dalam sebesar 20^0 . Pada kondisi kadar air optimum didapat nilai kohesi sebesar $0,465 \text{ kg/cm}^2$ dan besarnya sudut geser dalam sebesar 23^0 . Grafik regangan-tegangan untuk pengujian tekan bebas untuk tanah pada kondisi *Undisturbed* dan pada kondisi kadar air optimum dapat dilihat pada Gambar. 5.7 dan 5.8.



Gambar 5.7 Grafik tegangan-regangan tanah lempung *Undisturbed* (Sampel 1)



Gambar 5.8 Grafik tegangan-regangan tanah lempung *w optm* (Sampel 1)

Dengan melihat Gambar 5.7 s/d 5.8 terlihat bahwa perilaku hubungan antara regangan (*strain*) dan tegangan (*stress*) menunjukkan perilaku yang sama. *Stress* akan cenderung naik apabila *strain* bertambah sampai akhirnya mencapai puncak dan kemudian cenderung turun sampai harga tertentu.

2. Tanah Dengan Penambahan Bahan Aditif Kapur Karbid

Pada pengujian tekan bebas ini tanah (pada kondisi w optimum) dicampur dengan bahan aditif kapur karbid dengan variasi campuran 8%, 12% dan 16%.

Contoh perhitungan pada pencampuran kapur karbid 8% sampel 1

- Perhitungan tegangan aksial pada setiap pembacaan beban.

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{\Delta L}{L_0} \\ &= \frac{0,04}{7,6} \\ &= 0,53\%\end{aligned}$$

Keterangan:

ΔL = Pemendekan tinggi benda uji (cm)

L_0 = Tinggi benda uji semula (cm)

- Perhitungan luas rata-rata benda uji tiap pembacaan dial.

$$\begin{aligned}A_r &= \frac{\Delta o}{(1 - \varepsilon)} (\text{cm}^3) \\ &= \frac{11,949}{(1 - 0,0053)} \\ &= 12,01267 (\text{cm}^3)\end{aligned}$$

Keterangan :

Δo = Luas penampang benda uji semula

- Perhitungan tekanan aksial maksimum yang bekerja pada benda uji di setiap pembacaan beban.

$$\begin{aligned}\sigma \text{ maks} = q_u &= \frac{P_{maks}}{A_{maks}} \\ &= \frac{18,6109}{12,268} \\ &= 1,517 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Setelah sampel mencapai beban optimum, dilakukan pengukuran sudut pecah (α) dengan memilih sudut yang terkecil dari keruntuhan-keruntuhan pada sampel. Dari pembacaan pembacaan beban optimal (q_u) dan sudut pecah (α) dapat dihitung kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ).

- Perhitungan kohesi

$$\begin{aligned}c &= \frac{q_u}{2 \times \text{tg} \alpha} \\ &= \frac{1,517}{2 \times \text{tg} 58} \\ &= 0,474 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

- Perhitungan sudut geser dalam

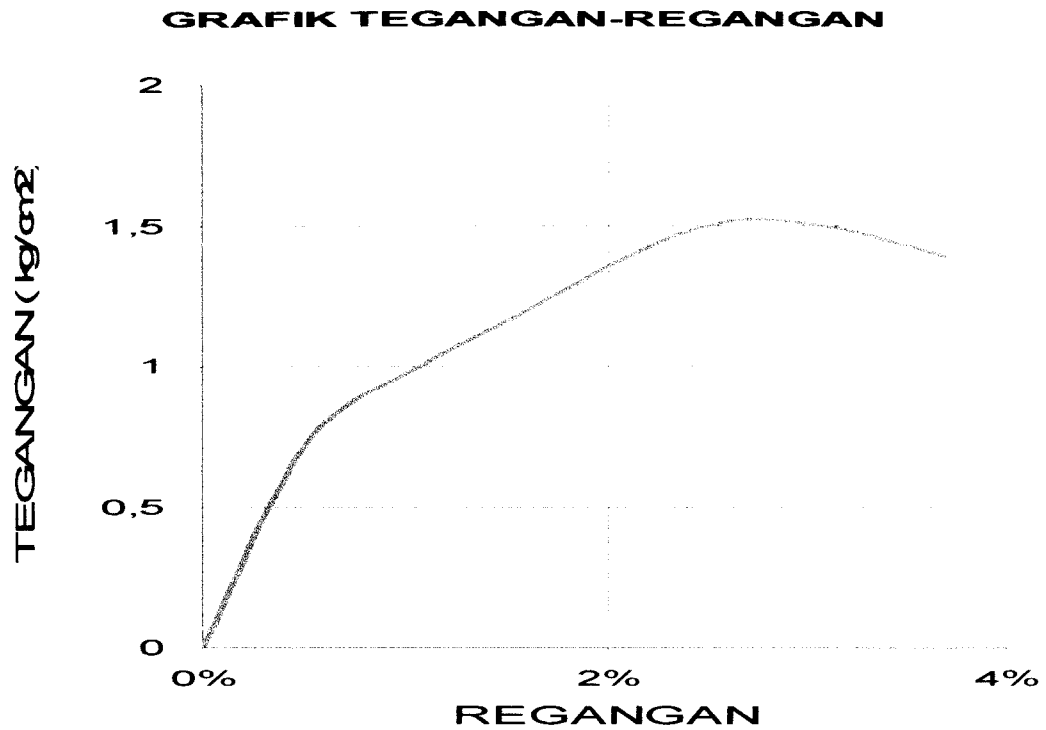
$$\begin{aligned}\phi &= 2 \times (\alpha - 45)^\circ \\ &= 2 \times (58 - 45)^\circ \\ &= 26^\circ\end{aligned}$$

Dengan cara yang sama untuk percobaan-percobaan berikutnya dapat diperoleh nilai ϕ , q_u , dan c . Sesuai dengan hasil pengujian Tekan Bebas yang dilakukan didapat data sebagai berikut ini:

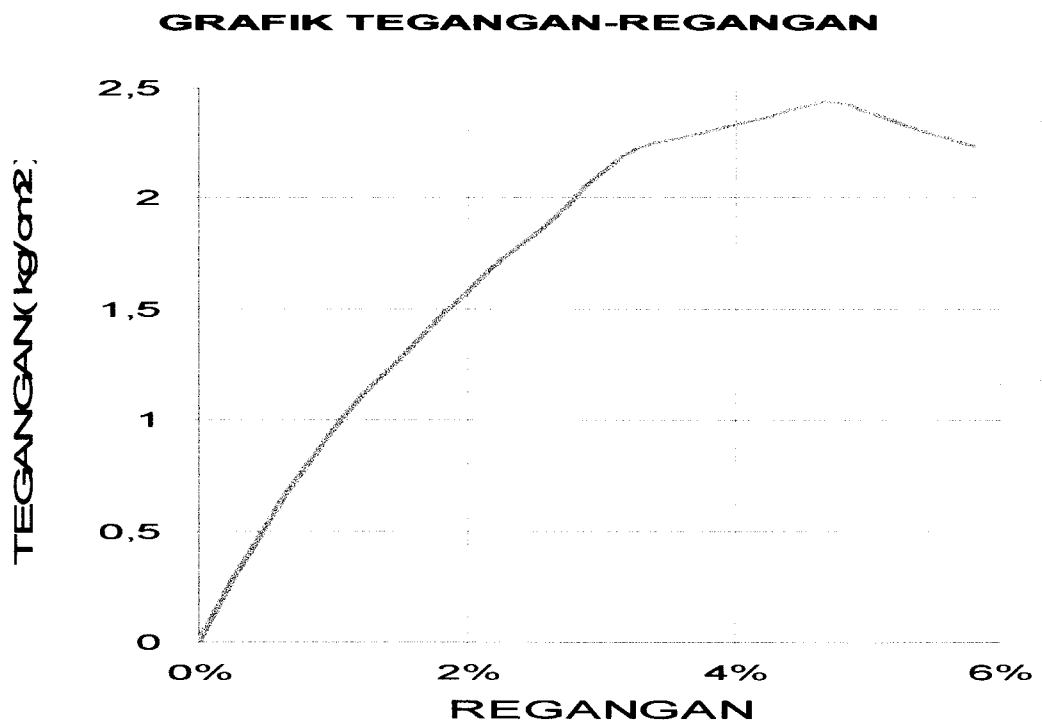
Tabel 5.11 Hasil Uji Tekan Bebas Tanah Lempung

No	Kondisi Sampel	Berat Volume Basah (γ_b)	Berat Volume Kering (γ_k)	Kuat Tekan (q_u) kg/cm ²	Sudut Pecah (α) ⁰	Kohesi (c) kg/cm ²	Sudut Gesek Dalam (ϕ) ⁰
1	w asli + 0% Kpr Krbd	1,350	0,990	0,459	55	0,161	20
2	w opt + 0% Kpr Krbd	1,540	1,134	1,403	56,50	0,464	23
3	w opt + 8% Kpr Krbd	1,540	1,134	1,573	57,50	0,501	25
4	w opt + 12% Kpr Krbd	1,540	1,134	2,606	63,50	0,647	37
5	w opt + 16% Kpr Krbd	1,540	1,134	4,186	70,50	0,737	51

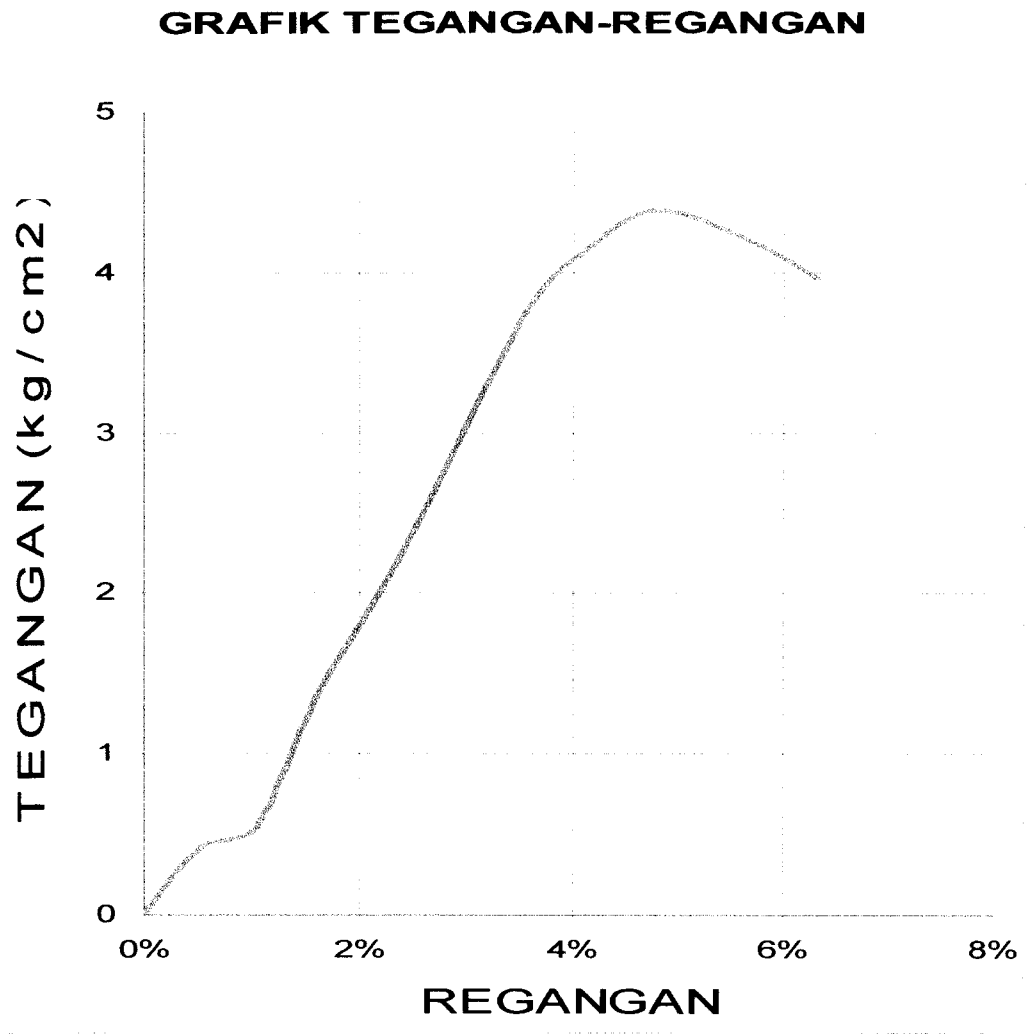
Grafik regangan dan tegangan untuk pengujian tekan bebas untuk tanah dengan pencampuran kapur karbid dengan variasi campuran 8%, 12%, dan 16% dapat dilihat pada Gambar. 5.9 s/d 5.11.



Gambar 5.9 Grafik tegangan-regangan tanah + kapur karbid 8% (Sampel 1)



Gambar 5.10 Grafik tegangan-regangan tanah + kapur karbid 12% (Sampel 1)



Gambar 5.11 Grafik tegangan-regangan tanah + kapur karbid 16% (Sampel 1)

Dengan melihat Gambar 5.9 s/d 5.11 terlihat bahwa perilaku hubungan antara regangan (*strain*) dan tegangan (*stress*) menunjukkan perilaku yang sama. Stress akan cenderung naik apabila strain bertambah sampai akhirnya mencapai puncak dan kemudian cenderung turun sampai harga tertentu.

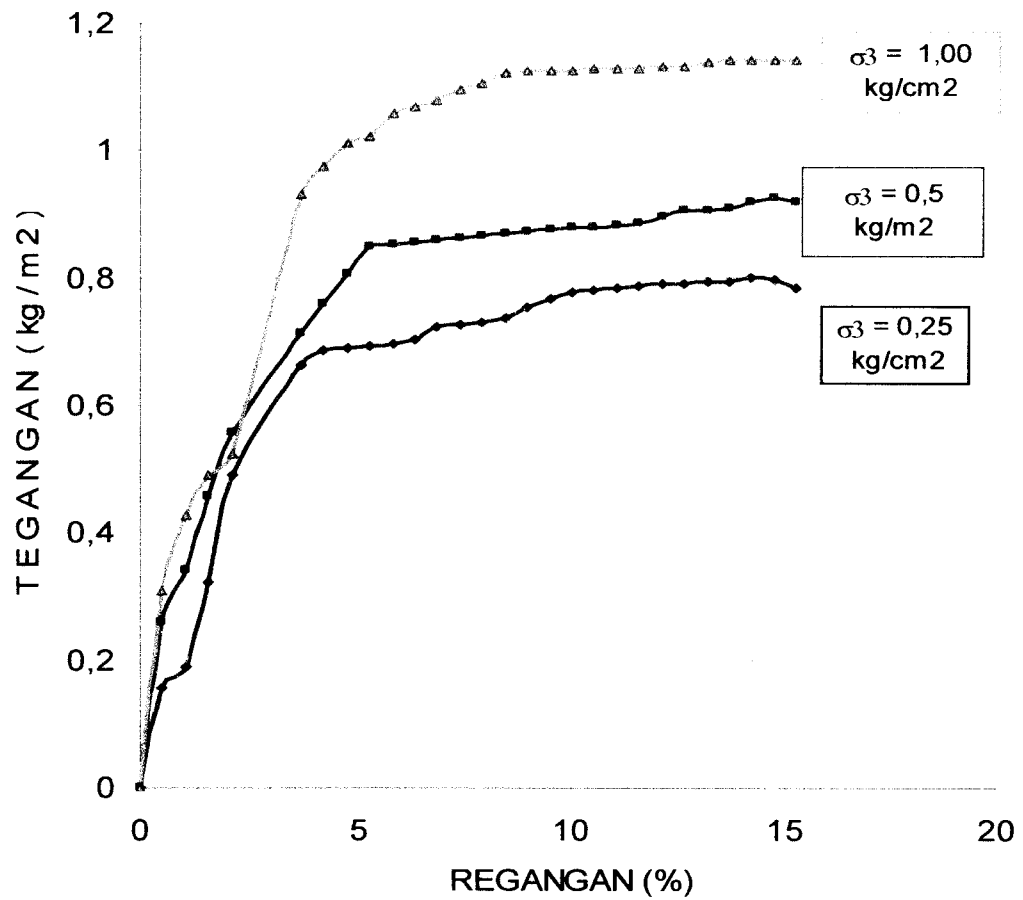
5.4.3 Uji Triaksial *Unconsolidated Undrained*

Pengujian triaksial *unconsolidated undrained* bertujuan untuk mendapatkan nilai kohesi dan nilai sudut geser dalam. Pengujian yang dilakukan meliputi empat kondisi tanah, yaitu pada kondisi tanah tanpa campuran, pada kondisi tanah dicampur dengan bahan aditif kapur karbid (variasi: 8%, 12%, dan 16%), pada kondisi tanah dilapisi geotekstil (variasi : 1 lapis dan 2 lapis), serta pada kondisi tanah dicampur kapur karbit 12% dan dilapisi geotekstil 1 lapis.

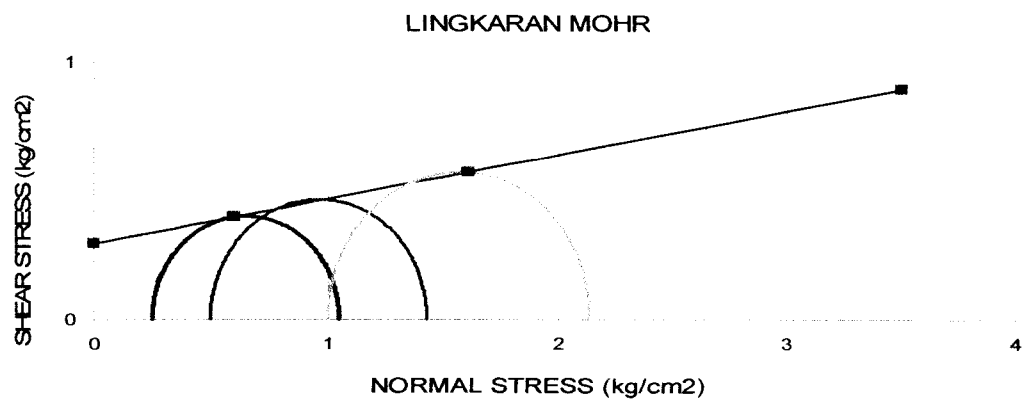
1. Tanah Tanpa Penambahan Bahan Aditif Kapur Karbid Ataupun Penambahan Lapisan Geotekstil

Pengujian parameter geser tanah dilakukan dalam kondisi *undisturbed* dan kondisi kadar air optimum. Pada kondisi *Undisturbed* didapat nilai kohesi sebesar 0,288 kg/cm² dan besarnya sudut geser dalam sebesar 9,945⁰. Pada kondisi kadar air optimum didapat nilai kohesi sebesar 0,399 kg/cm² dan besarnya sudut geser dalam sebesar 10,69⁰. Grafik regangan-tegangan dan lingkaran Mohr untuk pengujian Triaksial untuk tanah pada kondisi Undisturbed dan pada kondisi kadar air optimum dapat dilihat pada Gambar. 5.12 s/d 5.15.

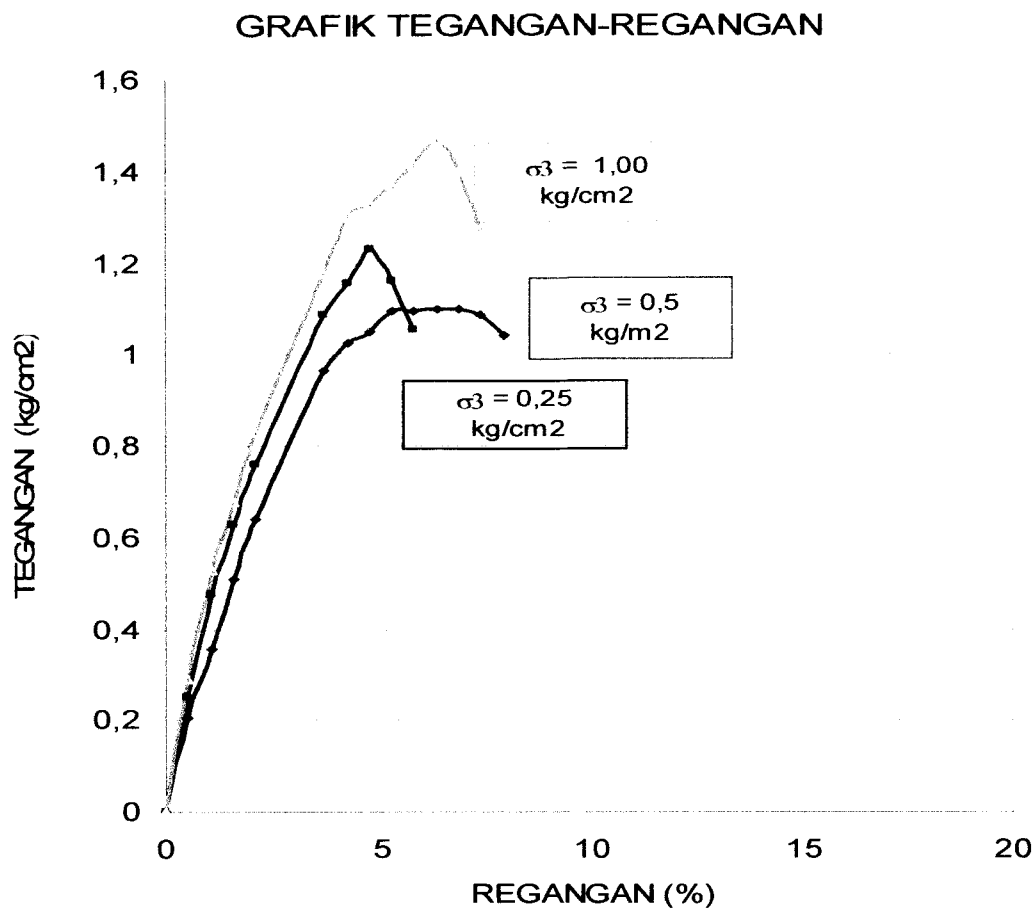
GRAFIK TEGANGAN-REGANGAN



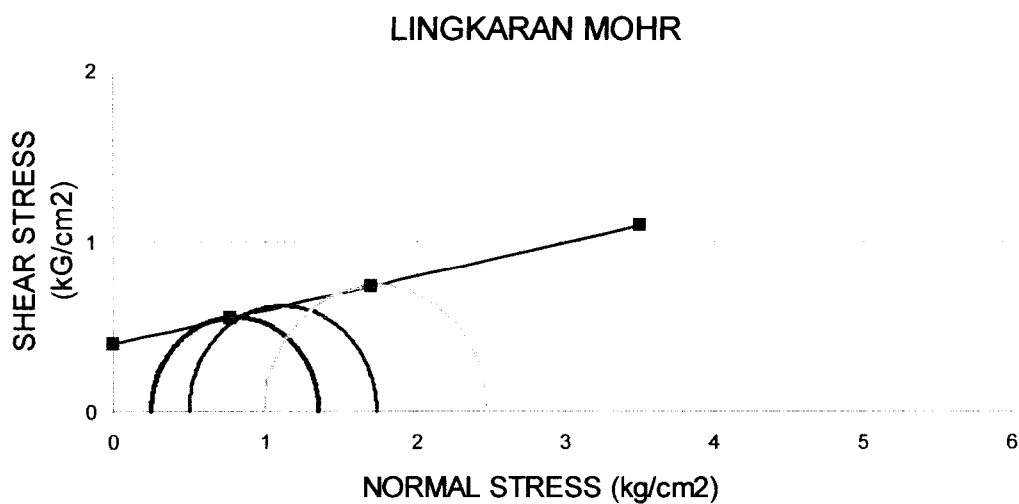
Gambar 5.12 Grafik tegangan-regangan tanah lempung *Undisturbed* (Sampel 1)



Gambar 5.13 Grafik lingkaran Mohr tanah lempung *Undisturbed* (Sampel 1)



Gambar 5.14 Grafik tegangan-regangan tanah lempung w optimum (Sampel 1)



Gambar 5.15 Grafik lingkaran Mohr tanah lempung w optimum (Sampel 1)

2. Tanah Dengan Penambahan Bahan Aditif Kapur Karbid

Pada pengujian triaksial *unconsolidated undrained* ini tanah (pada kondisi w optimum) dicampur dengan bahan aditif kapur karbid dengan variasi campuran 8%, 12% dan 16%.

Contoh perhitungan pada pencampuran kapur karbit 8% sampel 1

Pada detik ke-30 pembacaan dial pemendekan 40 dengan $\sigma_3 = 0,25 \text{ kg/cm}^2$

$$\Delta H = dial / 1000$$

$$= 40 / 1000$$

$$= 0,04$$

$$\varepsilon = \Delta H / H_0 \%$$

$$= (0,040 / 7.5) \%$$

$$= 0,535 \%$$

Pada pembacaan dial 40, terbaca dial beban 34

$$\text{Tegangan : } \sigma = \frac{P}{A} = \sigma_1 - \sigma_3$$

$$= k \times (1 - \varepsilon) \times dial = \frac{K}{A} \times (1 - \varepsilon) \times dial$$

$$= \frac{0,206}{11,945} \times 0,995 \times 34$$

$$= 0,583 \text{ kg/cm}^2$$

Pembacaan $\sigma_3 = 0,25 \text{ kg/cm}^2$, digunakan P/A maksimum = $4,548 \text{ kg/cm}^2$

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \frac{P}{A}$$

$$\sigma_1 = 0,25 + 4,548$$

$$= 4,798 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} = \frac{4,798 + 0,25}{2} = 2,524 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = \frac{4,798 - 0,25}{2} = 2,364 \text{ kg/cm}^2$$

Dalam grafik lingkaran Mohr ini digunakan diameter : $\phi = \sigma_3 - \sigma_1$, pusat $\frac{1}{2}$ lingkaran sebesar $= \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}$, sedangkan untuk membentuk lingkaran dihubungkan titik-titik yang berasal dari

- Sumbu-Y

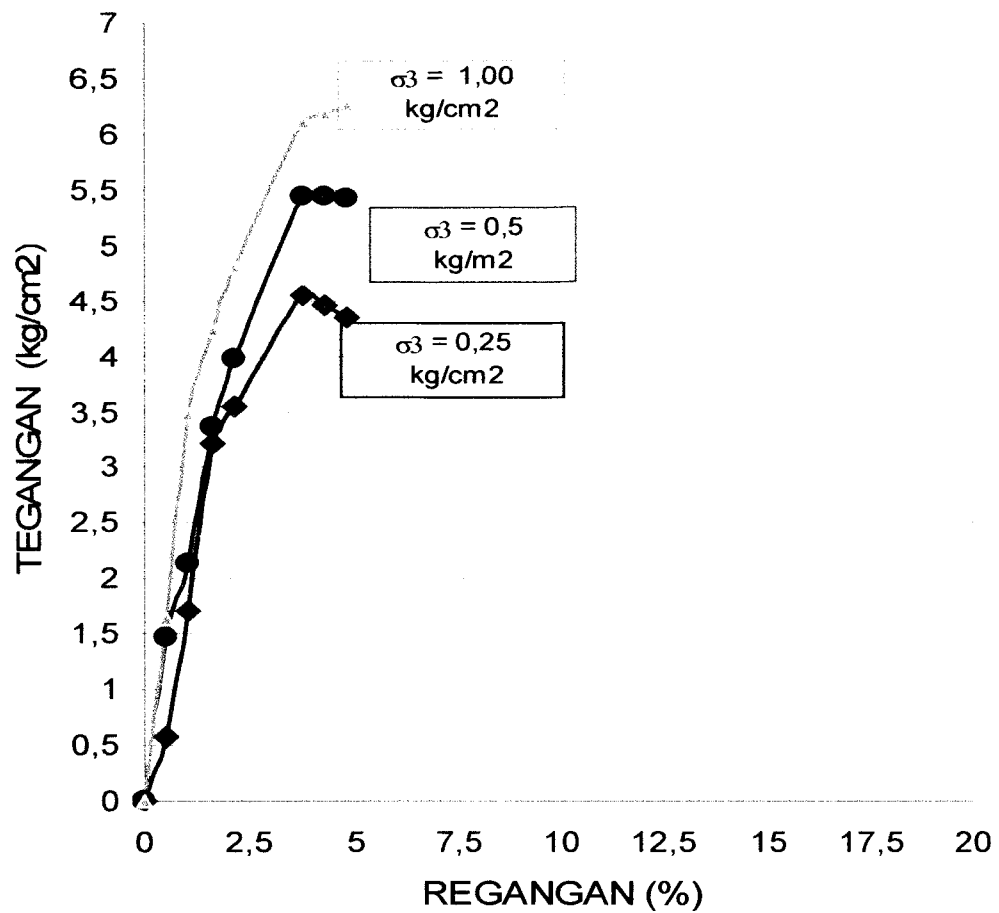
$$\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} x(\cos \beta), \text{ dimana } \beta = 0^\circ - 180^\circ$$

- Sumbu-X

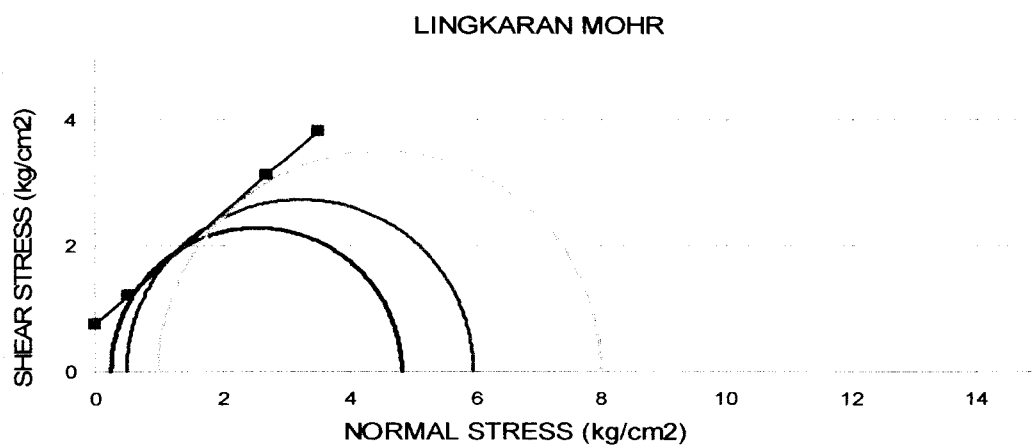
$$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} x(\sin \beta), \text{ dimana } \beta = 0^\circ - 180^\circ$$

Dengan cara yang sama dibuat lingkaran Mohr untuk $\sigma_3 = 0,5 \text{ kg/cm}^2$ yang disebut lingkaran kedua. Lingkaran Mohr untuk $\sigma_3 = 1 \text{ kg/cm}^2$ yang disebut lingkaran ketiga, kemudian tarik garis keruntuhan yang linier dan menyinggung lingkaran kedua dan ketiga. Dari garis keruntuhan tersebut didapatkan nilai kohesi yang merupakan titik potong garis dengan sumbu -Y dan nilai sudut geser dalam. Dengan cara yang sama untuk percobaan berikutnya akan didapatkan nilai ϕ dan c. Grafik regangan-tegangan dan lingkaran Mohr untuk pengujian Triaksial untuk tanah yang dicampur bahan aditif kapur karbid dengan variasi campuran 8%, 12%, dan 16% dapat dilihat pada Gambar. 5.16 s/d 5.21.

GRAFIK TEGANGAN-REGANGAN

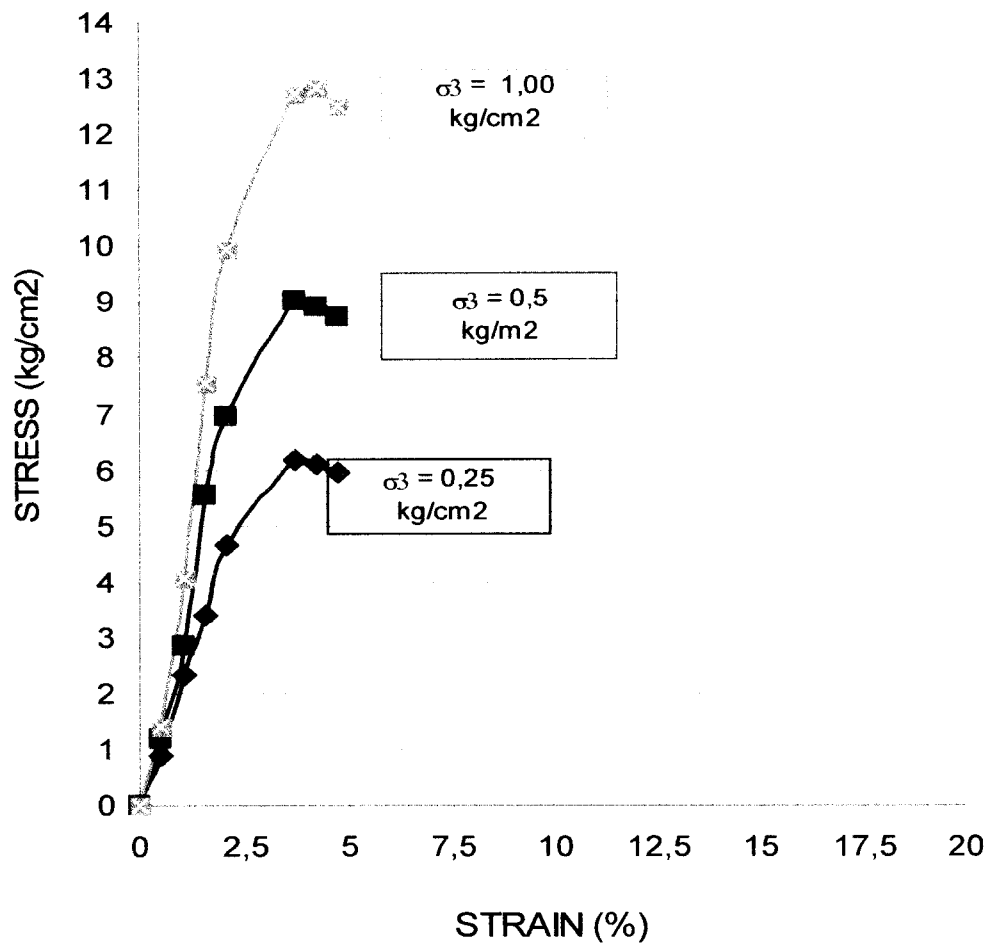


Gambar 5.16 Grafik tegangan-regangan tanah + kapur karbid 8% (Sampel 1)

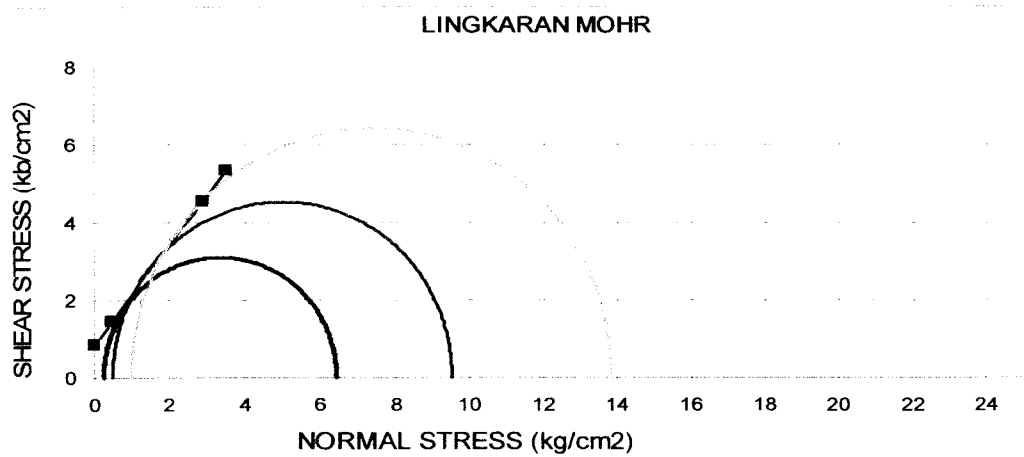


Gambar 5.17 Grafik lingkaran Mohr tanah + kapur karbid 8% (Sampel 1)

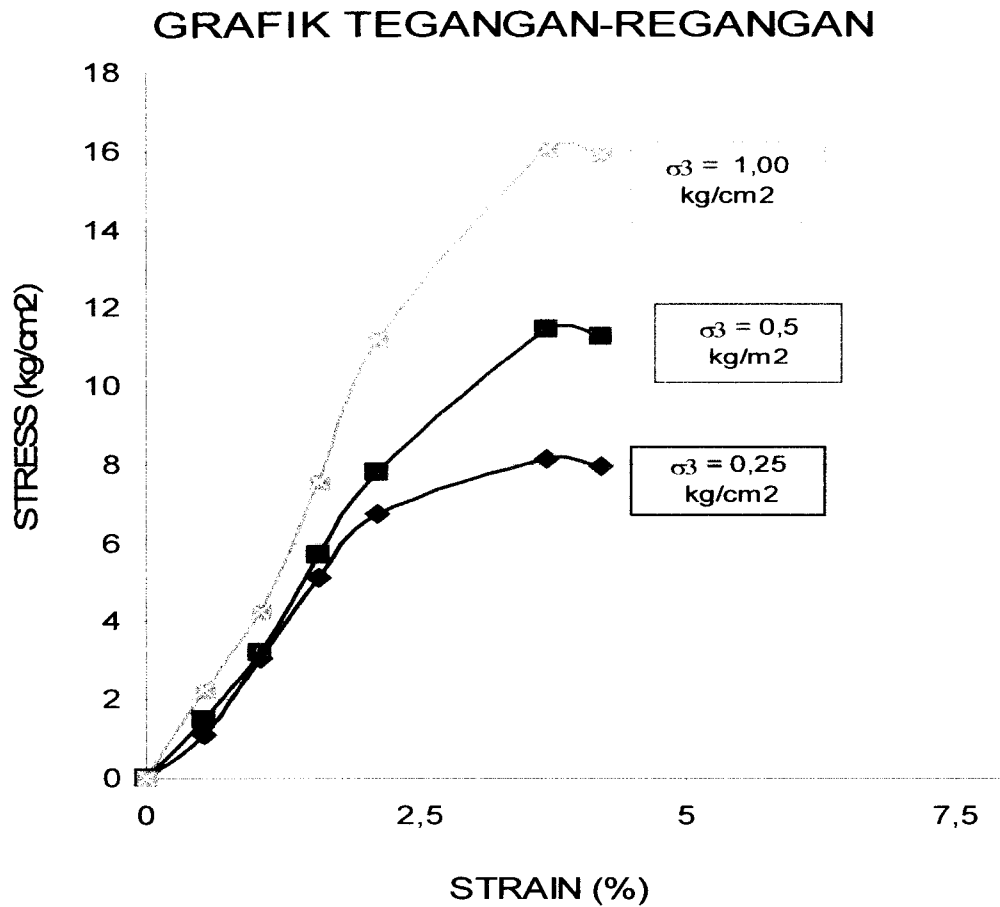
GRAFIK TEGANGAN-REGANGAN



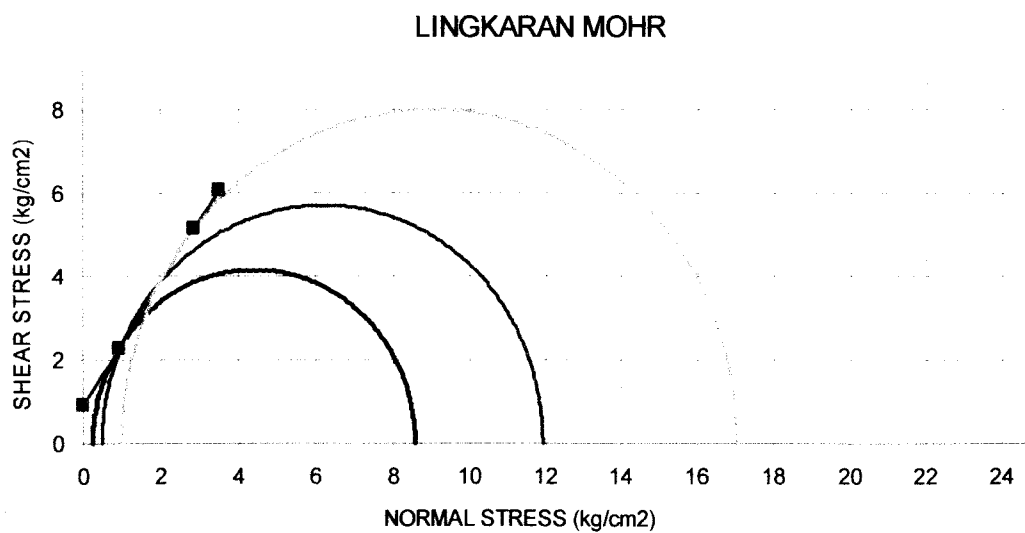
Gambar 5.18 Grafik tegangan-regangan tanah + kapur karbid 12% (Sampel 1)



Gambar 5.19 Grafik lingkaran Mohr tanah + kapur karbid 12% (Sampel 1)



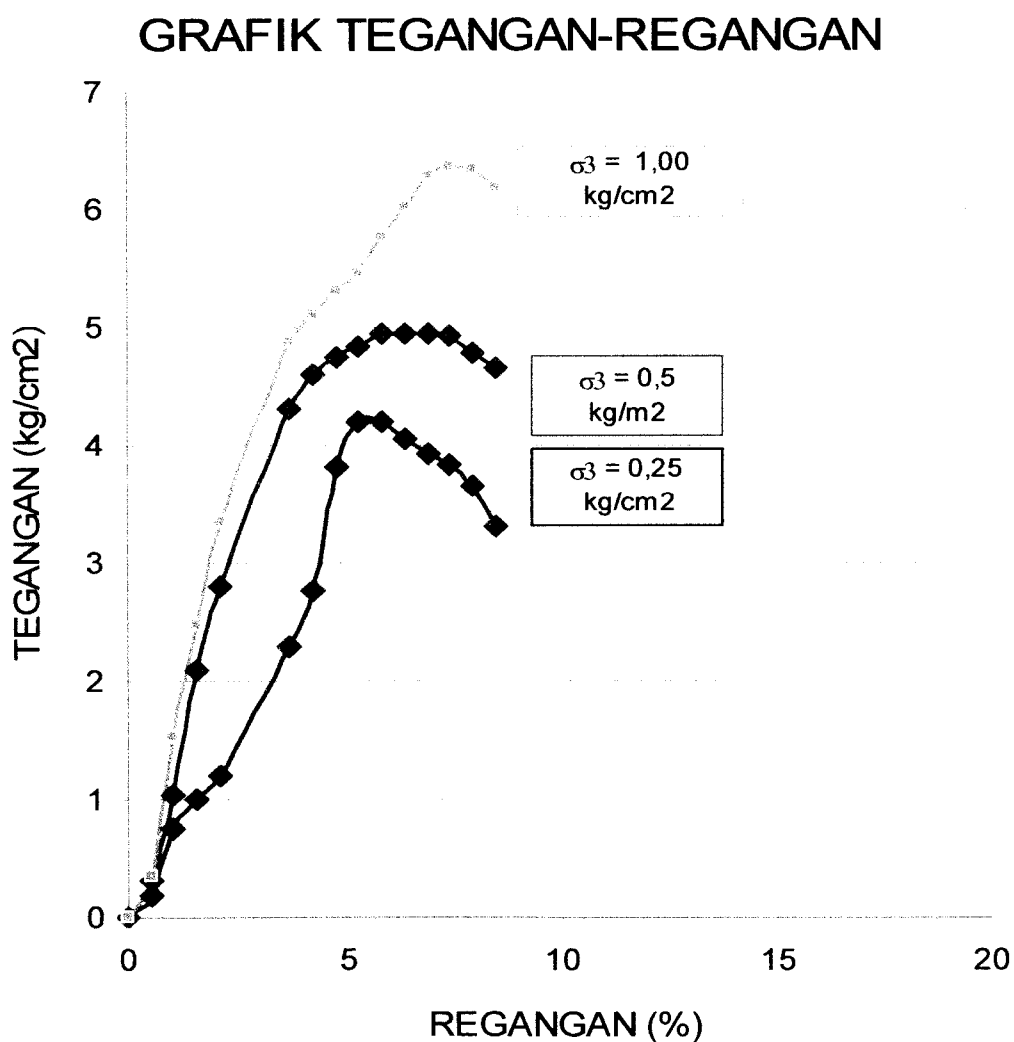
Gambar 5.20 Grafik tegangan-regangan tanah + kapur karbid 16% (Sampel 1)



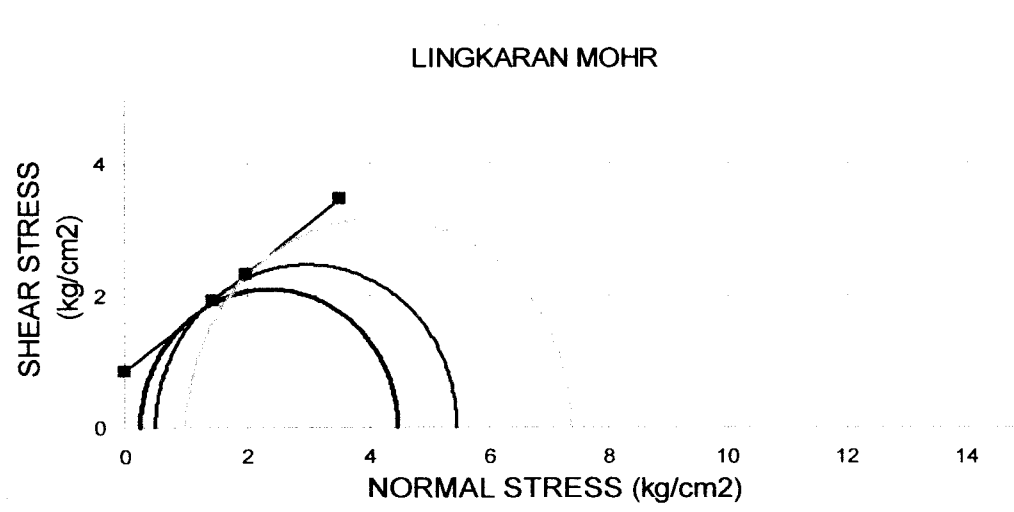
Gambar 5.21 Grafik lingkaran Mohr tanah + kapur karbid 16% (Sampel 1)

3. Tanah Dengan Penambahan Lapisan Geotekstil

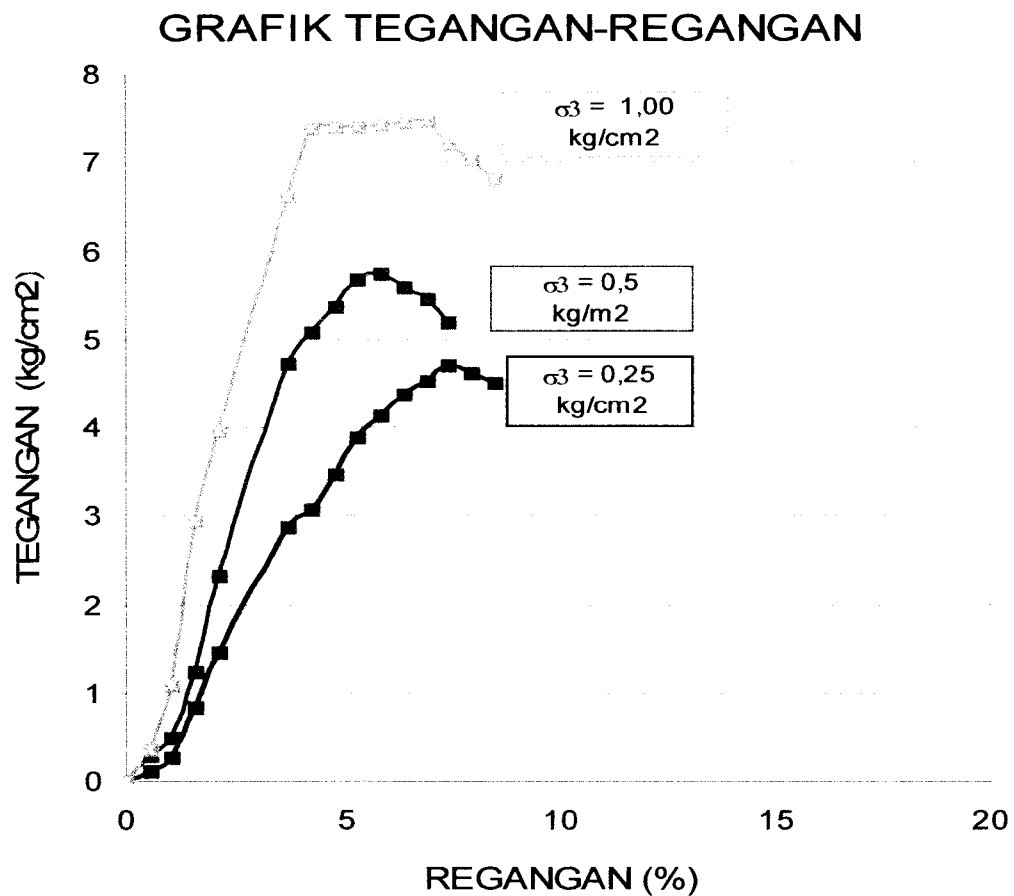
Pada pengujian triaksial *unconsolidated undrained* ini tanah (pada kondisi w optimum) dilapisi dengan geotekstil dengan variasi lapisan 1 lapis dan 2 lapis. Grafik regangan-tegangan dan lingkaran mohr untuk pengujian triaksial untuk tanah yang dilapisi dengan geotekstil dengan variasi lapisan 1 lapis dan 2 lapis dapat dilihat pada Gambar. 5.22 s/d 5.25.



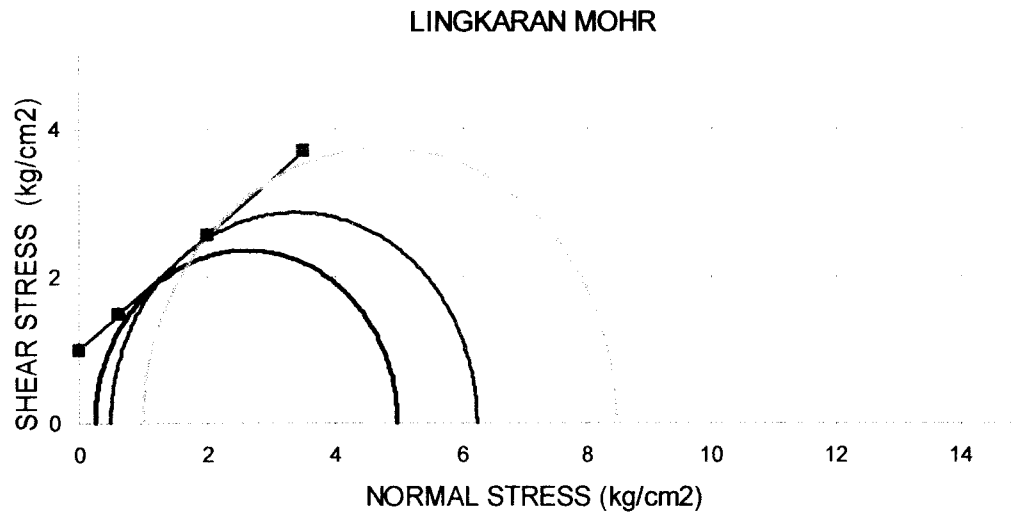
Gambar 5.22 Grafik tegangan-regangan tanah + geotekstil 1 lapis (Sampel 1)



Gambar 5.23 Grafik lingkaran Mohr tanah + geotekstil 1 lapis (Sampel 1)



Gambar 5.24 Grafik tegangan-regangan tanah + geotekstil 2 lapis (Sampel 1)

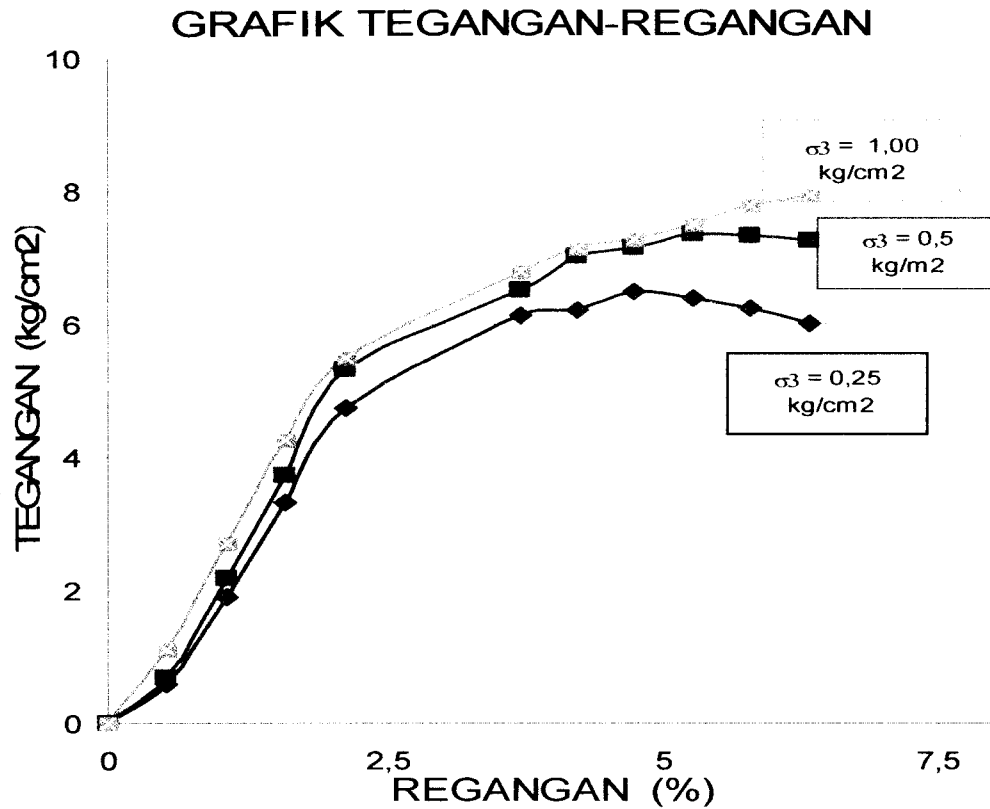


Gambar 5.25 Grafik lingkaran Mohr tanah + geotekstil 2 lapis (Sampel 1)

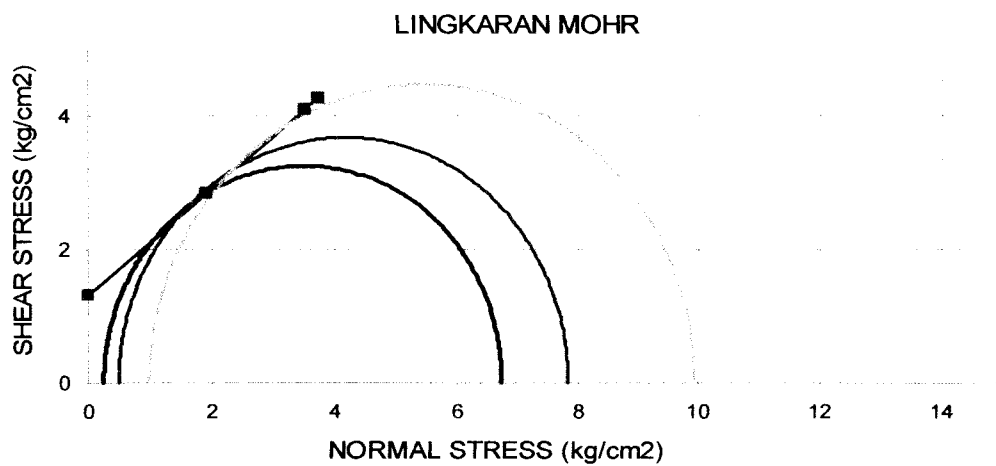
4. Tanah Dicampur Dengan Kapur Karbid 12% dan Dilapisi Geotekstil

1 Lapis

Pada pengujian Triaksial *unconsolidated undrained* ini tanah (pada kondisi w optimum) dicampur kapur karbid 12% dan dilapisi dengan geotekstil 1 lapis. Grafik regangan-tegangan dan lingkaran Mohr untuk pengujian Triaksial untuk tanah dicampur kapur karbid 12% dan dilapisi dengan geotekstil 1 lapis dapat dilihat pada Gambar. 5.26 s/d 5.27.



Gambar 5.26 Grafik tegangan-regangan tanah + kapur karbid 12 % + geotekstil 1 lapis (Sampel 1)



Gambar 5.27 Grafik lingkaran Mohr tanah + kapur karbid 12 % + geotekstil 1 lapis (Sampel 1)

Untuk lebih jelasnya berikut ini dibuat tabel hasil pengujian triaksial *unconsolidated undrained* seperti pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Hasil Pengujian Triaksial *Uncinsilidated Undrained* Tanah Lempung

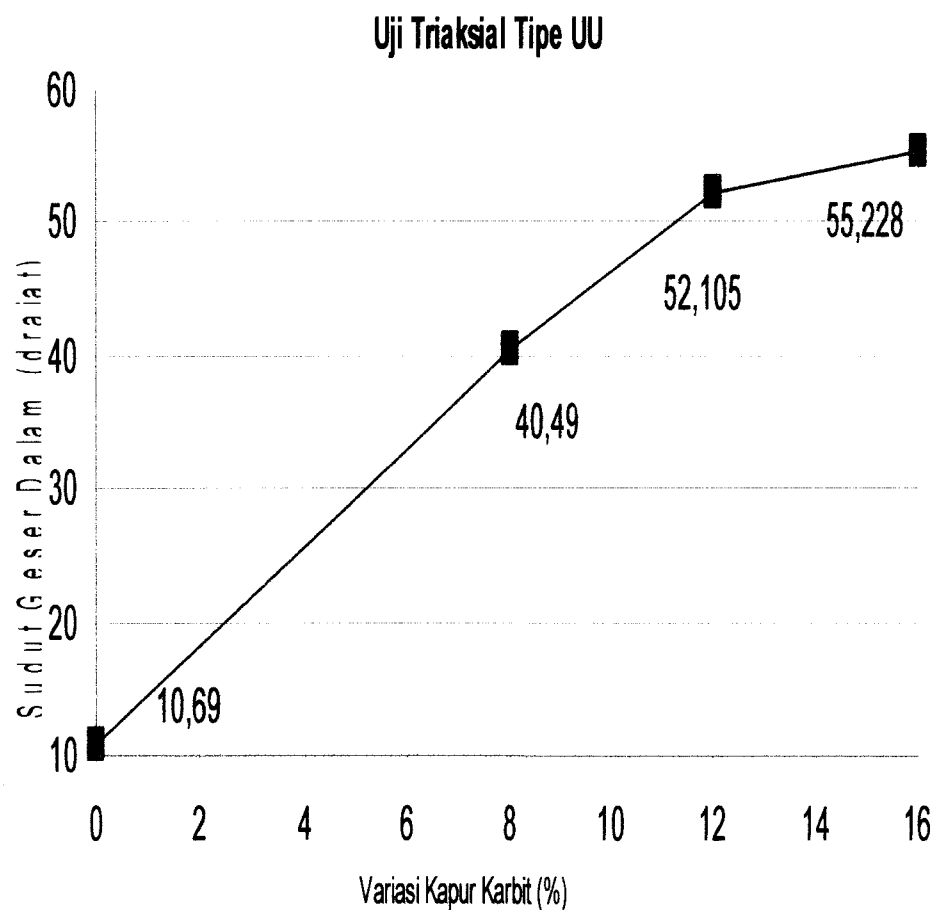
No	Kondisi Sampel	Kohesi kg/cm ²	Sudut Geser dalam (ϕ) ⁰
1	w asli (<i>undisturbed</i>)	0,288	9,945
2	w optm + 0% campuran	0,399	10,690
3	w opm + kapur karbid 8%	0,775	40,499
4	w optm + kapur karbid 12%	0,843	52,105
5	w optm + kapur karbid 16%	0,944	55,228
6	w optm + geotekstil 1 lapis	0,852	36,725
7	w optm + geotekstil 2 lapis	0,996	37,908
8	w optm + kapur karbid +geotekstil 1 lapis	1,368	38,467

5.5 Pembahasan Sudut Geser dalam

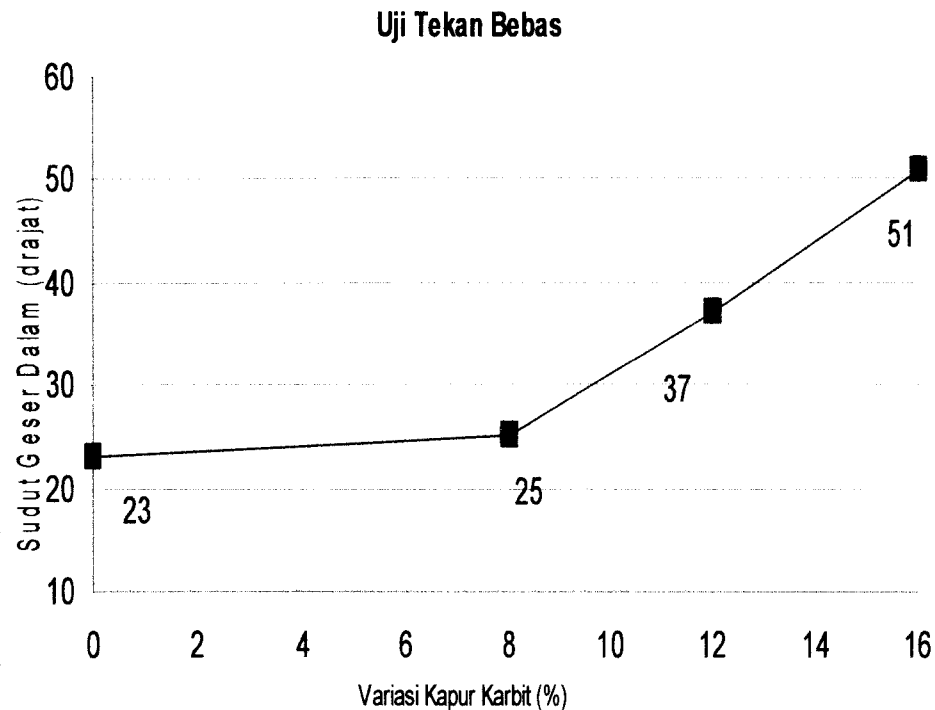
Untuk setiap jenis pengujian masing-masing menggunakan dua buah sampel benda uji, hasil yang dipakai adalah rata-rata dari hasil pengujian kedua sampel benda uji tersebut.

5.5.1 Pembahasan Sudut Geser Dalam Hasil Uji Triaksial UU dan Uji Tekan Bebas Pada Penambahan Kapur Karbid

Hasil pengujian Triaksial UU dan uji Tekan bebas untuk penambahan bahan aditif kapur karbid dengan variasi prosentase campuran 8%, 12%, dan 16% untuk nilai Sudut geser dalam dapat dilihat pada Gambar 5.28 dan 5.29 di bawah ini.



Gambar 5.28 Grafik Sudut geser dalam Hasil Uji Triaksial Pada Penambahan Kapur Karbid



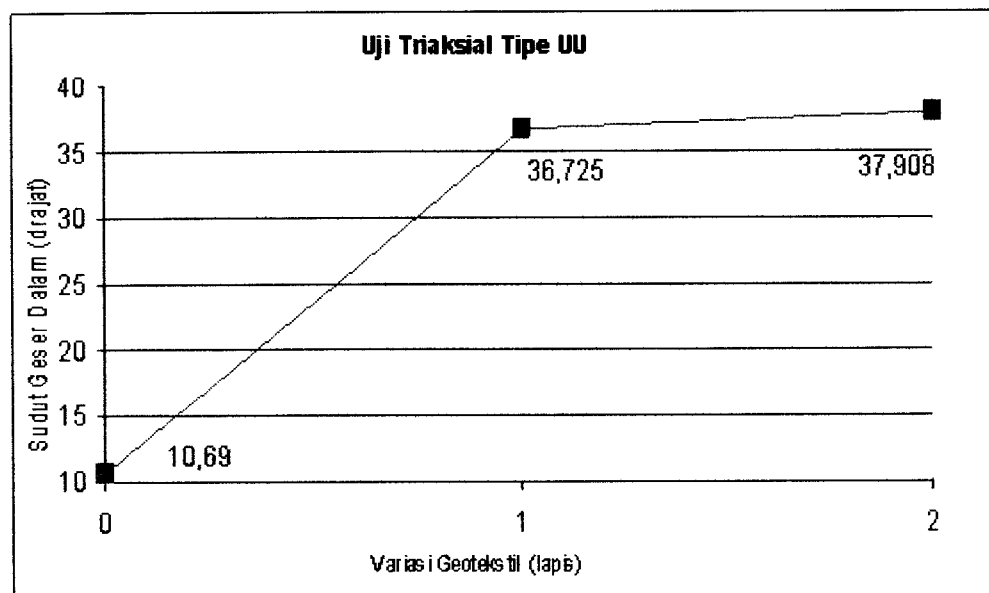
Gambar 5.29 Grafik Sudut geser dalam Hasil Uji Tekan Bebas Pada penambahan Kapur Karbid

Dari Gambar 5.28 dan 5.29 menunjukkan bahwa dari Uji Triaksial UU dan Uji Tekan Bebas terjadi peningkatan parameter geser tanah (sudut geser dalam) seiring dengan bertambahnya variasi campuran kapur karbid jika dibandingkan pada kondisi tanah *undisturbed*. Pada pengujian Triaksial UU nilai sudut geser dalam pada kondisi tanah *undisturbed* sebesar $9,945^{\circ}$, sedangkan pada tanah yang dicampur dengan kapur karbid yang terbanyak (16%) didapat nilai sudut geser dalam sebesar $55,228^{\circ}$, ini berarti tanah mengalami peningkatan nilai sudut geser dalam sebesar $45,283^{\circ}$ setelah dicampur (distabilisasi) dengan kapur karbid dengan jumlah 16% atau mengalami peningkatan sebesar 455,334%.

Pada pengujian Tekan Bebas besarnya sudut geser dalam mengalami peningkatan pada penambahan kapur karbid 16% dari 20° menjadi 51° , ini berarti tanah mengalami peningkatan nilai sudut geser dalam sebesar 31° atau mengalami kenaikan 155% setelah dicampur (distabilisasi) dengan kapur karbid dengan jumlah 16%. Yang menjadi pembanding pada peningkatan nilai sudut geser dalam adalah tanah pada kondisi *undisturbed*.

5.5.2 Pembahasan Sudut Geser Dalam Hasil Uji Triaksial UU Pada Penambahan Lapisan Geotekstil

Hasil dari pengujian Triaksial UU untuk penambahan geotekstil dengan variasi lapisan 1 lapis dan 2 lapis untuk nilai Sudut geser dalam dapat dilihat pada Gambar 5.30 di bawah ini.

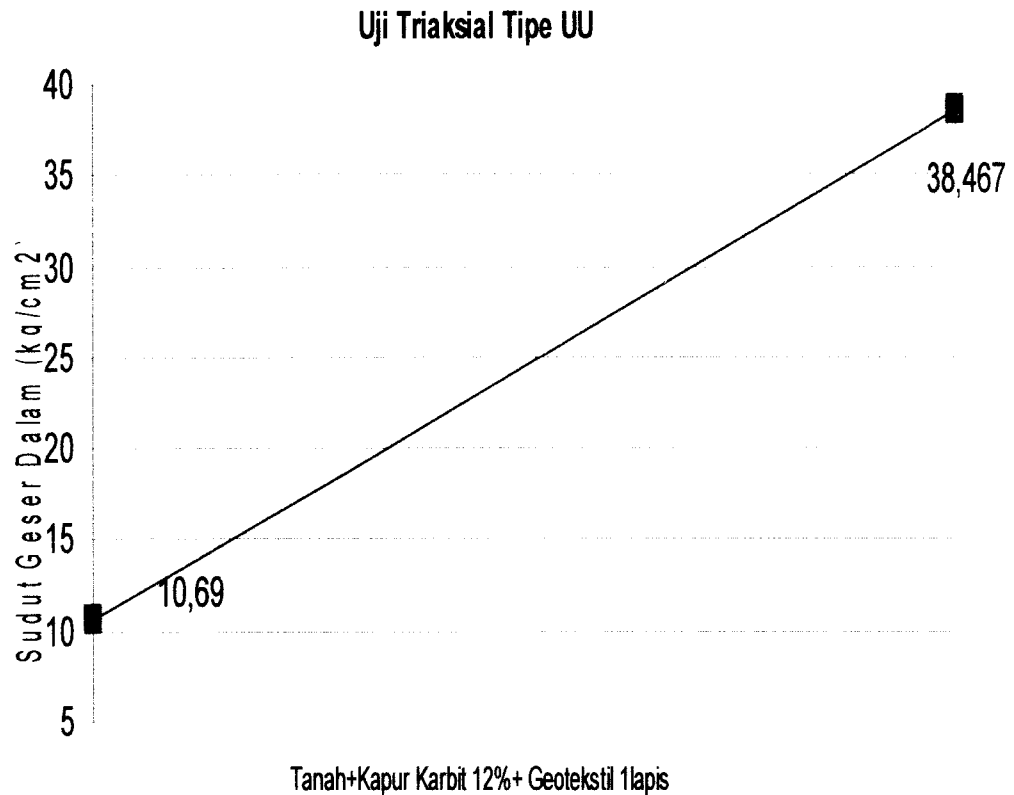


Gambar 5.30 Grafik Sudut geser dalam Hasil Triaksial UU Pada Penambahan Geotekstil

Dari Gambar 5.30 menunjukkan bahwa dari Uji Triaksial UU terjadi peningkatan parameter geser tanah (sudut geser dalam) seiring dengan bertambahnya variasi lapisan geotekstil jika dibandingkan pada tanah dalam kondisi *undisturbed*. Pada penambahan geotekstil terbanyak (2 lapis) didapat nilai sudut geser dalam sebesar 37.908° , ini berarti tanah mengalami kenaikan sudut geser dalam sebesar 281.176%. Dengan melihat hasil di atas nilai sudut geser dalam tanah akan mengalami peningkatan seiring penambahan lapisan geotekstil.

5.5.3 Pembahasan Sudut Geser Dalam Hasil Uji Triaksial UU Pada Penambahan Kapur Karbid 12% dan Dilapisi Geotekstil 1 Lapis

Hasil pengujian Triaksial UU untuk penambahan kapur karbid dengan prosentase campuran 12% dan dilapisi geotekstil 1 lapis dapat dilihat pada Gambar 5.31



Gambar 5.31 Grafik Sudut geser dalam Hasil Triaksial UU Pada Penambahan kapur Karbid 12% Dan Lapisan Geotekstil 1 Lapis

Dikarenakan untuk menjaga keselamatan alat uji dari kerusakan pengujian tidak menggunakan kapur karbid terbanyak (16%) sebagai bahan uji tetapi menggunakan kapur karbid 12%. Dari Gambar 5.31 menunjukkan bahwa dari Uji Triaksial UU terjadi peningkatan parameter geser tanah (sudut geser dalam) seiring dengan ditambahnya kapur karbid 12% sebagai bahan stabilisasi dan penambahan lapisan geotekstil 1 lapis, dalam hal ini yang menjadi pembanding adalah tanah pada kondisi *undisturbed*. Pada kondisi tanah *undisturbed* nilai sudut geser dalam sebesar $9,945^{\circ}$, sedangkan pada tanah yang

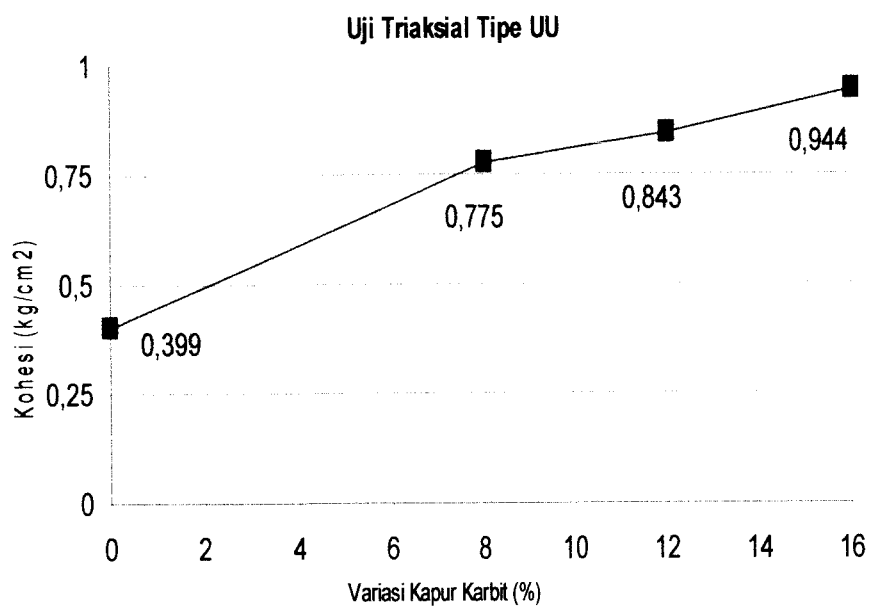
dicampur dengan kapur karbid 12% dan dilapisi geotekstil 1 lapis didapat nilai sudut geser dalam sebesar $38,467^{\circ}$, tanah mengalami peningkatan nilai sudut geser dalam sebesar $28,522^{\circ}$ atau sebesar 286.797% setelah dicampur (distabilisasi) dengan kapur karbid 12% dan diperkuat dengan geotekstil 1 lapis.

5.6 Pembahasan Kohesi Tanah

Untuk setiap jenis pengujian masing-masing menggunakan dua buah sampel benda uji, hasil yang dipakai adalah rata-rata dari hasil pengujian kedua sampel benda uji tersebut.

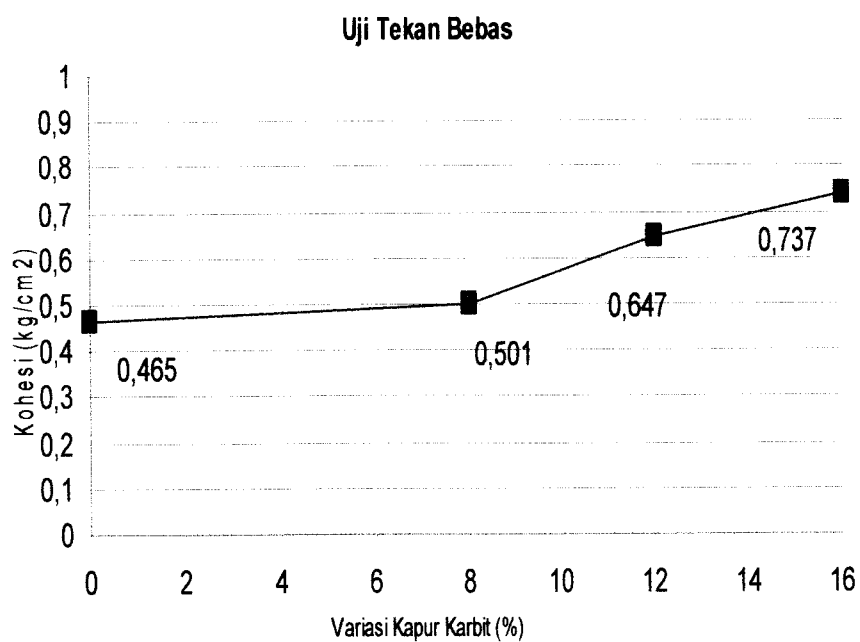
5.6.1 Pembahasan Kohesi Tanah Hasil Uji Triaksial UU dan Uji Tekan Bebas Pada Penambahan Kapur Karbid

Hasil pengujian Triaksial UU dan uji Tekan bebas untuk penambahan bahan aditif kapur karbid dengan variasi prosentase campuran 8%, 12%, dan 16% untuk nilai kohesi dapat dilihat pada Gambar 5.32 dan 5.33 di bawah ini.



Gambar 5.32 Grafik Kohesi Hasil Uji Triaksial Pada Penambahan Kapur

Karbid



Gambar 5.33 Grafik Kohesi Hasil Uji Tekan Bebas Pada Penambahan Kapur

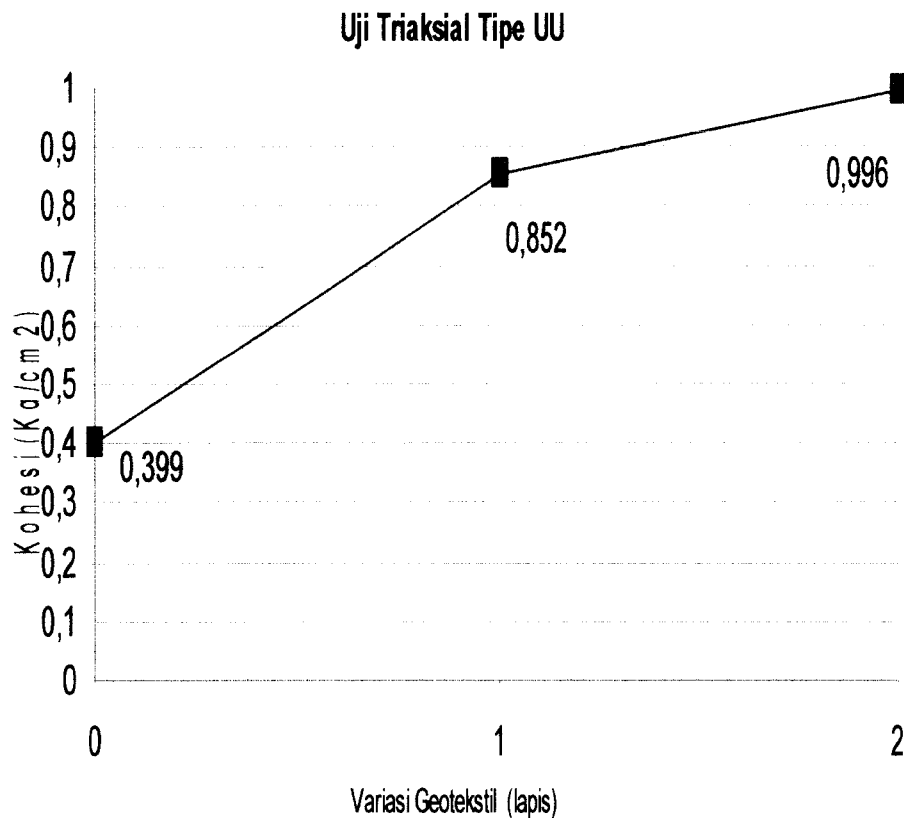
Karbid

Dari Gambar 5.32 dan 5.33 menunjukkan bahwa dari Uji Triaksial UU dan Uji Tekan Bebas terjadi peningkatan parameter geser tanah (sudut geser dalam) seiring dengan bertambahnya variasi campuran kapur karbid jika dibandingkan pada kondisi tanah *undisturbed*. Pada pengujian Triaksial UU nilai kohesi pada kondisi tanah *undisturbed* sebesar 0.288 kg/cm^2 , sedangkan pada tanah yang dicampur dengan kapur karbid yang terbanyak (16%) didapat nilai kohesi sebesar 0.944 kg/cm^2 , ini berarti tanah mengalami peningkatan nilai kohesi sebesar 0.656 kg/cm^2 setelah dicampur (distabilisasi) dengan kapur karbid dengan jumlah 16% atau mengalami peningkatan sebesar 227.778%.

Pada pengujian Tekan Bebas besarnya kohesi mengalami peningkatan pada penambahan kapur karbid terbanyak (16%) dari 0.161 kg/cm^2 menjadi 0.737 kg/cm^2 , ini berarti tanah mengalami peningkatan kohesi sebesar 0.576 kg/cm^2 atau mengalami kenaikan sebesar 357.764% setelah dicampur (distabilisasi) dengan kapur karbid dengan jumlah 16%. Yang menjadi pembanding pada peningkatan nilai kohesi adalah tanah pada kondisi *undisturbed*.

5.6.2 Pembahasan Kohesi Tanah Hasil Uji Triaksial UU Pada Penambahan Geotekstil

Hasil dari pengujian Triaksial UU untuk penambahan geotekstil dengan variasi lapisan 1 lapis dan 2 lapis untuk nilai kohesi dapat dilihat pada Gambar 5.34 di bawah ini.

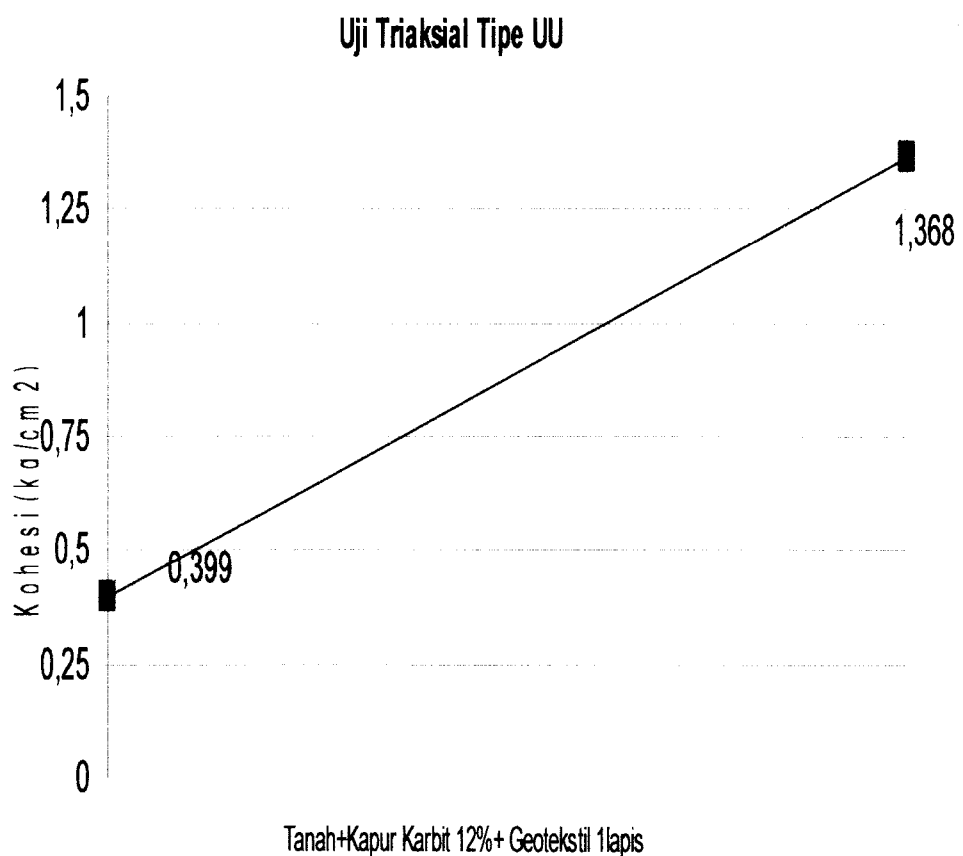


Gambar 5.34 Grafik Kohesi Hasil Uji Triaksial Pada Penambahan Geotekstil

Dari Gambar 5.34 menunjukkan bahwa dari Uji Triaksial UU terjadi peningkatan parameter geser tanah (sudut geser dalam) seiring dengan bertambahnya variasi lapisan geotekstil jika dibandingkan pada tanah dalam kondisi *undisturbed*. Pada penambahan geotekstil terbanyak (2 lapis) didapat nilai kohesi sebesar 0.996 kg/cm², ini berarti tanah mengalami kenaikan kohesi sebesar 245.83%. Dengan melihat hasil di atas kohesi tanah akan mengalami peningkatan seiring penambahan lapisan geotekstil.

5.6.3 Pembahasan Kohesi Tanah Hasil Uji Triaksial UU Pada Penambahan Kapur Karbid 12% Dan Geotekstil 1 Lapis

Hasil pengujian Triaksial UU untuk penambahan kapur karbid dengan prosentase campuran 12% dan dilapisi geotekstil 1 lapis dapat dilihat pada Gambar 5.35



Gambar 5.35 Grafik Kohesi Hasil Uji Triaksial Pada Penambahan Karbid 12% dan Geotekstil 1 Lapis

Dikarenakan untuk menjaga keselamatan alat uji dari kerusakan pengujian tidak menggunakan kapur karbid terbanyak (16%) sebagai bahan uji tetapi menggunakan kapur karbid 12%. Dari Gambar 5.35 menunjukkan bahwa dari Uji Triaksial UU terjadi peningkatan parameter geser tanah (sudut geser dalam) seiring dengan ditambahkan kapur karbid 12% sebagai bahan stabilisasi dan penambahan lapisan geotekstil 1 lapis, dalam hal ini yang menjadi pembanding adalah tanah pada kondisi *undisturbed*. Pada kondisi tanah *undisturbed* nilai kohesi sebesar 0.288 kg/cm^2 , sedangkan pada tanah yang dicampur dengan kapur karbid 12% dan dilapisi geotekstil 1 lapis didapat nilai kohesi sebesar 1.368 kg/cm^2 , tanah mengalami peningkatan nilai kohesi sebesar 1.080 kg/cm^2 atau sebesar 375% setelah dicampur (distabilisasi) dengan kapur karbid 12% dan diperkuat dengan geotekstil 1 lapis.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian laboratorium dan pembahasan pada bab sebelumnya yang menguji pengaruh penambahan bahan aditif kapur karbid sebagai bahan stabilisasi dan geotekstil *woven* GEO-REINFOLX HR 250XT pada sampel tanah yang diambil dari daerah Ngawen, Gunungkidul beberapa macam variasi persentase campuran kapur karbid dan beberapa macam variasi lapisan geotekstil disimpulkan seperti di bawah ini.

6.1 Kesimpulan

1. Sampel tanah yang diambil dari daerah Ngawen termasuk dalam tanah berbutir halus dan berplastisitas tinggi dengan persentase lempung paling besar, mengandung lanau dan sedikit pasir.
2. Pengaruh penambahan bahan aditif kapur karbid pada penambahan dengan persentase campuran terbanyak (16%) pada parameter geser tanah:
 - a). Pada pengujian Triaksial Unconsolidated Undrained didapat peningkatan kohesi sebesar 227,78%, sedangkan nilai sudut geser dalam meningkat 455,33% dibandingkan dengan pada keadaan tanah *undisturbed*.

- b). Dari pengujian tekan bebas didapat peningkatan kohesi sebesar 357,764 % sedangkan nilai sudut geser dalam meningkat 155 % jika dibandingkan dengan pada keadaan tanah asli (*undisturbed*).
3. Pengaruh penambahan geotekstil pada penambahan dengan jumlah lapisan terbanyak (2 lapis) pada parameter geser tanah pada pengujian Triaksial *Unconsolidated Undrained* dapat meningkatkan kohesi sebesar 245,83 % sedangkan nilai sudut geser dalam meningkat 281,18 % jika dibandingkan dengan pada keadaan tanah asli (*undisturbed*).
4. Pengaruh penambahan bahan aditif kapur karbid pada penambahan dengan persentase campuran 12 % dan dilapisi geotekstil 1 lapis pada parameter geser tanah pada pengujian Triaksial *Unconsolidated Undrained* didapat peningkatan kohesi sebesar 375 % sedangkan nilai sudut geser dalam meningkat 286.797 % jika dibandingkan dengan pada keadaan tanah asli (*undisturbed*).

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penambahan bahan aditif kapur karbid sebagai bahan stabilisasi dapat meningkatkan nilai kohesi dan sudut geser dalam tanah lempung lunak, begitu juga halnya dengan penambahan geotekstil sebagai lapisan perkuatan tanah.

6.2 Saran

1. Bagi para peneliti setelah ini dapat mencoba meneliti bahan-bahan lain yang dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi dan bahan untuk perkuatan tanah.

2. Sebelum mengadakan penelitian sebaiknya alat-alat dicek terlebih dahulu apakah alat tersebut normal atau tidak.
3. Penelitian tanah lempung Ngawen dengan pencampuran kapur karbid sebagai bahan stabilisai dan geotekstil sebagai bahan perkuatan tanah dapat ditindak lanjuti dengan variasi persentase campuran dan lapisan yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E, 1986, **Sifat-Sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah**, Erlangga, Jakarta.
- Canonica, L, 1991, **Memahami Mekanika Tanah**, Angkasa, Bandung.
- Dunn, S.L., Anderson, R, F.W. Kiefer, 1980, **Dasar-Dasar Analisis Geoteknik**, IKIP Semarang Press, Semarang.
- Das, B.M, 1988, **Mekanika Tanah Jilid 1**, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Edy Purwanto, 1997, **Pendekatan Teoritis Perilaku Komposit Antara Tanah Dan Geosintetik Pada Tanah Berlapis Banyak Yang Diperkuat Dengan Geosintetik, Penelitian, Yogyakarta.**
- Hary Christady , 1996, **Mekanika Tanah 1**, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Muhadad R.A dan Yousef.H, 2002, **Stabilisasi Tanah Lempung dengan Kalsit**, Tugas Akhir Mahasiswa S1 JTS FTSP-UII.
- Nanang H.E dan Tosika Alinsari, 2004, **Peningkatan Kuat Geser tanah Lempung dengan Variasi campuran Kapur Karbit daengan *Clean set cement*.**
- Ridy Candra dan Ronald, 2004, **Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Kapur Karbit dan Perkuatan Tanah dengan Mikrogeotekstil**, Tugas Akhir Mahasiswa S1 JTS FTSP-UII.

LAMPIRAN

STABILISASI TANAH LEMPUNG LUNAK DENGAN BAHAN ADITIF KAPUR KARBID DAN PERKUATAN TANAH DENGAN GEOTEKSTIL

Disusun oleh :

HENRY SYAHRUL : 98511087

YUDI SISWANTO : 99511098

GRAIN SIZE ANALYSIS

Project	<u>Tugas Akhir</u>	Location	<u>Ngawen Gunungkidul</u>
Test no	<u>1</u>	Date	<u>5 Januari 2006</u>
Depth	<u>1.00 meter</u>	Tested by	<u>Henry + Yudi</u>

Soil sample (disturbed/undisturbed)

Mass of soil =	<u>60 gr</u>	Hydrometer type =	<u>152 H</u>
Specific Gravity G =	<u>2.590</u>	Hydr. Correction, a =	<u>1.014</u>
K ₂ = a ¹ W × 100 =	<u>1.59039891</u>	Meniscus correction, m =	<u>1</u>

Sieve Analysis

Sieve No	Opening (mm)	Mass retained (gr)	Mass retained (gr)	% finer by mass e/W × 100%	Remarks
		d1 = 0.00	e1 = 60.00	100.00	e7 = W - Sd
4	4.750	d2 = 0.30	e2 = 59.70	99.50	e6 = d7 + e7
10	2.000	d3 = 0.45	e3 = 59.25	98.75	e5 = d6 + e6
20	0.850	d4 = 0.90	e4 = 58.35	97.25	e4 = d5 + e5
40	0.425	d5 = 1.55	e5 = 56.80	94.67	e3 = d4 + e4
60	0.250	d6 = 6.40	e6 = 50.40	84.00	e2 = d3 + e3
140	0.106	d7 = 2.19	e7 = 48.21	80.35	e1 = d2 + e2
200	0.075				
		Sd = 11.79			

Hydrometer Analysis

Time	elapsed time min T	R1	P2	t	R' R' + m	L	K	D (mm)	Rc = R1 - R2 + Cr	F K ₂ × R (%)
13.27										
13.29	2	43	-2.0	25.5	44	9.091	0.0130	0.02770539	46.3	78.27
13.32	5	42	-2.0	25.5	43	9.254	0.0130	0.01767952	45.3	76.58
13.57	30	33	-2.0	25.5	34	10.728	0.0130	0.00777105	36.3	61.36
14.27	60	30	-2.0	25.5	31	11.219	0.0130	0.00561935	33.3	56.29
17.37	250	26	-2.0	25	27	11.874	0.0130	0.00263212	29.3	49.53
13.27	1440	23	-2.0	25	24	12.365	0.0130	0.00120421	26.3	44.46
								0	0	0

Remarks

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

R' = R1 + m (m correction for meniscus)

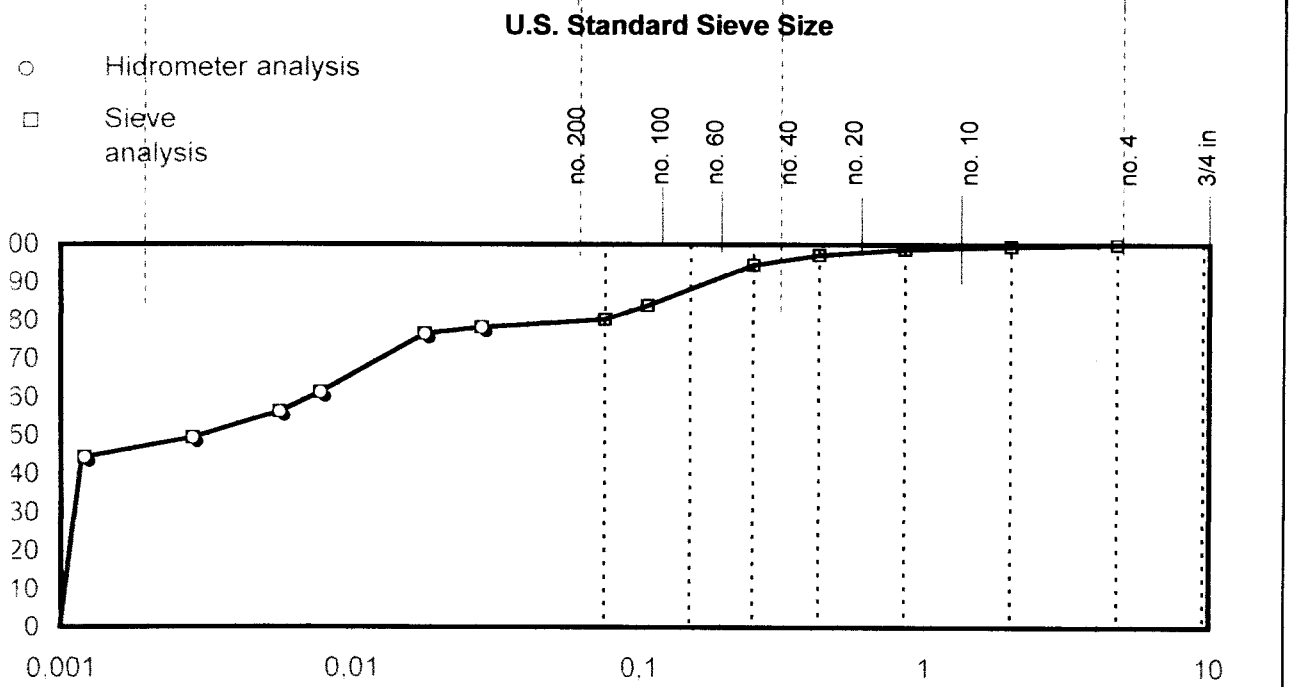
**SOIL MECHANICS LABORATORY
CIVIL ENGINEERING DEPARTEMENT
ISLAMIC UNIVERSITY OF INDONESIA**

GRAIN SIZE ANALYSIS

Project : Tugas Akhir	Tested : Henry + Yudi
Sample no. : 1	Date : 5 Januari 2006
Depth : 1.00 meter	Location : Ngawen, Gunungkidul

Soil sample (disturbed/undisturbed)
 Specific Gravity : 2.59
 Description of soil : Silty Clay and Sand

Clay	Silt	Sand		Gravel
		Fine	Coarse to medium	



Finer # 200 :	80,35 %	D10 (mm)	
		D30 (mm)	
Gravel :	0,00 %	D60 (mm)	
Sand :	19,65 %	$C_u = D_{60}/D_{10}$	
Silt :	32,88 %	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60})$	
Clay :	47,47 %		

SOIL MECHANICS LABORATORY VIL ENGINEERING DEPARTEMENT LAMIC UNIVERSITY OF INDONESIA	
--	--

GRAIN SIZE ANALYSIS

Project Tugas Akhir Location Ngawen, Gunungkidul
 Test no 2 Date 5 Januari 2008
 Depth 1.00 meter Tested by Henry + Yudi

Soil sample (disturbed/undisturbed)

Mass of soil = 60 gr Hydrometer type = 152 H
 Specific Gravity, G = 2.590 Hydr. Correction a = 1.014
 $k_2 = a/W \times 100 = 1.69039991$ Meniscus correction, m = 1

ve Analysis

Save 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 = 0.05	e2 = 59.95	99.92	$e6 = d7 + e7$
20	0.850	d3 = 0.20	e3 = 59.75	99.58	$e5 = d6 + e6$
40	0.425	d4 = 0.61	e4 = 59.14	98.57	$e4 = d5 + e5$
60	0.250	d5 = 0.85	e5 = 58.29	97.15	$e3 = d4 + e4$
140	0.106	d6 = 5.90	e6 = 52.39	87.32	$e2 = d3 + e3$
200	0.075	d7 = 2.40	e7 = 49.99	83.32	$e1 = d2 + e2$
		Sd = 10.01			

rometer Analysis

Time	elapsed time min T	R1	R2	t	R'	L	K	D (mm)	Rc = R1 - R2 + Cr	P K2 x R (%)
13.27										
13.29	2	42	-2.0	25.5	43	9.254	0.0130	0.02795378	45.3	76.58
13.32	5	41	-2.0	25.5	42	9.418	0.0130	0.01783523	44.3	74.88
13.57	30	32	-2.0	25.5	33	10.892	0.0130	0.00783013	35.3	59.67
14.27	60	30	-2.0	25.5	31	11.219	0.0130	0.00561935	33.3	56.29
17.37	250	29	-2.0	25	30	11.383	0.0130	0.00277292	32.3	54.60
13.27	1440	23	-2.0	25	24	12.365	0.0130	0.00120421	26.3	44.46
									0	0

Remarks

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

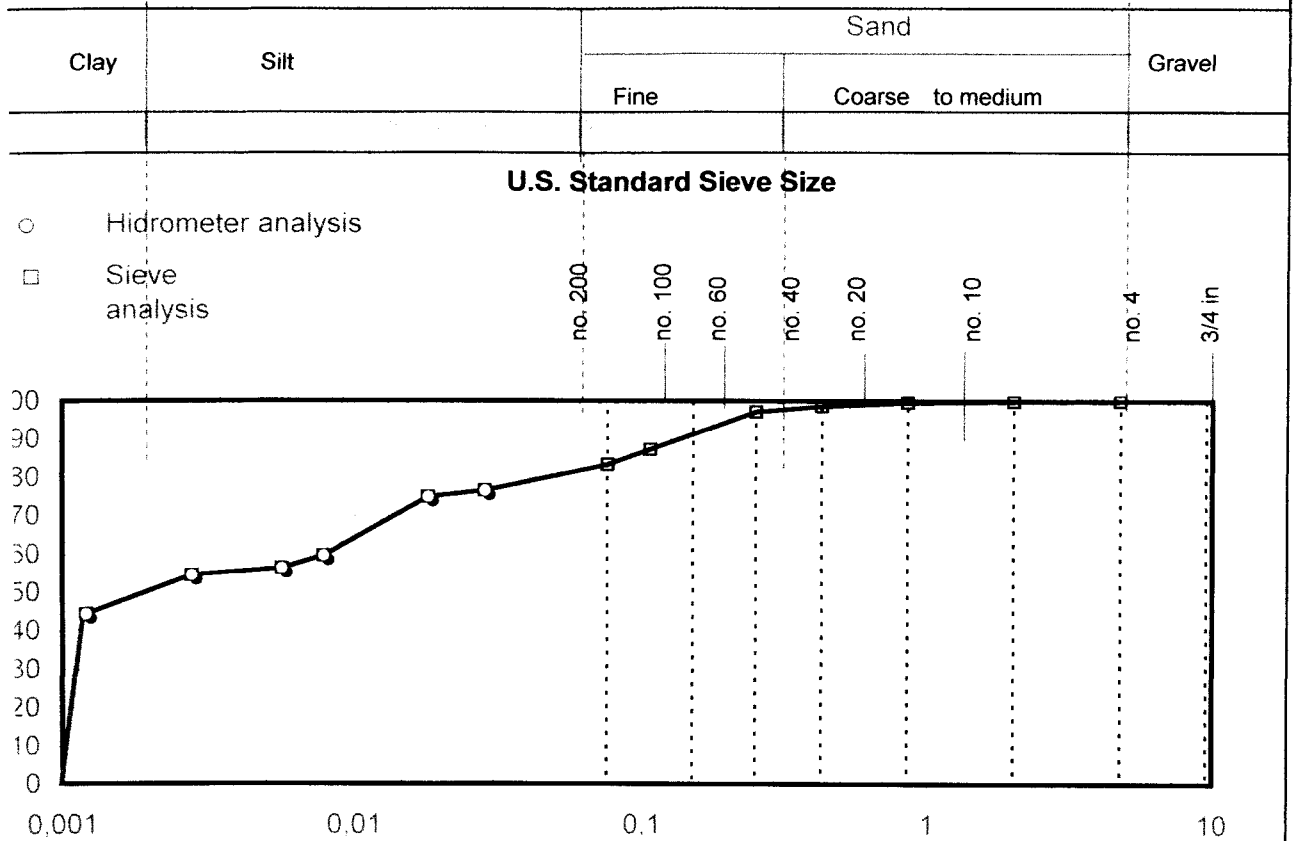
$R' = R1 + m$ (m correction for meniscus)

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

GRAIN SIZE ANALYSIS

Project : Tugas Akhir	Tested : Henry + Yudi
Sample no. : 2	Date : 5 Januari 2006
Depth : 1,00 meter	Location : Ngawen, Gunungkidul.

Soil sample (disturbed/undisturbed)
 Specific Gravity : 2.59
 Description of soil : Silty Clay and Sand



Finer # 200 :	83.317 %	D10 (mm)	
		D30 (mm)	
Gravel :	0.00 %	D60 (mm)	
Sand :	16.68 %	Cu = D60/D10	
Silt :	32.69 %	Cc = D30 ² / (D10xD60)	
Clay :	50.63 %		

**SOIL MECHANICS LABORATORY
 VIL ENGINEERING DEPARTEMENT
 UIN AR-RANIRI LAMIC UNIVERSITY OF INDONESIA**

Kadar Air

EK : Tugas Akhir DIKERJAKAN Yudi.S, dan Henry.S
 sampel : Ngawen, Gunungkidul TANGGAL 3 Januari 2006
 : Clay (undisturbed)
 : _____
 : _____

PERCOBAAN	1		2		
	a	b	a	b	
timbangan kosong (w1)	gram	22,57	21,82	22,00	21,92
timbangan + tanah basah (w2)	gram	41,59	39,00	37,15	40,15
timbangan + tanah kering (w3)	gram	33,98	32,31	30,49	33,68
W _r = w	%	66,70	63,78	78,45	55,02
W _r rata-rata		65,98328528			



Kadar Air

TYEK
Sampel

Tugas Akhir
Ngawen, Gunungkidul
Clay (*disturbed*)

DIKERJAKAN :
TANGGAL :

Yudi.S, dan Henry.S
3 Januari 2006

UR PERCOBAAN	1		2	
	a	b	a	b
cawan kosong (w1) gram	22,00	22,54	21,95	22,21
cawan + tanah basah (w2) gram	31,25	35,29	32,51	30,12
cawan + tanah kering (w3) gram	27,78	30,58	28,56	27,10
air = w %	60,03	58,58	59,76	61,76
air rata-rata	60,03333134			

PENGUJIAN BERAT JENIS AGREGAT

Nama : Tugas Akhir
 Lokasi : Ngawen, Gunungkidul
 Jenis sampel : *disturbed*
 Kedalaman : 1 meter
 Nama pengujian : Yudi.s + Henry.s

AGREGAT HALUS (lolos #10)

Keterangan	1	2
No pengujian		
Berat Picknometer (W1)	20,9	19,53
Berat Picknometer + tanah kering (W2)	27,83	26,05
Berat Picknometer + tanah + air (W3)	75,27	74,43
Berat Picknometer + air (W4)	71,01	70,43
Temperatur (t°)	27,00	27,00
Bj pata temperatu (t°)	0,996550	0,996550
Bj pata temperatu ($27,5^{\circ} C$)	0,996410	0,996410
Berat tanah kering (Wt)	6,93	6,52
$A = Wt + W4$	77,94	76,95
$B = A - W3$	2,67	2,52
Berat Jenis tanah, $G_s = Wt / B$	2,60	2,59
Berat Jenis = $G_s \cdot (B_j t^{\circ} / B_j t 27,5^{\circ} C)$	2,5959	2,5877
Berat jenis rata-rata	2,59	

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

BERAT VOLUME TANAH

Perangka : Tugas Akhir
Lokasi : Ngawen, Gunungkidul
Tinggi : 1,00 meter

Date : 4 Januari 2006
Tested by : Yudi.S dan Henry. S

Pengujian	Sampel		
	I	II	III
Diameter ring (D) cm	3,9	6,5	6,5
Tinggi cincin (t) cm	7,6	2,6	2,3
Volume ring (V) cm ³	90,74286	86,23225	76,282375
Berat ring (w ₁) gr	136,4	80,4	70,3
Berat ring + tanah basah (w ₂) g	256,89	197,9	177,4
Berat tanah basah (gr)	120,49	117,5	107,1
Berat volume tanah (gr/m ³)	1,327817968	1,36259926	1,403994042
Berat volume tanah rata-rata (gr	1,364803757		



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
 OKASI : Ngawen, Gunungkidul
 Sampel 1

Tanggal : Januari 2006
 Dikerjakan : yudi + henry

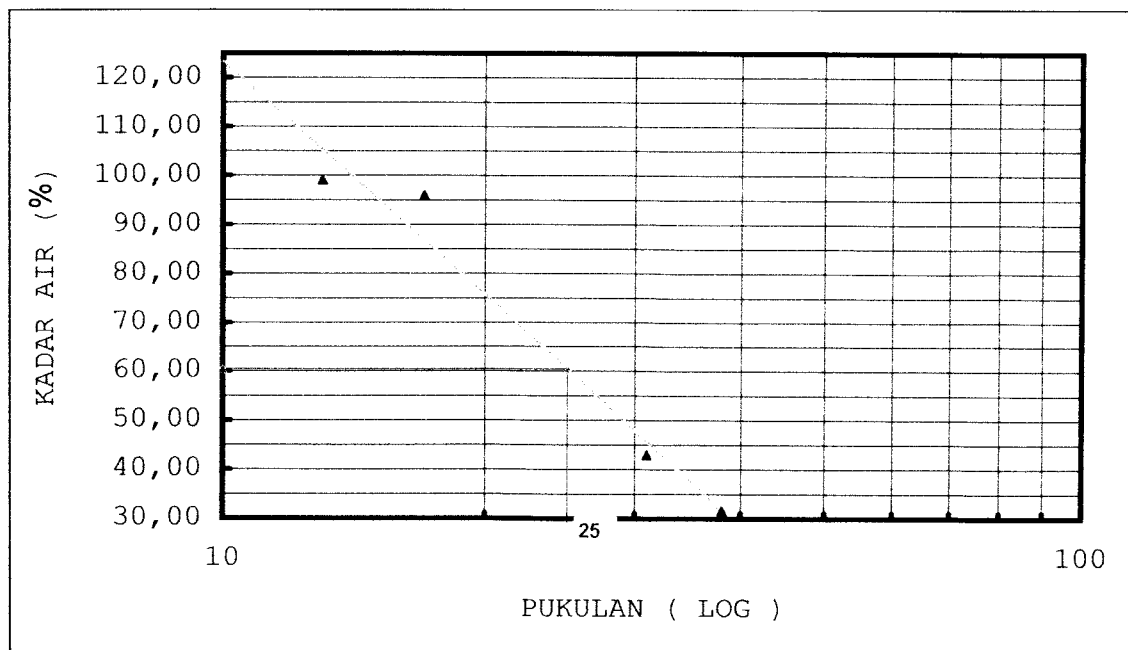
NO	NO. PENGUJIAN	I		II		III		IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	NO CAWAN								
2	Berat cawan kosong	22,00	22,15	22,29	21,55	21,85	22,50	21,45	21,95
3	Berat cawan + tanah basah (gr)	36,25	33,85	39,60	39,98	31,10	31,19	31,02	30,06
4	Berat cawan + tanah kering (gr)	29,18	28,01	31,15	30,93	28,34	28,56	28,81	28,04
5	Berat air (3) - (4)	7,07	5,84	8,45	9,05	2,76	2,63	2,21	2,02
6	Berat tanah kering (4) - (2)	7,18	5,86	8,86	9,38	6,49	6,06	7,36	6,09
7	$KADAR AIR = \frac{(5)}{(6)} \times 100 \% =$	98,47	99,66	95,37	96,48	42,53	43,40	30,03	33,17
8	KADAR AIR RATA-RATA =		99,06		95,93		42,96		31,60
9	PUKULAN		13		17		31		38

PENGUJIAN BATAS PLASTIS

NO	NO. PENGUJIAN		
		1	2
1	NO CAWAN		
2	BERAT CAWAN KOSONG	22,10	22,50
3	BERAT CAWAN + TANAH BASAH	44,69	43,65
4	BERAT CAWAN + TANAH KERING	39,25	38,98
5	BERAT AIR (3)-(4)	5,44	4,67
6	BERAT TANAH KERING (4)-(2)	17,15	16,48
7	$KADAR AIR = \frac{(5)}{(6)} \times 100 \% =$	31,72	28,34
8	KADAR AIR RATA-RATA =	30,03	

KESIMPULAN

FLOW INDEX	:	63,337
BATAS CAIR	:	60,42
BATAS PLASTIS	:	30,03
INDEX PLASTISITAS	:	30,39





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 : Ngawen, Gunungkidul
 Sampel 2

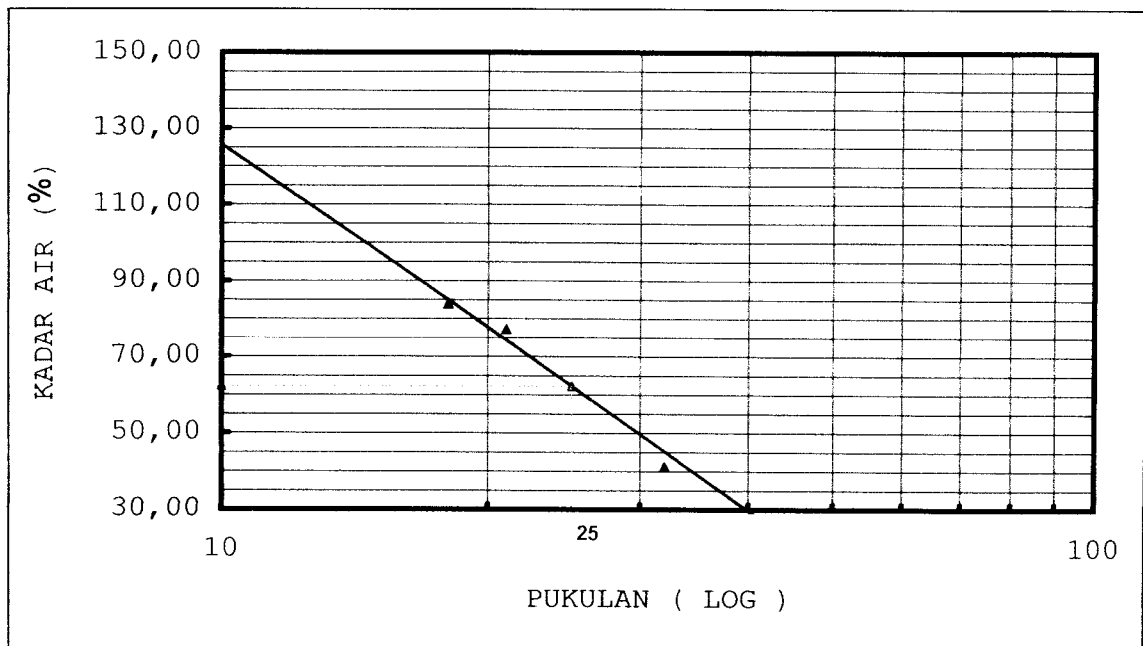
Tanggal : januari 2006
 Dikerjakan : Yudi + Henry

NO	NO. PENGUJIAN	I		II		III		IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	NO CAWAN								
2	Berat cawan kosong	22,00	22,47	21,80	22,59	22,00	22,13	22,00	21,70
3	Berat cawan + tanah basah (gr)	46,00	46,90	36,45	35,55	28,93	31,31	31,02	29,82
4	Berat cawan + tanah kering (gr)	34,87	35,95	30,00	29,96	26,92	28,61	29,00	28,04
5	Berat air (3) - (4)	11,13	10,95	6,45	5,59	2,01	2,70	2,02	1,78
6	Berat tanah kering (4) - (2)	12,87	13,48	8,20	7,37	4,92	6,48	7,00	6,34
7	$\text{KADAR AIR} = \frac{(5)}{(6)} \times 100\% =$	86,48	81,23	78,66	75,85	40,85	41,67	28,86	28,08
8	KADAR AIR RATA-RATA =		83,86		77,25		41,26		28,47
9	PUKULAN		18		21		32		42

PENGUJIAN BATAS PLASTIS

NO			
		1	2
1	NO CAWAN		
2	BERAT CAWAN KOSONG	22,15	22,56
3	BERAT CAWAN + TANAH BASAH	46,58	48,59
4	BERAT CAWAN + TANAH KERING	41,25	42,59
5	BERAT AIR (3)-(4)	5,33	6,00
6	BERAT TANAH KERING (4)-(2)	19,10	20,03
7	$\text{KADAR AIR} = \frac{(5)}{(6)} \times 100\% =$	27,91	29,96
8	KADAR AIR RATA-RATA =	28,93	

KESIMPULAN
 FLOW INDEX : **65,999**
 BATAS CAIR : **62,26**
 BATAS PLASTIS : **28,93**
 INDEX PLASTISITAS : **33,33**





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

PENGUJIAN BATAS SUSUT TANAH

EK : Tugas Akhir
 ampel : Ngawen, Gunungkidul
 mpel : 1 dan 2

DIKERJAKAN : Yudi + Henry
 TANGGAL : Januari 2006

Pengujian (kode sampel)		1		2	
Batas tanah		2,59		2,59	
Cawan Susut	W1 (gr)	34,93	39,65	38,16	22,33
Cawan susut + tanah basah	W2 (gr)	52,26	61,26	60,30	35,72
Cawan susut + tanah kering	W3 (gr)	43,35	50,00	48,74	28,83
Air	Wa (gr) = (W2-W3)	8,91	11,26	11,56	6,89
Tanah Kering	Wo (gr) = (W3-W1)	8,42	10,35	10,58	6,50
Air raksa yang terdesak tanah kering					
Skala ukur	Wr (gr)	97,13	101,91	113,34	78,20
Gelas ukur	W4 (gr)	33,58	33,58	33,58	33,58
Volume tanah kering	Vo (Cm ³) = (Wr-W4)/13,6	4,67	5,02	5,86	3,28
Susut Tanah	SL (%) = ((Vo/Wo)-(1/Gs)) x 100%	16,89	9,93	16,82	11,87
Susut tanah rata-rata	SL (%)	13,41		14,34	
		13,87673722			



PEMADATAN TANAH
Proctor test

PROYEK : Tugas Akhir
 asal Sampel : Ngawen, Wonosari, Gk
 NO Sampel : 1
 komposisi : Tanah TANGGAL :
 DIKERJAKAN : Yudi dan Henry
 TANGGAL : 21-Des-05

SILINDER	
diameter (ϕ) cm	10,2
tinggi (H) cm	11,5
volume (V) cm ³	939,70
berat gram	1860

DATA PENUK		DATA PENUMBUK	
1	Berat (kg)	2,477	
2	Jumlah lapis	3	
3	Jumlah tumbukan /lapis	25	
4	Tinggi jatuh	30,48	

berat jenis Gs : 2,6

PENAMBAHAN AIR

	gram	2052	2051,6	2052	2051,59	2051,59
berat tanah absah	gram	2052	2051,6	2052	2051,59	2051,59
kelembaban air mula-mula	%	35,80	35,80	35,80	35,80	35,80
penambahan air	%	4,874	9,7485	14,62	19,497073	24,3713
penambahan air	ml	100	200	300	400	500

UJIAN PEMADATAN SILINDER

nomor pengujian	1	2	3	4	5
berat silinder + tanah padat gram	3147	3250	3264	3310	3286
berat tanah padat gram	1286	1390	1404	1450	1426
berat volume tanah gr/cm ³	1,369	1,479	1,494	1,543	1,518

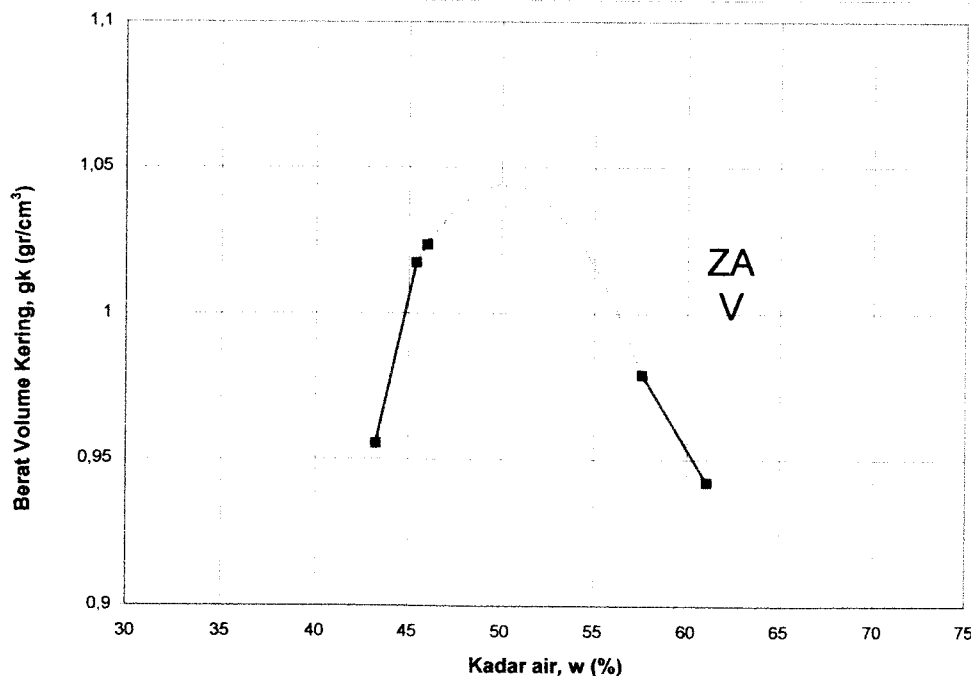
UJIAN KADAR AIR

nomor percobaan	1		2		3		4		5		
nomor cawan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	
berat cawan kosong gram	22,20	14,75	22,00	21,40	21,50	21,96	21,90	22,03	21,96	21,94	21,64
berat cawan + tanah basah gram	30,95	32,70	28,00	34,39	33,00	29,45	27,65	40,95	40,40	36,51	38,50
berat cawan + tanah kering gram	28,35	27,90	26,16	30,20	29,53	27,05	25,87	34,80	33,00	30,89	32,22
kelembaban air = w %	42,28	44,23	44,23	47,61	43,21	47,15	44,84	48,16	67,03	62,79	59,36
kelembaban air rata-rata		43,25		45,41		45,99		57,59		61,08	
berat volume tanah kering gr/cm ³		0,955		1,017		1,023		0,979		0,942	

VOLUME KERING
 SIMUM (gr/cm³)

1,04419
 AIR OPTIMUM (%)
 50,18

Diperiksa :





PEMADATAN TANAH
Proctor test

PROYEK : Tugas Akhir
 Asal Sampel : Ngawen, Wonosari, Gk
 NO Sampel : 1
 Komposisi : Tanah TANGGAL :
 DIKERJAKAN : Yudi dan Henry
 TANGGAL : 21-Des-05

SILINDER		DATA PENUJ	DATA PENUMBUK
Diameter (ϕ) cm	10,2	1	Berat (kg) 2,477
Tinggi (H) cm	11,5	2	Jumlah lapis 3
Volume (V) cm ³	939,70	3	Jumlah tumbukan /lapis 25
Berat gram	1860	4	Tinggi jatuh 30,48
erat jenis Gs	2,6		

PENAMBAHAN AIR

	2052	2051,9	2052	2052	2051,99
erat tanah absah gram	2052	2051,9	2052	2052	2051,99
adar air mula-mula %	35,80	35,80	35,80	35,80	35,80
enambahan air %	4,874	9,747	14,62	19,493177	24,3666
enambahan air ml	100	200	300	400	500

JJIAN PEMADATAN SILINDER

omor pengujian	1	2	3	4	5
erat silinder + tanah pad gram	3154	3198	3251	3299	3197
erat tanah padat gram	1266	1310	1363	1411	1309
erat volume tanah gr/cm ³	1,347	1,394	1,450	1,502	1,393

JJIAN KADAR AIR

OMOR PERCOBAAN	1		2		3		4		5	
omor cawan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
erat cawan kosong gram	21,40	22,00	22,03	21,96	21,64	22,01	21,87	21,64	21,59	21,89
erat cawan + tanah base gram	30,95	28,00	34,39	33,00	29,45	27,65	40,95	40,40	36,51	38,50
erat cawan + tanah kerir gram	28,13	26,32	30,58	29,75	27,10	25,76	35,55	32,78	31,25	32,12
adar air = w %	41,90	38,89	44,56	41,72	43,04	50,40	39,47	68,40	54,45	62,37
adar air rata-rata	40,40		43,14		46,72		53,94		58,41	
erat volume tanah kering gr/cm ³	0,960		0,974		0,989		0,975		0,879	

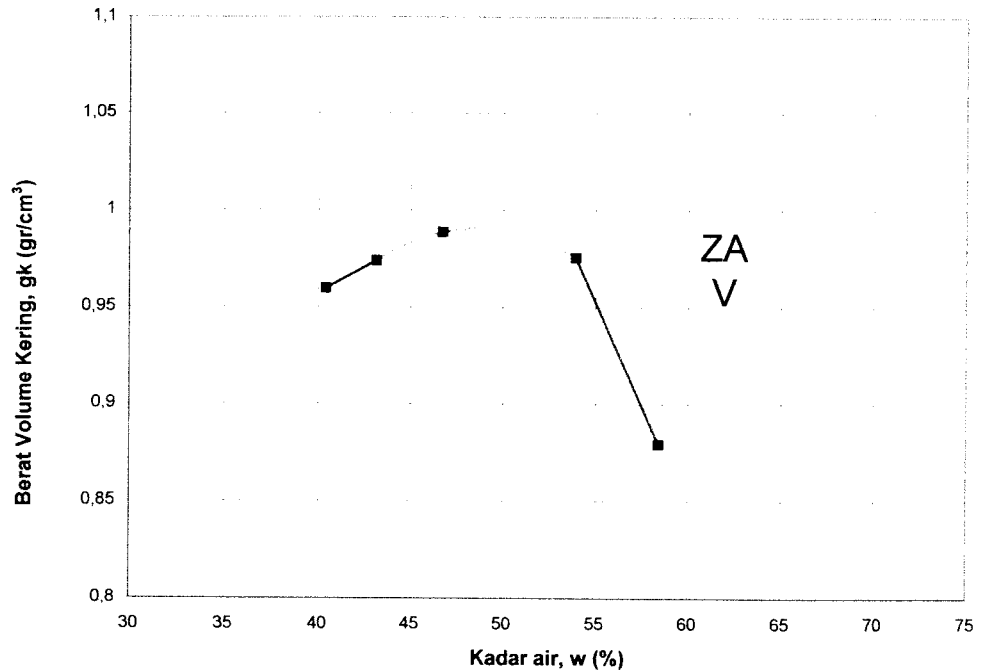
**VOLUME KERING
 SIMUM (gr/cm³)**

0,99067

AIR OPTIMUM (%)

48,67

Diperiksa :



UNCONFINED COMPRESSION TEST

Keterangan : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Boring No. : 1
 Depth : 1,00

Date : 23 Desember 2005
 Tested by : Yudi + Henry
 Kode : BH1

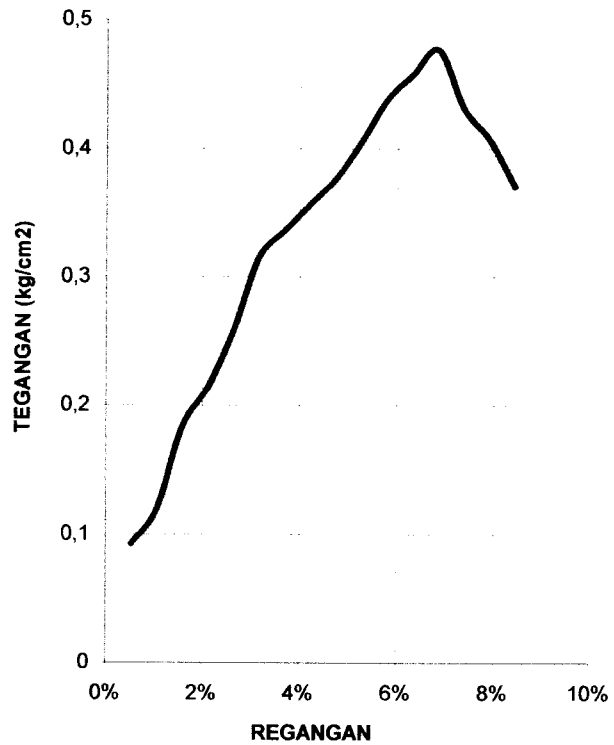
Lempung (Undisturb)	
Sample data	
(cm)	3,9
(cm ²)	11,9459
(cm)	7,6
(cm ³)	90,7429
(gr)	120,49
Unit wt (gr/cm ³)	1,33
Unit wt (gr/cm ³)	0,97747

Water Content		
Wt Container (cup), gr	22,00	21,77
Wt of Cup + Wet soil, gr	32,300	32,76
Wt of Cup + Dry soil, gr	29,50	29,95
Water Content %	37,33	34,35
Average water content %	35,84	

LRC = 0,55555 kg/div

Load rating 10 ⁻²	Load dial (unit)	Unit Strain (ΔL/L ₀)	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm ²)
0	0	0,00%	0	0
40	2	0,53%	1,1111	0,092521
80	2,6	1,05%	1,44443	0,119641
120	4	1,58%	2,2222	0,183085
160	4,7	2,11%	2,611085	0,213974
200	5,7	2,63%	3,166635	0,258105
240	7	3,16%	3,88885	0,315258
280	7,5	3,68%	4,166625	0,335941
320	8	4,21%	4,4444	0,356379
360	8,5	4,74%	4,722175	0,376572
400	9,2	5,26%	5,11106	0,405332
440	10	5,79%	5,5555	0,43813
480	10,5	6,32%	5,833275	0,457467
520	11	6,84%	6,11105	0,476559
560	10	7,37%	5,5555	0,430788
600	9,5	7,89%	5,277725	0,406923
640	8,7	8,42%	4,833285	0,370526
680			0	0
720			0	0
760			0	0
800			0	0
840			0	0
880			0	0
920			0	0
960			0	0
1000			0	0
1040			0	0
1080			0	0
1120			0	0

GRAFIK TEGANGAN-REGANGAN



qu =	0,47656 kg/cm ²
α =	55 °
Angle Of Internal friction, φ =	20 °
Cohesion =	0,167 kg/cm ²

Tested by

Tested by,
 (Yudi + Henry)



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Keterangan : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Boring No. : 2
 Depth : 1,00

Date : 23 Desember 2005
 Tested by : Yudi + Henry
 Kode : BH1

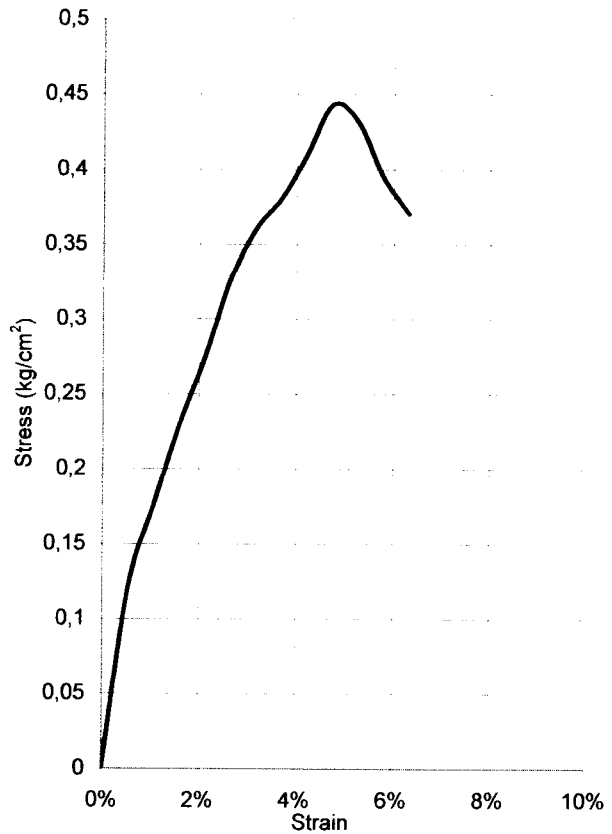
Sample data	
Height (cm)	3,9
Area (cm ²)	11,9459
Radius (cm)	7,6
Volume (cm ³)	90,7429
Area (m ²)	124,5
Unit wt (gr/cm ³)	1,37
Unit wt (gr/cm ³)	1,01

Lempung (Undisturb)

Water Content		
Wt Container (cup), gr	22,00	21,77
Wt of Cup + Wet soil, gr	32,300	32,76
Wt of Cup + Dry soil, gr	29,50	29,95
Water Content %	37,33	34,35
Average water content %	35,84	

LRC = 0,55555 kg/div

Load rating (10 ²)	Load dial (unit)	Unit Strain (ΔL/L ₀)	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm ²)
0	0	0,00%	0	0
40	2,6	0,53%	1,44443	0,120278
80	3,8	1,05%	2,11109	0,174861
120	5	1,58%	2,77775	0,228856
160	6	2,11%	3,3333	0,273158
200	7,2	2,63%	3,99996	0,326028
240	8	3,16%	4,4444	0,360295
280	8,5	3,68%	4,722175	0,380733
320	9,2	4,21%	5,11106	0,409836
360	10	4,74%	5,5555	0,443026
400	9,8	5,26%	5,44439	0,431767
440	9	5,79%	4,99995	0,394317
480	8,5	6,32%	4,722175	0,37033
520				
560				
600				
640				
680				
720				
760				
800				
840				
880				
920				
960				
1000				
1040				
1080				
1120				



q _u	=	0,44303 kg/cm ²
α	=	55 °
Angle Of Internal friction, φ	=	20 °
Cohesion	=	0,155 kg/cm ²

Tested by

Tested by,

(Yudi + Henry)

(Yudi + Henry)

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Keterangan : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Boring No. : 1
 Depth : 1,00

Date : 23 Desember 2005
 Tested by : Yudi + Henry
 Kode : BH1

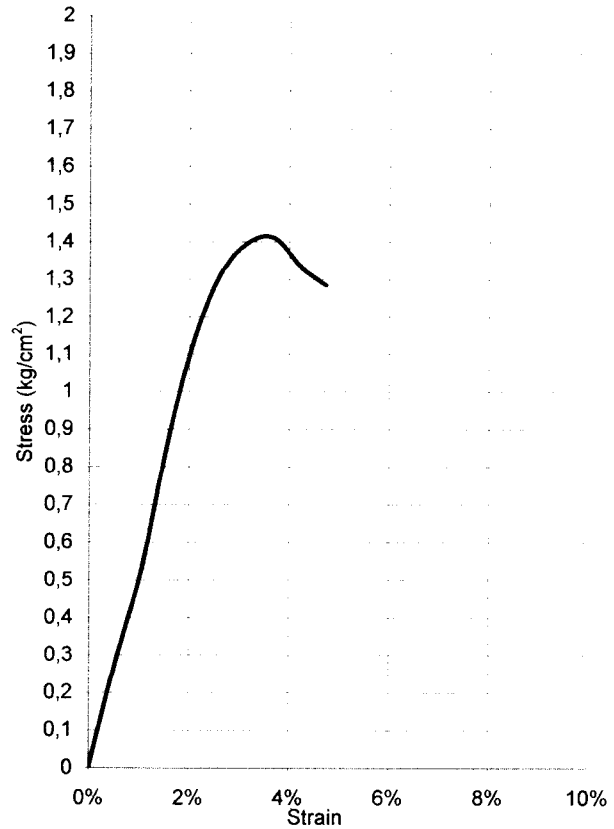
Lempung+ Kapur karbit 0%.

Sample data	
Height (cm)	3.9
Area (cm ²)	11,9459
Moisture (cm)	7.6
Volume (cm ³)	90,7429
Weight (gr)	139.78
Unit wt (gr/cm ³)	1,54
Unit wt (gr/cm ³)	1,13396

Water Content		
Wt Container (cup), gr	22,00	21,77
Wt of Cup + Wet soil, gr	32,300	32,76
Wt of Cup + Dry soil, gr	29,50	29,95
Water Content %	37,33	34,35
Average water content %	35,84	

LRC = 0,55555 kg/div

Load increment (kg)	Load dial (unit)	Unit Strain (ΔL/Lo)	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm ²)
0	0	0,00%	0	0
40	6	0,53%	3,3333	0,277564
80	11,5	1,05%	6,388825	0,529183
120	19	1,58%	10,55545	0,869652
160	25	2,11%	13,88875	1,13816
200	29	2,63%	16,11095	1,313168
240	31	3,16%	17,22205	1,396143
280	31,5	3,68%	17,49983	1,410952
320	30	4,21%	16,6665	1,33642
360	29	4,74%	16,11095	1,284775
400		5,26%	0	0
440		5,79%	0	0
480		6,32%	0	0
520		6,84%	0	0
560		7,37%	0	0
600		7,89%	0	0
640		8,42%	0	0
680		8,95%	0	0
720		9,47%	0	0
760		10,00%	0	0
800		10,53%	0	0
840		11,05%	0	0
880		11,58%	0	0
920		12,11%	0	0
960		12,63%	0	0
1000		13,16%	0	0
1040		13,68%	0	0
1080		14,21%	0	0
1120		14,74%	0	0



qu =	1,41095 kg/cm ²
α =	57 °
Angle Of internal friction, φ =	24 °
Cohesion =	0,458 kg/cm ²

Checked by

Tested by,

.....)

(Yudi + Henry)

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Keterangan : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Boring No. : 2
 Depth : 1,00

Date : 23 Desember 2005
 Tested by : Yudi + Henry
 Kode : BH1

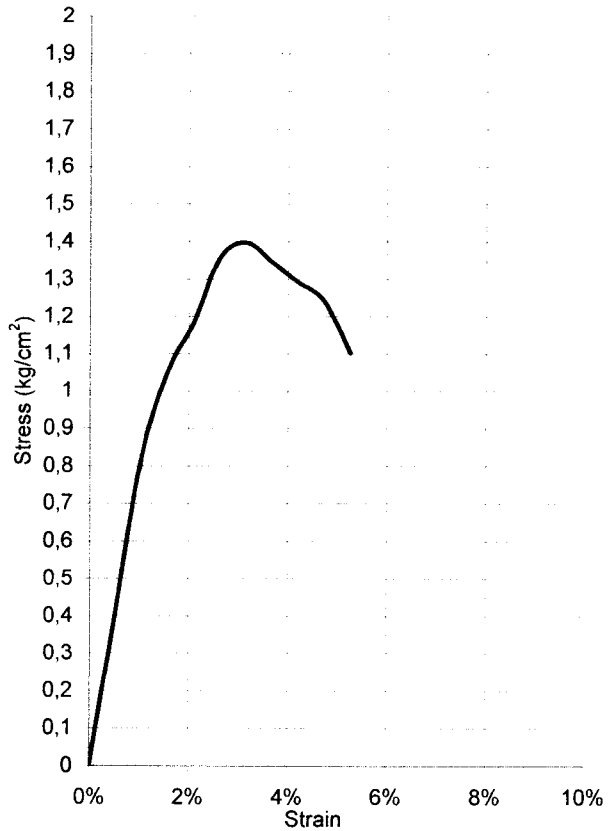
Lempung + Kapur karbit 0%

Sample data	
h (cm)	3,9
A (cm ²)	11,9459
h _o (cm)	7,6
V (cm ³)	90,7429
W _o (gr)	140,21
Unit wt (gr/cm ³)	1,55
Unit wt (gr/cm ³)	1,13744

Water Content		
Wt Container (cup), gr	22,00	21,77
Wt of Cup + Wet soil, gr	32,300	32,76
Wt of Cup + Dry soil, gr	29,50	29,95
Water Content %	37,33	34,35
Average water content %	35,84	

LRC = 0,55555 kg/div

Load Increment (kg × 10 ⁻²)	Load dial (unit)	Unit Strain (ΔL/L _o)	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm ²)
0	0	0,00%	0	0
40	9	0,53%	4,99995	0,416346
80	18	1,05%	9,9999	0,828287
120	23	1,58%	12,77765	1,052737
160	26	2,11%	14,4443	1,183687
200	30	2,63%	16,6665	1,358449
240	31	3,16%	17,22205	1,396143
280	30	3,68%	16,6665	1,343763
320	29	4,21%	16,11095	1,291873
360	28	4,74%	15,5554	1,240472
400	25	5,26%	13,88875	1,101445
440		5,79%	0	0
480		6,32%	0	0
520		6,84%	0	0
560		7,37%	0	0
600		7,89%	0	0
640		8,42%	0	0
680		8,95%	0	0
720		9,47%	0	0
760		10,00%	0	0
800		10,53%	0	0
840		11,05%	0	0
880		11,58%	0	0
920		12,11%	0	0
960		12,63%	0	0
1000		13,16%	0	0
1040		13,68%	0	0
1080		14,21%	0	0
1120		14,74%	0	0



q _u =	1,39614 kg/cm ²
α =	56 °
Angle Of Internal friction, φ =	22 °
Cohesion =	0,471 kg/cm ²

Checked by

Tested by,

.....)

(Yudi + Henry)

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Keterangan : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Boring No. : 1
 Depth : 1,00

Date : 23 Desember 2005
 Tested by : Yudi + Henry
 Kode : BH1

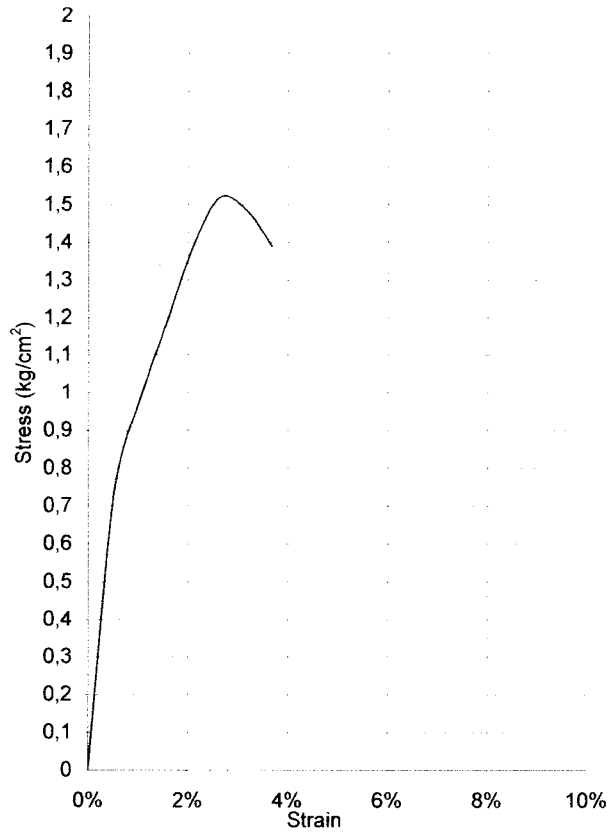
Lempung+ Kapur karbit 8%.

Sample data	
Height (cm)	3.9
Area (cm ²)	11,9459
Width (cm)	7.6
Volume (cm ³)	90,7429
Weight (gr)	139.78
Unit wt (gr/cm ³)	1,54
Unit wt (gr/cm ³)	1,13396

Water Content		
Wt Container (cup), gr	22,00	21,77
Wt of Cup + Wet soil, gr	32,300	32,76
Wt of Cup + Dry soil, gr	29,50	29,95
Water Content %	37,33	34,35
Average water content %	35,84	

LRC = 0,55555 kg/div

Load dial (10 ⁻²)	Load dial (unit)	Unit Strain (ΔL/Lo)	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm ²)
0	0	0,00%	0	0
40	16	0,53%	8,8888	0,740171
80	21,5	1,05%	11,94433	0,989343
120	26	1,58%	14,4443	1,190051
160	30,5	2,11%	16,94428	1,388555
200	33,5	2,63%	18,61093	1,516935
240	33	3,16%	18,33315	1,486217
280	31	3,68%	17,22205	1,388555
320		4,21%	0	0
360		4,74%	0	0
400		5,26%	0	0
440		5,79%	0	0
480		6,32%	0	0
520		6,84%	0	0
560		7,37%	0	0
600		7,89%	0	0
640		8,42%	0	0
680		8,95%	0	0
720		9,47%	0	0
760		10,00%	0	0
800		10,53%	0	0
840		11,05%	0	0
880		11,58%	0	0
920		12,11%	0	0
960		12,63%	0	0
1000		13,16%	0	0
1040		13,68%	0	0
1080		14,21%	0	0
1120		14,74%	0	0



qu =	1,51694 kg/cm ²
α =	58 °
Angle Of Internal friction, φ =	26 °
Cohesion =	0,474 kg/cm ²

Checked by

Tested by,

.....)

(Yudi + Henry)



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Keterangan : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Boring No. : 2
 Depth : 1,00

Date : 23 Desember 2005
 Tested by : Yudi + Henry
 Kode : BH1

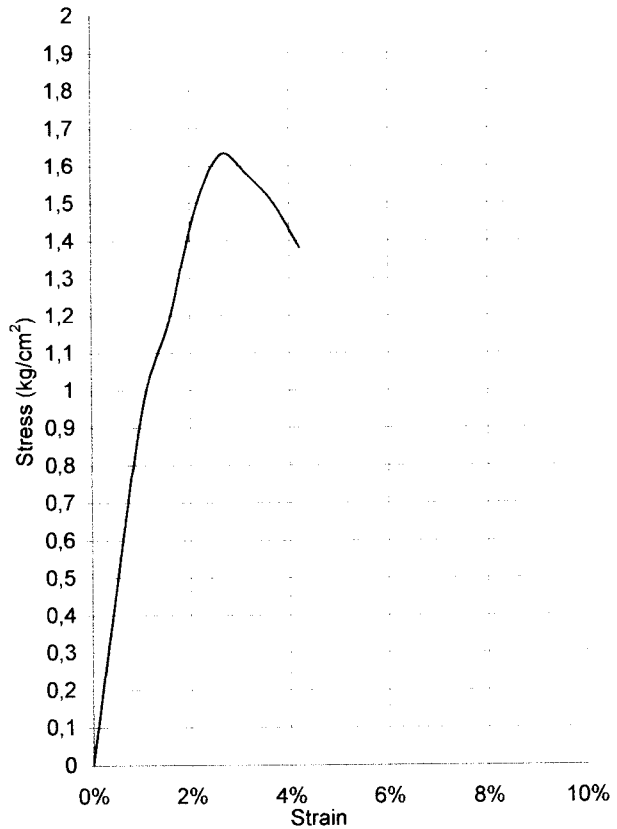
Lempung + Kapur karbit 8%

Sample data	
Height (cm)	3.9
Area (cm ²)	11,9459
Radius (cm)	1.95
Volume (cm ³)	90,7429
Weight (gr)	139.81
Unit wt (gr/cm ³)	1,54
Unit wt (gr/cm ³)	1,1342

Water Content		
Wt Container (cup), gr	22,00	21,77
Wt of Cup + Wet soil, gr	32,300	32,76
Wt of Cup + Dry soil, gr	29,50	29,95
Water Content %	37,33	34,35
Average water content %	35,84	

LRC = 0,55555 kg/div

Load Rating (10 ⁻²)	Load dial (unit)	Unit Strain (ΔL/L ₀)	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm ²)
0	0	0,00%	0	0
40	11	0,53%	6,11105	0,508868
80	21	1,05%	11,66655	0,966335
120	26	1,58%	14,4443	1,190051
160	32,5	2,11%	18,05538	1,479608
200	36	2,63%	19,9998	1,630139
240	35	3,16%	19,44425	1,576291
280	33,5	3,68%	18,61093	1,500536
320	31	4,21%	17,22205	1,380968
360		4,74%	0	0
400		5,26%	0	0
440		5,79%	0	0
480		6,32%	0	0
520		6,84%	0	0
560		7,37%	0	0
600		7,89%	0	0
640		8,42%	0	0
680		8,95%	0	0
720		9,47%	0	0
760		10,00%	0	0
800		10,53%	0	0
840		11,05%	0	0
880		11,58%	0	0
920		12,11%	0	0
960		12,63%	0	0
1000		13,16%	0	0
1040		13,68%	0	0
1080		14,21%	0	0
1120		14,74%	0	0



q _u =	1,63014 kg/cm ²
α =	57 °
Angle Of Internal friction, φ =	24 °
Cohesion =	0,529 kg/cm ²

Tested by

Tested by,
 (Yudi + Henry)

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Keterangan : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Boring No. : 1
 Depth : 1,00

Date : 26 Desember 2005
 Tested by : Yudi + Henry
 Kode : BH1

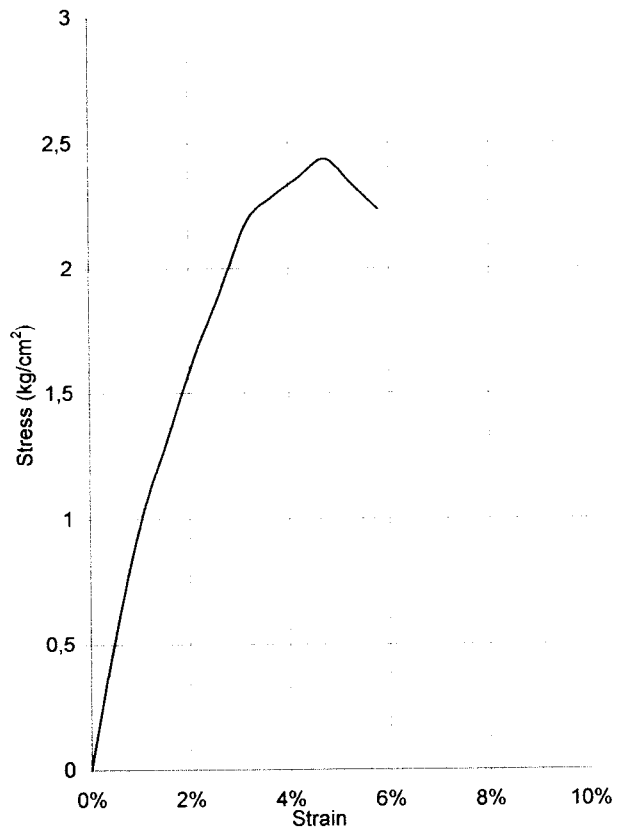
Lempung+ Kapur karbit 12%.

Sample data	
h (cm)	3,9
A (cm ²)	11,9459
h ₀ (cm)	7,6
V (cm ³)	90,7429
W (gr)	139,91
Unit wt (gr/cm ³)	1,54
Unit wt (gr/cm ³)	1,13501

Water Content		
Wt Container (cup), gr	22,00	21,77
Wt of Cup + Wet soil, gr	32,300	32,76
Wt of Cup + Dry soil, gr	29,50	29,95
Water Content %	37,33	34,35
Average water content %	35,84	

LRC = 0,55555 kg/div

Load increment (kg)	Load dial (unit)	Unit Strain (ΔL/Lo)	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm ²)
0	0	0,00%	0	0
40	12	0,53%	6,6666	0,555128
80	22	1,05%	12,2221	1,012351
120	29	1,58%	16,11095	1,327364
160	36	2,11%	19,9998	1,638951
200	42	2,63%	23,3331	1,901829
240	48,5	3,16%	26,94418	2,184289
280	51	3,68%	28,33305	2,284398
320	53	4,21%	29,44415	2,361009
360	55	4,74%	30,55525	2,436642
400	53	5,26%	29,44415	2,335064
440	51	5,79%	28,33305	2,234466
480		6,32%	0	0
520		6,84%	0	0
560		7,37%	0	0
600		7,89%	0	0
640		8,42%	0	0
680		8,95%	0	0
720		9,47%	0	0
760		10,00%	0	0
800		10,53%	0	0
840		11,05%	0	0
880		11,58%	0	0
920		12,11%	0	0
960		12,63%	0	0
1000		13,16%	0	0
1040		13,68%	0	0
1080		14,21%	0	0
1120		14,74%	0	0



qu =	2,43664 kg/cm ²
α =	62 °
Angle Of Internal friction, φ =	34 °
Cohesion =	0,648 kg/cm ²

Checked by

Tested by,

.....)

(Yudi + Henry)



UNCONFINED COMPRESSION TEST

Keterangan : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Boring No. : 2
 Depth : 1,00

Date : 26 Desember 2005
 Tested by : Yudi + Henry
 Kode : BH1

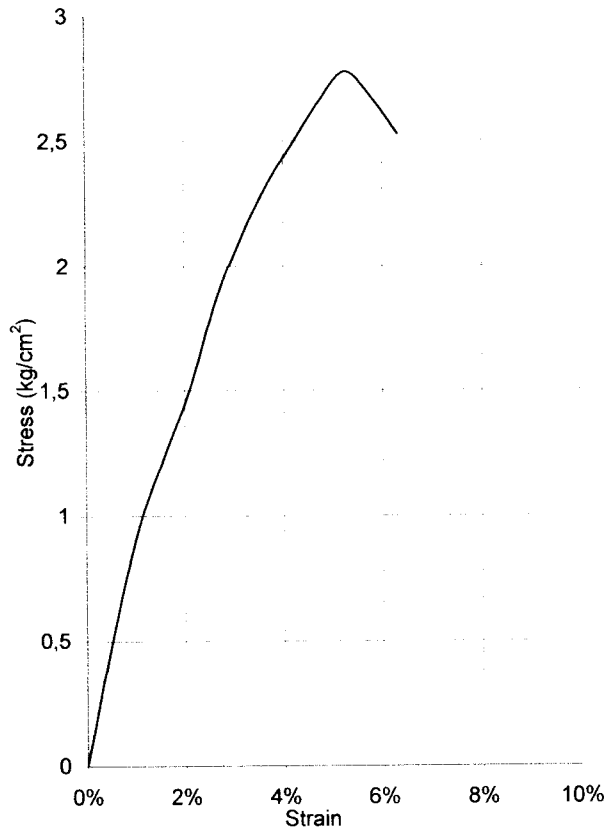
Lempung + Kapur karbit 12%

Sample data	
Height (cm)	3.9
Area (cm ²)	11,9459
Width (cm)	7.6
Volume (cm ³)	90,7429
Weight (gr)	139.89
Unit wt (gr/cm ³)	1.54
Unit wt (gr/cm ³)	1,13485

Water Content		
Wt Container (cup), gr	22,00	21,77
Wt of Cup + Wet soil, gr	32,300	32,76
Wt of Cup + Dry soil, gr	29,50	29,95
Water Content %	37,33	34,35
Average water content %	35,84	

LRC = 0,55555 kg/div

Load Rating (kg/10 ²)	Load dial (unit)	Unit Strain (ΔL/Lo)	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm ²)
0	0	0,00%	0	0
40	11	0,53%	6,11105	0,508868
80	20,5	1,05%	11,38878	0,943327
120	27	1,58%	14,99985	1,235822
160	33	2,11%	18,33315	1,502372
200	41	2,63%	22,77755	1,856547
240	47	3,16%	26,11085	2,116733
280	52	3,68%	28,8886	2,32919
320	56	4,21%	31,1108	2,494651
360	60	4,74%	33,333	2,658155
400	63	5,26%	34,99965	2,775642
440	61	5,79%	33,88855	2,672596
480	58	6,32%	32,2219	2,52696
520		6,84%	0	0
560		7,37%	0	0
600		7,89%	0	0
640		8,42%	0	0
680		8,95%	0	0
720		9,47%	0	0
760		10,00%	0	0
800		10,53%	0	0
840		11,05%	0	0
880		11,58%	0	0
920		12,11%	0	0
960		12,63%	0	0
1000		13,16%	0	0
1040		13,68%	0	0
1080		14,21%	0	0
1120		14,74%	0	0



qu =	2,77564 kg/cm ²
α =	65 °
Angle Of Internal friction, φ =	40 °
Cohesion =	0,647 kg/cm ²

Checked by

Tested by,
 (Yudi + Henry)



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Keterangan : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Boring No. : 1
 Depth : 1,00

Date : 26 Desember 2005
 Tested by : Yudi + Henry
 Kode : BH1

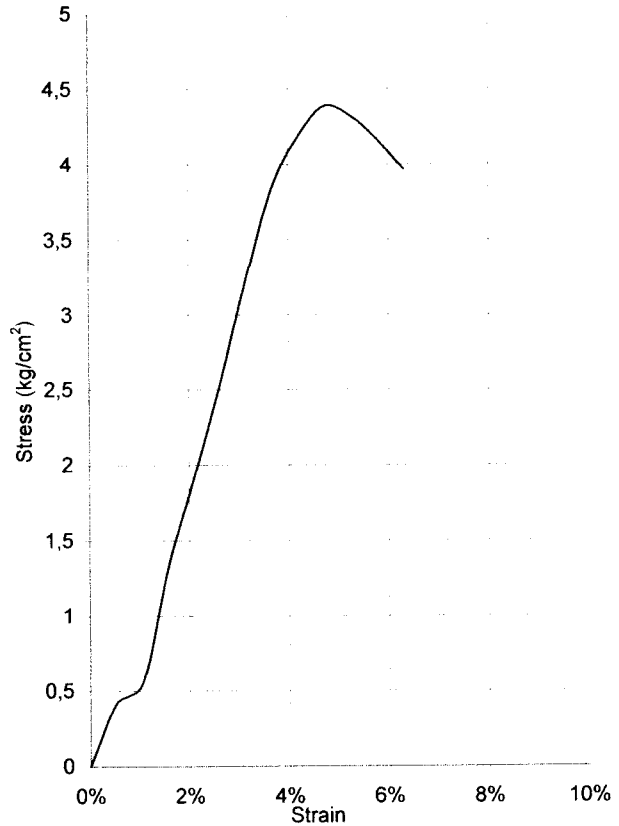
Lempung+ Kapur karbit16%.

Sample data	
Height (cm)	3.9
Area (cm ²)	11,9459
Width (cm)	7.6
Volume (cm ³)	90,7429
Weight (gr)	139.9
Unit wt (gr/cm ³)	1,54
Unit wt (gr/cm ³)	1,13493

Water Content		
Wt Container (cup). gr	22,00	21,77
Wt of Cup + Wet soil, gr	32,300	32,76
Wt of Cup + Dry soil, gr	29,50	29,95
Water Content %	37,33	34,35
Average water content %	35,84	

LRC = 0,55555 kg/div

Load rating (10 ⁻²)	Load dial (unit)	Unit Strain (ΔL/L ₀)	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm ²)
0	0	0,00%	0	0
40	9	0,53%	4,99995	0,416346
80	12	1,05%	6,6666	0,552191
120	29	1,58%	16,11095	1,327364
160	42	2,11%	23,3331	1,912109
200	56	2,63%	31,1108	2,535772
240	72	3,16%	39,9996	3,242655
280	86	3,68%	47,7773	3,852122
320	94	4,21%	52,2217	4,187451
360	99	4,74%	54,99945	4,385956
400	98	5,26%	54,4439	4,317666
440	95	5,79%	52,77725	4,16224
480	91	6,32%	50,55505	3,964714
520		6,84%	0	0
560		7,37%	0	0
600		7,89%	0	0
640		8,42%	0	0
680		8,95%	0	0
720		9,47%	0	0
760		10,00%	0	0
800		10,53%	0	0
840		11,05%	0	0
880		11,58%	0	0
920		12,11%	0	0
960		12,63%	0	0
1000		13,16%	0	0
1040		13,68%	0	0
1080		14,21%	0	0
1120		14,74%	0	0



q _u =	4,38596 kg/cm ²
α =	70 °
Angle Of Internal friction, φ =	50 °
Cohesion =	0,798 kg/cm ²

ked by

Tested by,
 (Yudi + Henry)



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Keterangan : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Boring No. : 2
 Depth : 1,00

Date : 26 Desember 2005
 Tested by : Yudi + Henry
 Kode : BH1

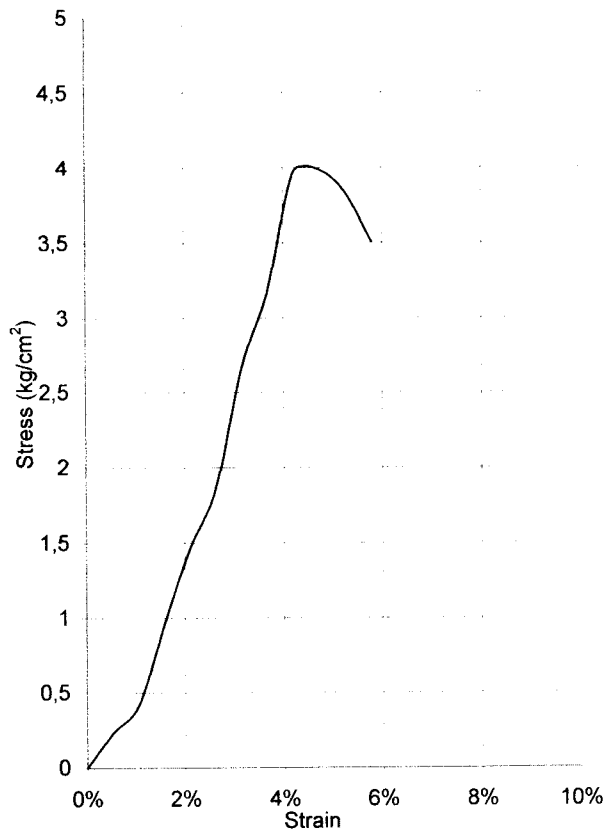
Lempung + Kapur karbit 16%

Sample data	
Height (cm)	3.9
Area (cm ²)	11,9459
Width (cm)	7.6
Volume (cm ³)	90,7429
Weight (gr)	139.86
Unit wt (gr/cm ³)	1,54
Unit wt (gr/cm ³)	1,13461

Water Content		
Wt Container (cup), gr	22,00	21,77
Wt of Cup + Wet soil, gr	32,300	32,76
Wt of Cup + Dry soil, gr	29,50	29,95
Water Content %	37,33	34,35
Average water content %	35,84	

LRC = 0,55555 kg/div

Load (kg)	Load dial (unit)	Unit Strain (ΔL/L ₀)	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm ²)
0	0	0,00%	0	0
40	5	0,53%	2,77775	0,231304
80	9	1,05%	4,99995	0,414143
120	21	1,58%	11,66655	0,961195
160	32	2,11%	17,7776	1,456845
200	41	2,63%	22,77755	1,856547
240	59	3,16%	32,77745	2,657176
280	71	3,68%	39,44405	3,18024
320	89	4,21%	49,44395	3,964714
360	90	4,74%	49,9995	3,987232
400	87	5,26%	48,33285	3,83303
440	80	5,79%	44,444	3,505044
480		6,32%	0	0
520		6,84%	0	0
560		7,37%	0	0
600		7,89%	0	0
640		8,42%	0	0
680		8,95%	0	0
720		9,47%	0	0
760		10,00%	0	0
800		10,53%	0	0
840		11,05%	0	0
880		11,58%	0	0
920		12,11%	0	0
960		12,63%	0	0
1000		13,16%	0	0
1040		13,68%	0	0
1080		14,21%	0	0
1120		14,74%	0	0



q _u =	3,98723 kg/cm ²
α =	71 °
Angle Of Internal friction, φ =	52 °
Cohesion =	0,686 kg/cm ²

Recorded by

Tested by,
 (Yudi + Henry)



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584.

TRIAXIAL COMPRESION TEST LOADING DATA

Project : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Description of soil : Clay

Sample No. : Undisturbed
 Date : Januari 2006
 Tested by : Team of Research

Type of test apparatus		Dimension of test piece	Height	H cm	7,6
No. Of cell			Diameter	D cm	3,9
No. of Proving ring			Cross area	A cm ²	11,9459
Coeff. proving ring K =	0,206		Volume	V cm ³	90,7889
$\sigma = K / A$	0,017244401		Wight	W gram	138,9900
Cell pressure	0,25		Rate of compression : 0.5 %	Wet density	gr/

Time	Strain		Reading of proving ring	kg/cm ²	Pore pressure	
	Axial deformation	Strain %			u	kg/cm ²
0	0	0	1	0		
60	40	0,526	0,995	9	0,154382773	
120	80	1,053	0,989	11	0,187691696	
	120	1,579	0,984	19	0,322470307	
	160	2,105	0,979	29	0,489559481	
	200	2,632	0,974	35	0,587671105	
	240	3,158	0,968	39	0,651293815	
	280	3,684	0,963	40	0,664363256	
	320	4,211	0,958	41,5	0,685510338	
	360	4,737	0,953	42	0,689957578	
	400	5,263	0,947	42,5	0,694314059	
	440	5,789	0,942	42,9	0,696955175	
	480	6,316	0,937	43,5	0,70275474	
	520	6,842	0,932	45	0,722903461	
	560	7,368	0,926	45,5	0,726806142	
	600	7,895	0,921	46	0,730618062	
	640	8,421	0,916	46,5	0,734339222	
	680	8,947	0,911	48	0,753671104	
	720	9,474	0,905	49	0,764925345	
	760	10,000	0,900	50	0,775998066	
	800	10,526	0,895	50,5	0,779174666	
	840	11,053	0,889	51	0,782260506	
	880	11,579	0,884	51,5	0,785255587	
	920	12,105	0,879	52	0,788159907	
	960	12,632	0,874	52,3	0,787960235	
	1000	13,158	0,868	53	0,793696267	
	1040	13,684	0,863	53,2	0,791862915	
	1080	14,211	0,858	54	0,798869588	
	1120	14,737	0,853	54	0,793968547	
	1160	15,263	0,847	53,5	0,781761326	
	1200	15,789	0,842	53	0,769644865	
	1240	16,316	0,837	53	0,764834585	
	1280	16,842	0,832	52	0,745684223	



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584.

TRIAxIAL COMPRESION TEST LOADING DATA

Object : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Description of soil : Clay

Sample No. : disturbed
 Date : Januari 2006
 Tested by : Team of Research

Type of test apparatus		Dimension of test piece	Height	H cm	7,6
Size of cell			Diameter	D cm	3,9
Size of Proving ring			Cross area	A cm ²	11,9459
Eff. proving ring K =	0,206		Volume	V cm ³	90,7889
K / A	0,017244401		Wight	W gram	139,4500
Cell pessure	0,50	Rate of compression : 0,5 %	Wet density	gr/cm ³	1,5360

Time	Strain			Reading of proving ring		Pore pressure	
	Axial deformation	Strain %				u	kg/cm ²
0	0	0	1	0	0	kg/cm ²	kg/cm ²
	40	0,526	0,995	15	0,257304622		
	80	1,053	0,989	20	0,341257629		
	120	1,579	0,984	27	0,458247279		
	160	2,105	0,979	33	0,557084927		
	200	2,632	0,974	38	0,638042854		
	240	3,158	0,968	40	0,667993657		
	280	3,684	0,963	43	0,7141905		
	320	4,211	0,958	46	0,759842784		
	360	4,737	0,953	49	0,804950508		
	400	5,263	0,947	52	0,849513672		
	440	5,789	0,942	52,5	0,852917172		
	480	6,316	0,937	53	0,856229913		
	520	6,842	0,932	53,5	0,859451893		
	560	7,368	0,926	54	0,862583113		
	600	7,895	0,921	54,5	0,865623573		
	640	8,421	0,916	55	0,868573274		
	680	8,947	0,911	55,5	0,871432214		
	720	9,474	0,905	56	0,874200394		
	760	10,000	0,900	56,5	0,876877814		
	800	10,526	0,895	57	0,879464474		
	840	11,053	0,889	57,5	0,881960375		
	880	11,579	0,884	58	0,884365515		
	920	12,105	0,879	59	0,884258356		
	960	12,632	0,874	60	0,903969677		
	1000	13,158	0,868	60,5	0,906011777		
	1040	13,684	0,863	61	0,907963117		
	1080	14,211	0,858	62	0,917220638		
	1120	14,737	0,853	63	0,926296638		
	1160	15,263	0,847	62,8	0,917656286		
	1200	15,789	0,842	62,5	0,907600077		



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584.

TRIAXIAL COMPRESION TEST LOADING DATA

Project : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Description of soil : Clay

Sample No. : disturbed
 Date : Januari 2006
 Tested by : Team of Research

Type of test apparatus		Dimension of test piece	Hight	H cm	7,6
No. Of cell			Diameter	D cm	3,9
No. of Proving ring			Cross area	A cm ²	11,9459
Coeff. proving ring K =	0,206		Volume	V cm ³	90,7889
k = K / A	0,0172444		Wight	W gram	139,7100
Cell pessure	1,00	Rate of compression : 0.5 %	Wet density	gr/cm ³	1,5388

Time	Strain		Reading of proving ring	Pore pressure		
	Axial deformation	Strain %		u	kg/cm ²	kg/cm ²
0	0	0	1	0	0	
	40	0,526	0,995	18	0,308765546	
	80	1,053	0,989	25	0,426572036	
	120	1,579	0,984	29	0,492191522	
	160	2,105	0,979	31	0,523322204	
	200	2,632	0,974	44	0,738786463	
	240	3,158	0,968	52	0,868391754	
	280	3,684	0,963	56	0,930108559	
	320	4,211	0,958	59	0,974580963	
	360	4,737	0,953	61,5	1,010295026	
	400	5,263	0,947	62,5	1,021050086	
	440	5,789	0,942	65	1,055992689	
	480	6,316	0,937	66	1,06624857	
	520	6,842	0,932	67	1,076322931	
	560	7,368	0,926	68,5	1,094202653	
	600	7,895	0,921	69,5	1,103868593	
	640	8,421	0,916	71	1,121249135	
	680	8,947	0,911	71,5	1,122655915	
	720	9,474	0,905	72	1,123971935	
	760	10,000	0,900	72,5	1,125197195	
	800	10,526	0,895	73	1,126331695	
	840	11,053	0,889	73,5	1,127375435	
	880	11,579	0,884	74	1,128328416	
	920	12,105	0,879	74,5	1,129190636	
	960	12,632	0,874	75	1,129962096	
	1000	13,158	0,868	76	1,138130496	
	1040	13,684	0,863	76,5	1,138675056	
	1080	14,211	0,858	77	1,139128856	
	1120	14,737	0,853	77,5	1,139491897	
	1160	15,263	0,847	78	1,139764177	
	1200	15,789	0,842	78,5	1,139945697	
	1240	16,316	0,837	79	1,140036457	
	1280	16,842	0,832	79,5	1,140036457	



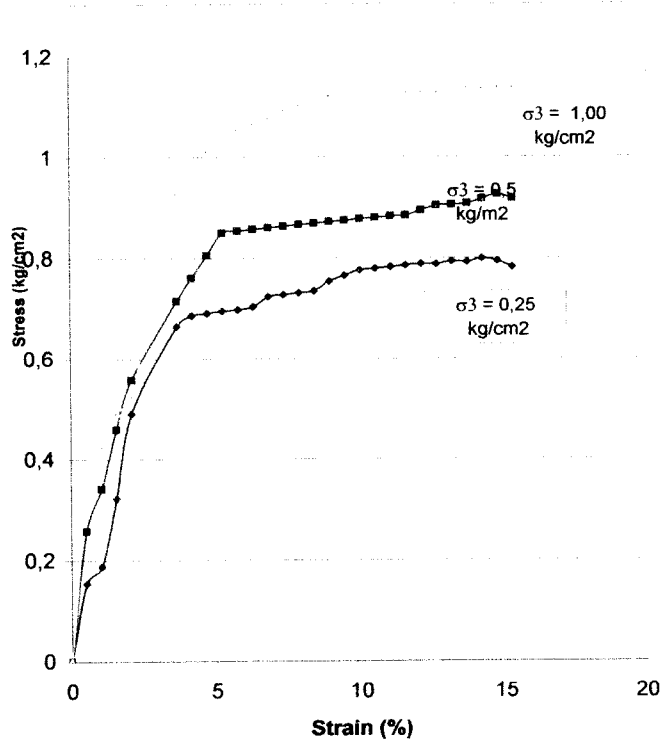
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584.

TRIAXIAL COMPRESSION TEST RESULT
UNCONSOLIDATED UNDRAINED (TXUU)

Project : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Description of soil : Clay

Sample No. : disturbed
 Date : Januari 2006
 Tested by : Team of Research

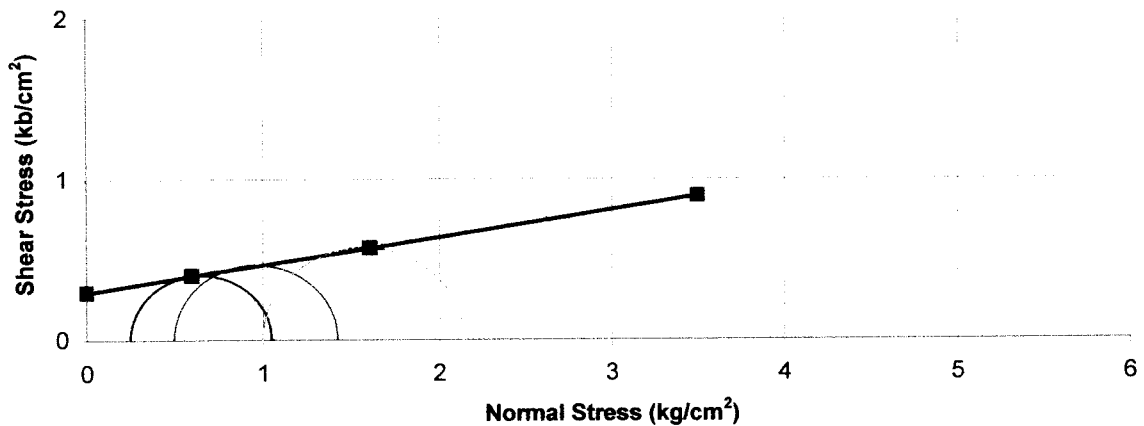


Piece No :	1	2	3
H cm	7,6	7,6	7,6
D cm	3,9	3,9	3,9
A cm ²	11,95	11,95	11,95
V cm ³	90,79	90,79	90,79
Wt gram	138,99	139,45	139,71

Water Content		
Wt Container (cup), gr	22,00	21,77
Wt of Cup + Wet soil, gr	32,30	32,76
Wt of Cup + Dry soil, gr	29,50	29,95
Water Content %	37,33	34,35
Average water content %	35,84	

γ_d gram/cm ³	1,5309143	1,535981	1,53884
γ gram/cm ³	1,1269757	1,1307055	1,13281

σ_3	0,25	0,5	1
$\Delta\sigma = P/A$	0,7988696	0,9262966	1,13976
$\sigma_1 = \Delta\sigma + \sigma_3$	1,0488696	1,4262966	2,13976
$(\sigma_1 + \sigma_3)/2$	0,6494348	0,9631483	1,56988
$(\sigma_1 - \sigma_3)/2$	0,3994348	0,4631483	0,56988
Angle of shearing resistance (ϕ)	9,67713		
Apperen cohesion (kg/cm ²)	0,29402		





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584.

TRIAXIAL COMPRESION TEST LOADING DATA

Project : Tugas Akhir
Locatior : Ngawen, Gunungkidul
Description of soil : Clay.B

Sample No. : Undisturbed
Date : Januari 2006
Tested by : Team of Research

Type of test apparatus		Dimension of test piece	Height	H cm	7,6
No. Of cell			Diameter	D cm	3,9
No. of Proving ring			Cross area	A cm ²	11,9459
Coeff. proving ring K =	0,206		Volume	V cm ³	90,7889
c = K / A	0,017244401		Wight	W gram	138,9900
Cell pesserure	0,25	Rate of compression : 0.5 %	Wet density	gr/	1,5309

Time	Strain		Reading of proving ring	Pore pressure		
	Axial deformation	Strain %		u		
				kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
0	0	0	1	0		
60	40	0,526	0,995	14	0,24015098	
120	80	1,053	0,989	21	0,35832051	
	120	1,579	0,984	28	0,4752194	
	160	2,105	0,979	34	0,573966289	
	200	2,632	0,974	38	0,638042854	
	240	3,158	0,968	39,5	0,659643736	
	280	3,684	0,963	41	0,680972338	
	320	4,211	0,958	42	0,693769499	
	360	4,737	0,953	42,5	0,698171359	
	400	5,263	0,947	43	0,702482459	
	440	5,789	0,942	43,5	0,7067028	
	480	6,316	0,937	44	0,71083238	
	520	6,842	0,932	45,5	0,730935722	
	560	7,368	0,926	45,7	0,730000894	
	600	7,895	0,921	46	0,730618062	
	640	8,421	0,916	47	0,742235343	
	680	8,947	0,911	47,5	0,745820363	
	720	9,474	0,905	48	0,749314623	
	760	10,000	0,900	48,5	0,752718124	
	800	10,526	0,895	49	0,756030864	
	840	11,053	0,889	50	0,766922065	
	880	11,579	0,884	50,5	0,770007905	
	920	12,105	0,879	51	0,773002985	
	960	12,632	0,874	52	0,783440386	
	1000	13,158	0,868	52,5	0,786208567	
	1040	13,684	0,863	52,3	0,778466738	
	1080	14,211	0,858	52,1	0,770761213	
	1120	14,737	0,853	52	0,764562305	



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584.

TRIAXIAL COMPRESION TEST LOADING DATA

Project : Tugas Akhir
Location : Ngawen, Gunungkidul
Description of soil : Clay .B

Sample No. : disturbed
Date : Januari 2006
Tested by : Team of Research

Type of test apparatus		Dimension of test piece	Height	H cm	7,6
Type of cell			Diameter	D cm	3,9
Type of Proving ring			Cross area	A cm ²	11,9459
Coeff. proving ring K =	0,206		Volume	V cm ³	90,7889
K/A	0,017244401		Weight	W gram	139,4500
Cell pressure	0,50		Wet density	gr/cm ³	1,5360
			Rate of compression : 0.5 %		

Time	Strain		Reading of proving ring	Pore pressure u
	Axial deformation	Strain %		
0	0	0	0	0
	40	0,526	13	0,222997339
	80	1,053	21	0,35832051
	120	1,579	27	0,458247279
	160	2,105	31	0,523322204
	200	2,632	35	0,58767105
	240	3,158	38	0,634593974
	280	3,684	41	0,680972338
	320	4,211	43	0,71028782
	360	4,737	45	0,739240263
	400	5,263	46	0,751492864
	440	5,789	48	0,779809986
	480	6,316	49	0,791608787
	520	6,842	49,5	0,795193807
	560	7,368	50	0,798688068
	600	7,895	51	0,810033069
	640	8,421	52	0,82119655
	680	8,947	52,5	0,82432777
	720	9,474	53,5	0,835173591
	760	10,000	54	0,838077911
	800	10,526	55	0,848606072
	840	11,053	56	0,858952713
	880	11,579	57	0,869117834
	920	12,105	58	0,879101434
	960	12,632	59	0,888903515
	1000	13,158	60	0,898524076
	1040	13,684	59,8	0,890101547
	1080	14,211	59,7	0,883194711
	1120	14,737	59,4	0,873365402



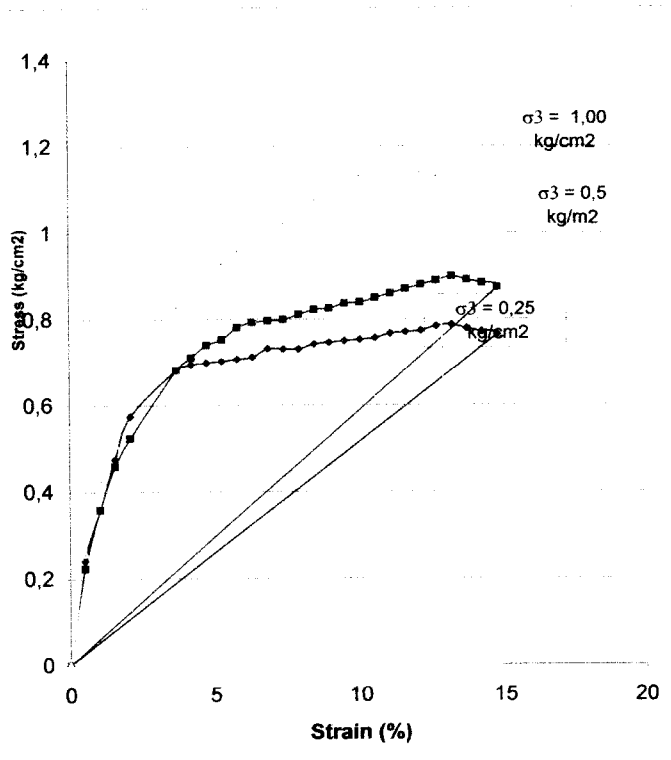
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584.

TRIAXIAL COMPRESSION TEST RESULT
UNCONSOLIDATED UNDRAINED (TXUU)

Project : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Description of soil : Clay .B

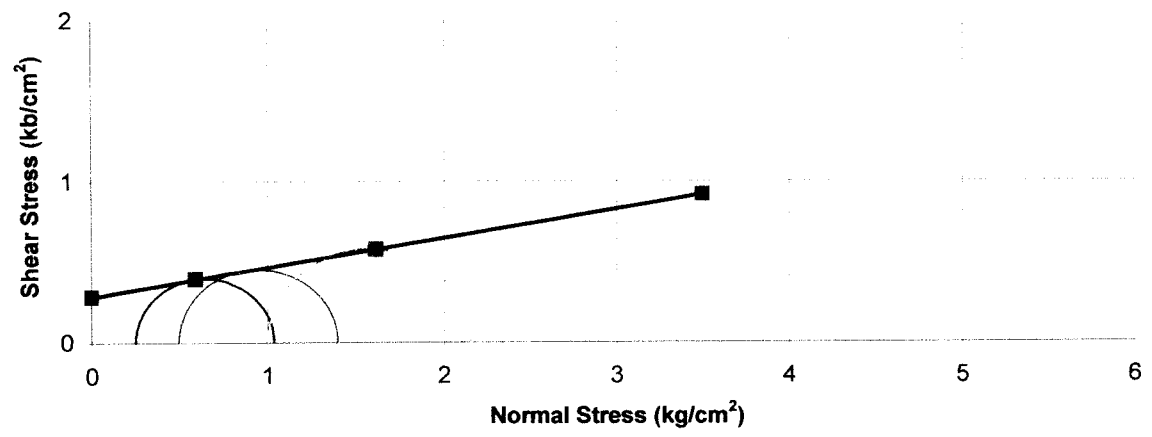
Sample No. : disturbed
 Date : Januari 2006
 Tested by : Team of Research



Piece No :	1	2	3
H cm	7,6	7,6	7,6
D cm	3,9	3,9	3,9
A cm ²	11,95	11,95	11,95
V cm ³	90,79	90,79	90,79
Wt gram	138,99	139,45	139,71
Water Content			
Wt Container (cup), gr	22,00	21,77	
Wt of Cup + Wet soil, gr	32,30	32,76	
Wt of Cup + Dry soil, gr	29,50	29,95	
Water Content %	37,33	34,35	
Average water content %	35,84		

γ_d gram/cm ³	1,5309143	1,535981	1,53884
γ_d gram/cm ³	1,1269757	1,1307055	1,13281

σ_3	0,25	0,5	1
$\Delta\sigma = P/A$	0,7862086	0,8985241	1,1512
$\sigma_1 = \Delta\sigma + \sigma_3$	1,0362086	1,3985241	2,1512
$(\sigma_1 + \sigma_3)/2$	0,6431043	0,949262	1,5756
$(\sigma_1 - \sigma_3)/2$	0,3931043	0,449262	0,5756
Angle of shearing resistance (ϕ)	10,2216		
Apperen cohesion (kg/cm ²)	0,28285		





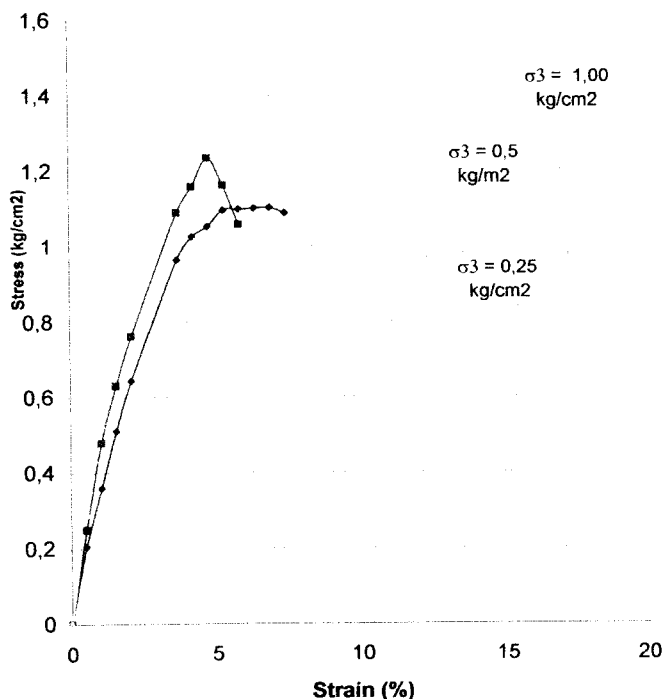
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584.

TRIAxIAL COMPRESSION TEST RESULT
UNCONSOLIDATED UNDRAINED (TXUU)

Project : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Description of soil : Clay (w optimum)-a

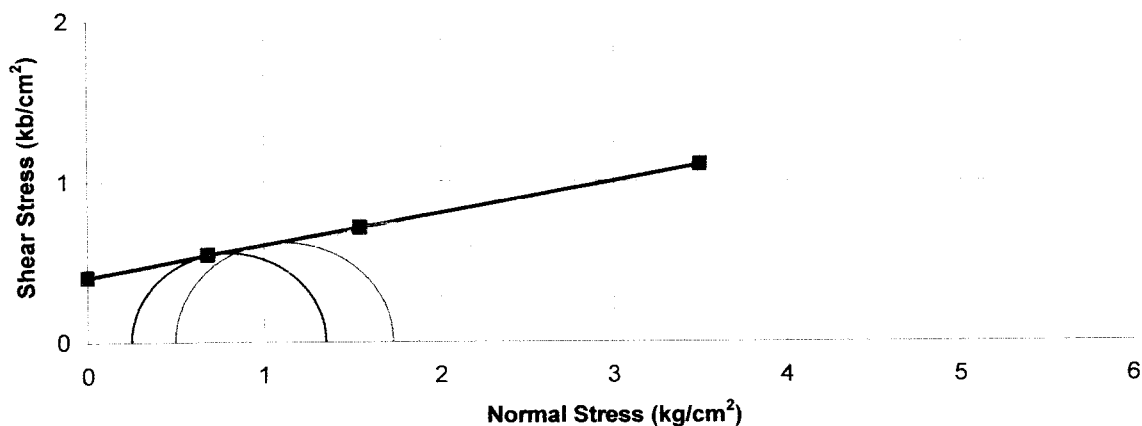
Sample No. : disturbed
 Date : 16 Februari 2006
 Tested by : Team of Research



Piece No :	1	2	3
H cm	7,6	7,6	7,6
D cm	3,9	3,9	3,9
A cm ²	11,95	11,95	11,95
V cm ³	90,79	90,79	90,79
Wt gram	138,99	139,45	139,71
Water Content			
Wt Container (cup), gr	22,00	21,77	
Wt of Cup + Wet soil, gr	32,30	32,76	
Wt of Cup + Dry soil, gr	29,50	29,95	
Water Content %	37,33	34,35	
Average water content %	35,84		

γ_d gram/cm ³	1,5309143	1,535981	1,53884
γ gram/cm ³	1,1269757	1,1307055	1,13281

σ_3	0,25	0,5	1
$\Delta\sigma = P/A$	1,1004197	1,2320671	1,47013
$\sigma_1 = \Delta\sigma + \sigma_3$	1,3504197	1,7320671	2,47013
$(\sigma_1 + \sigma_3)/2$	0,8002099	1,1160336	1,73507
$(\sigma_1 - \sigma_3)/2$	0,5502099	0,6160336	0,73507
Angle of shearing resistance (α)	11,312		
Apperen cohesion (kg/cm ²)	0,401		





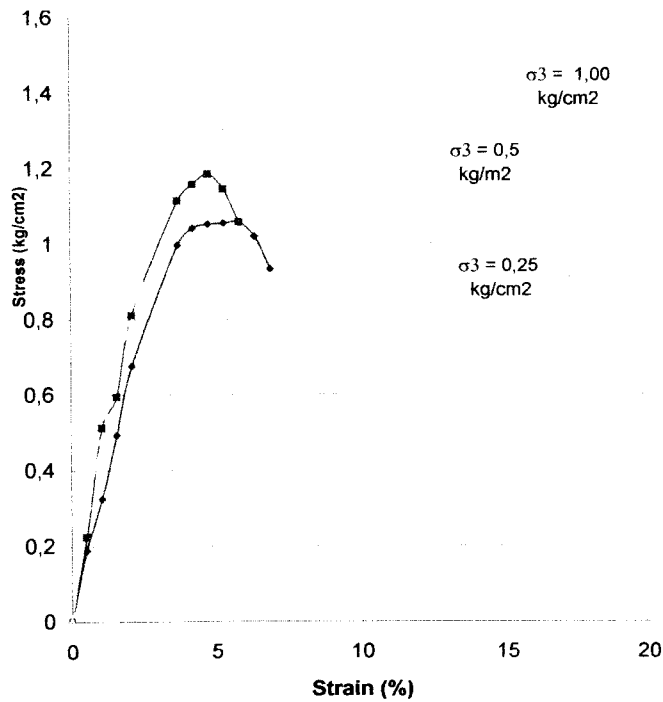
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584.

TRIAXIAL COMPRESSION TEST RESULT
UNCONSOLIDATED UNDRAINED (TXUU)

Project : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Description of soil : Clay (w optimum)-b

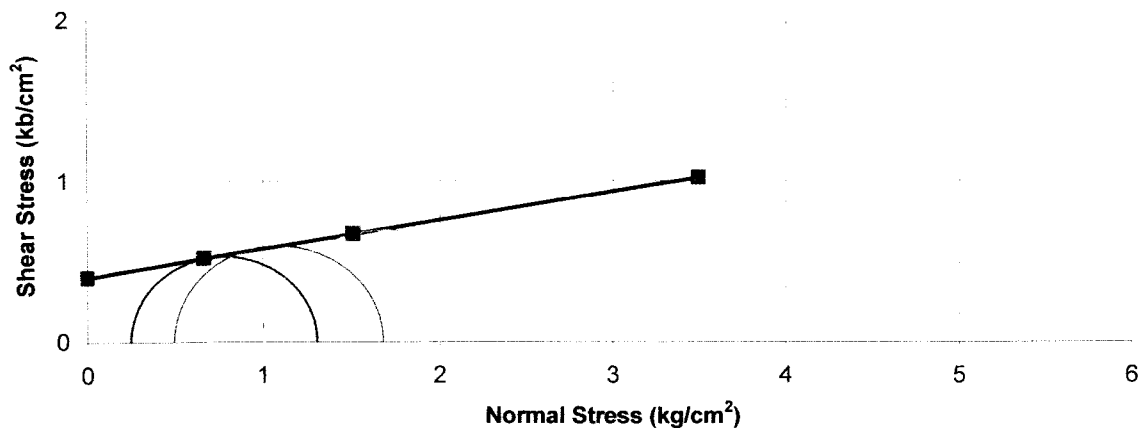
Sample No. : disturbed
 Date : 16 Februari 2006
 Tested by : Team of Research



Piece No :	1	2	3
H cm	7,6	7,6	7,6
D cm	3,9	3,9	3,9
A cm ²	11,95	11,95	11,95
V cm ³	90,79	90,79	90,79
Wt gram	139,61	139,55	139,74
Water Content			
Wt Container (cup), gr	22,00	21,77	
Wt of Cup + Wet soil, gr	32,30	32,76	
Wt of Cup + Dry soil, gr	29,50	29,95	
Water Content %	37,33	34,35	
Average water content %	35,84		

γ_d gram/cm ³	1,5377433	1,5370824	1,53918
γ_w gram/cm ³	1,1320028	1,1315163	1,13306

σ_3	0,25	0,5	1
$\Delta\sigma = P/A$	1,0559927	1,1827844	1,37992
$\sigma_1 = \Delta\sigma + \sigma_3$	1,3059927	1,6827844	2,37992
$(\sigma_1 + \sigma_3)/2$	0,7779963	1,0913922	1,68996
$(\sigma_1 - \sigma_3)/2$	0,5279963	0,5913922	0,68996
Angle of shearing resistance (ϕ)	10,0868		
Apperen cohesion (kg/cm ²)	0,39759		





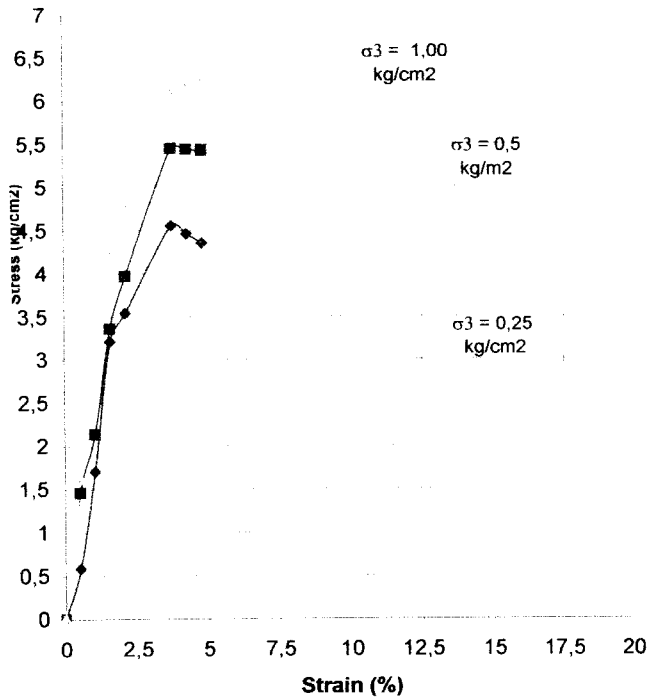
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584.

TRIAXIAL COMPRESSION TEST RESULT
UNCONSOLIDATED UNDRAINED (TXUU)

Project : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Description of soil : Clay (W optm) + kapur karbit 8%

Sample No. : disturbed
 Date : 14 Februari 2006
 Tested by : Team of Research

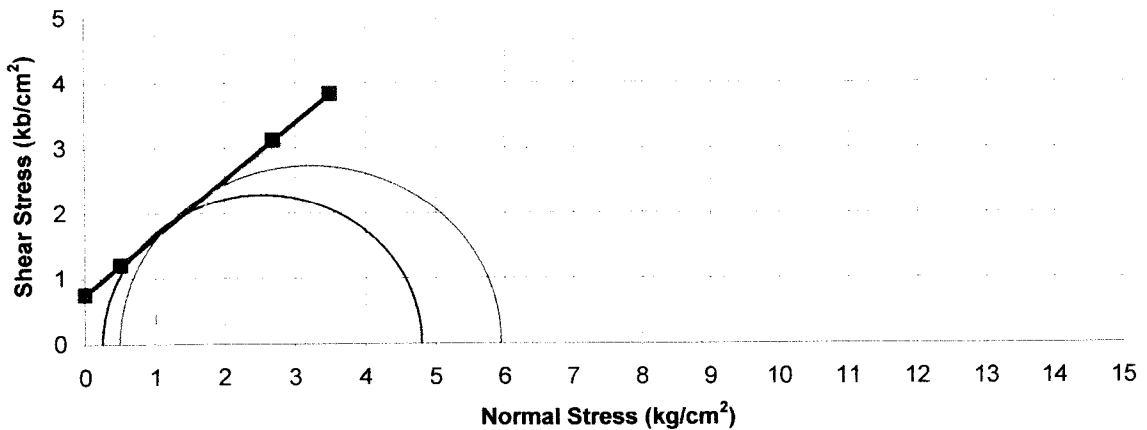


Piece No :	1	2	3
H cm	7,6	7,6	7,6
D cm	3,9	3,9	3,9
A cm ²	11,94	11,94	11,94
V cm ³	90,74	90,74	90,74
Wt gram	139,52	139,58	139,25

Water Content		
Wt Container (cup), gr	22,00	21,77
Wt of Cup + Wet soil, gr	32,30	32,76
Wt of Cup + Dry soil, gr	29,50	29,95
Water Content %	37,33	34,35
Average water content %	35,84	

γ _d gram/cm ³	1,557242	1,5579117	1,55423
γ _t gram/cm ³	1,1463567	1,1468497	1,14414

σ ₃	0,25	0,5	1
Δσ = P/A	4,5485673	5,4450002	6,98909
σ ₁ = Δσ + σ ₃	4,7985673	5,9450002	7,98909
(σ ₁ + σ ₃)/2	2,5242836	3,2225001	4,49454
(σ ₁ - σ ₃)/2	2,2742836	2,7225001	3,49454
Angle of shearing resistance (φ)	41,2198		
Apperen cohesion (kg/cm ²)	0,75296		





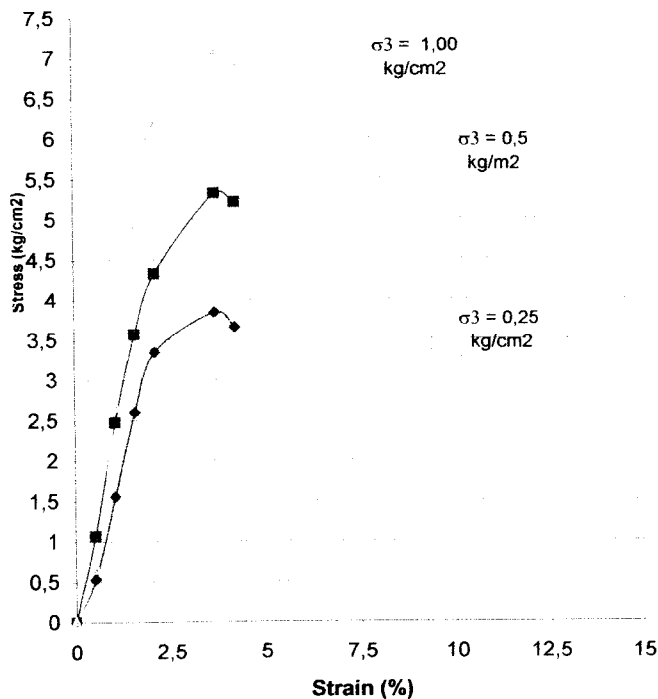
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584.

TRIAxIAL COMPRESSION TEST RESULT
UNCONSOLIDATED UNDRAINED (TXUU)

Project : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Description of soil : Clay (W optm) + kapur karbit 8%(b)

Sample No. : disturbed
 Date : 14 Februari 2006
 Tested by : Team of Research

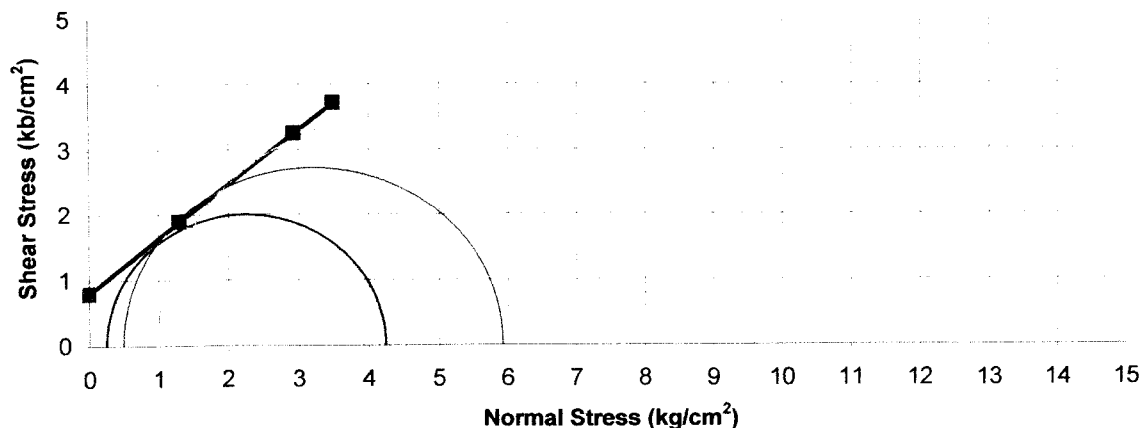


Piece No :	1	2	3
H cm	7,6	7,6	7,6
D cm	3,9	3,9	3,9
A cm ²	11,94	11,94	11,94
V cm ³	90,74	90,74	90,74
Wt gram	139,51	139,47	139,71

Water Content		
Wt Container (cup), gr	22,00	21,77
Wt of Cup + Wet soil, gr	32,30	32,76
Wt of Cup + Dry soil, gr	29,50	29,95
Water Content %	37,33	34,35
Average water content %	35,84	

γ_d gram/cm ³	1,5366418	1,5362012	1,53884
γ_w gram/cm ³	1,131192	1,1308677	1,13281

σ_3	0,25	0,5	1
$\Delta\sigma = P/A$	3,9912621	5,4274485	7,10242
$\sigma_1 = \Delta\sigma + \sigma_3$	4,2412621	5,9274485	8,10242
$(\sigma_1 + \sigma_3)/2$	2,245631	3,2137242	4,55121
$(\sigma_1 - \sigma_3)/2$	1,995631	2,7137242	3,55121
Angle of shearing resistance (ϕ)	39,7794		
Apperen cohesion (kg/cm ²)	0,7973		





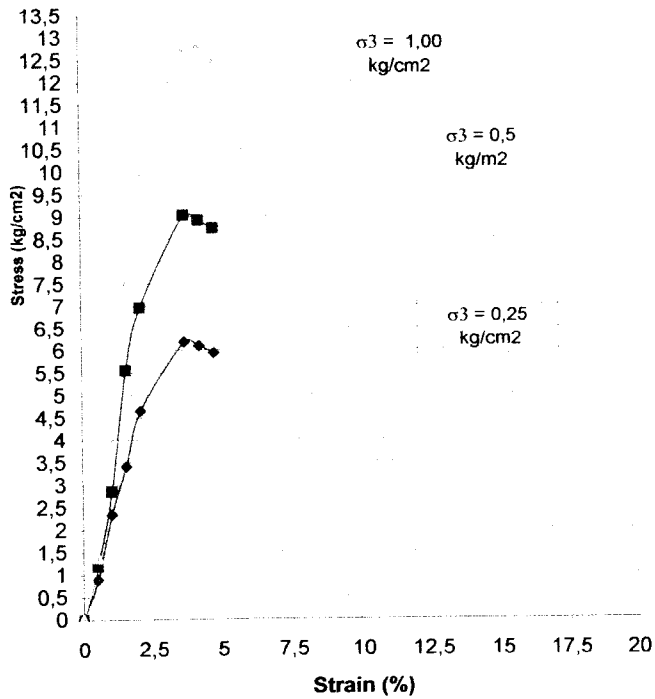
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584.

TRIAXIAL COMPRESSION TEST RESULT
UNCONSOLIDATED UNDRAINED (TXUU)

Project : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Description of soil : Clay (W optm) + kapur karbit 12%(a)

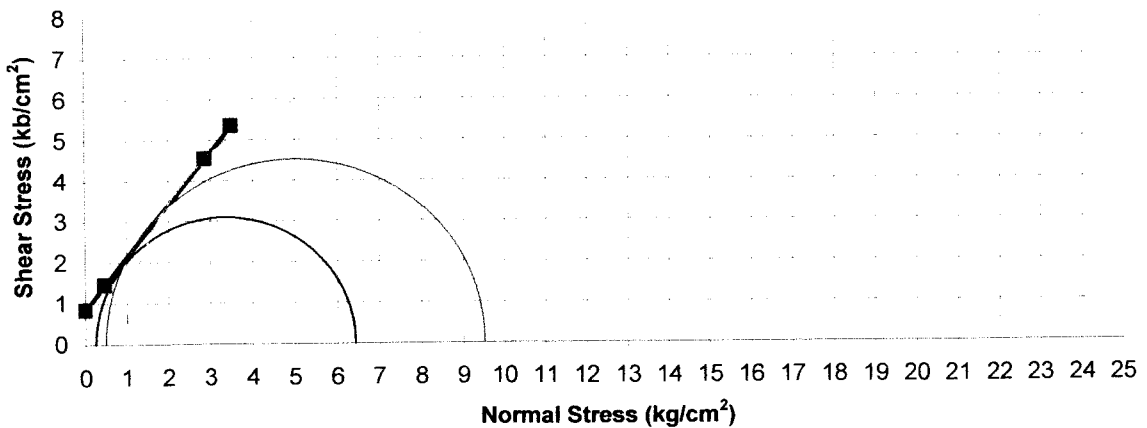
Sample No. : disturbed
 Date : 14 Februari 2006
 Tested by : Team of Research



Piece No :	1	2	3
H cm	7,6	7,6	7,6
D cm	3,9	3,9	3,9
A cm ²	11,94	11,94	11,94
V cm ³	90,74	90,74	90,74
Wt gram	139,24	139,61	139,58
Water Content			
Wt Container (cup), gr	22,00	21,77	
Wt of Cup + Wet soil, gr	32,30	32,76	
Wt of Cup + Dry soil, gr	29,50	29,95	
Water Content %	37,33	34,35	
Average water content %	35,84		

γ_d gram/cm ³	1,5336679	1,5377433	1,53741
γ_{sat} gram/cm ³	1,1290028	1,1320028	1,13176

σ_3	0,25	0,5	1
$\Delta\sigma = P/A$	6,1785783	9,0187312	12,8347
$\sigma_1 = \Delta\sigma + \sigma_3$	6,4285783	9,5187312	13,8347
$(\sigma_1 + \sigma_3)/2$	3,3392891	5,0093656	7,41737
$(\sigma_1 - \sigma_3)/2$	3,0892891	4,5093656	6,41737
Angle of shearing resistance (ϕ)	52,0867		
Apparent cohesion (kg/cm ²)	0,84053		





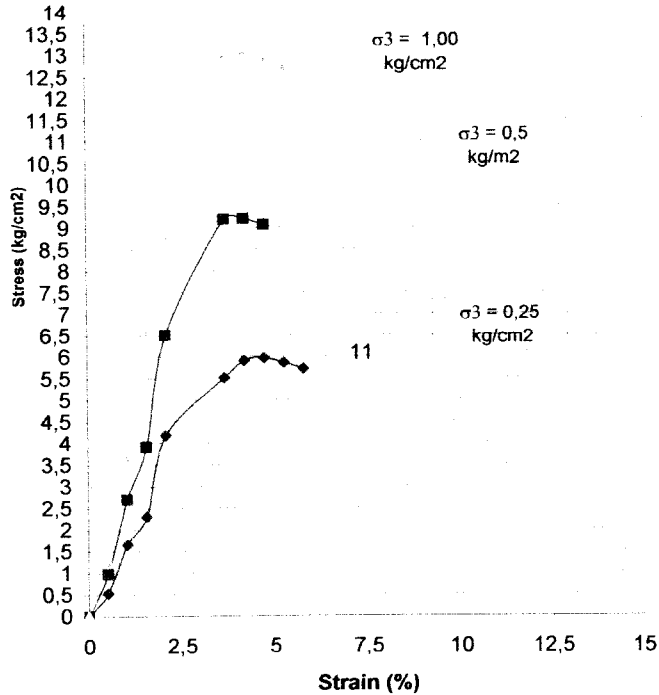
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584.

TRIAXIAL COMPRESSION TEST RESULT
UNCONSOLIDATED UNDRAINED (TXUU)

Project : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Description of soil : Clay (W optm) + kapur karbit12%(b)

Sample No. : disturbed
 Date : 15 Februari2006
 Tested by : Team of Research

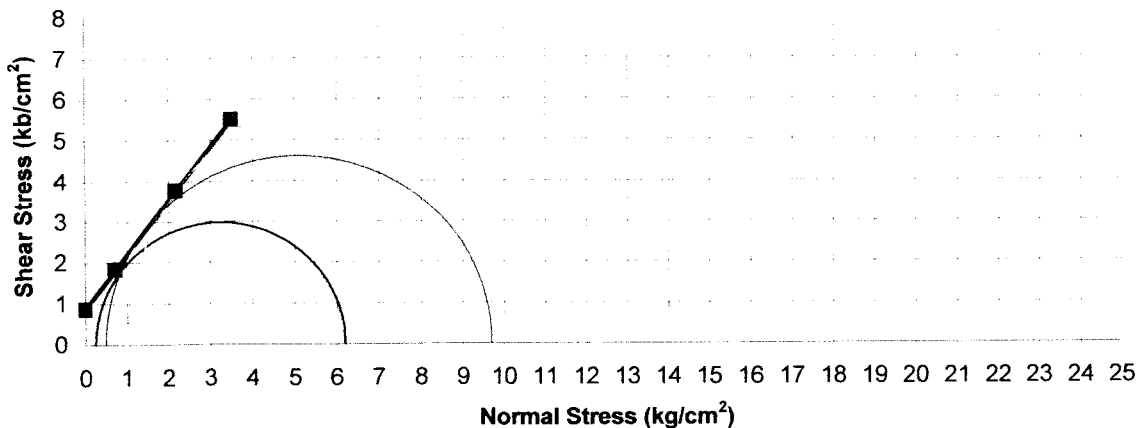


Piece No :	1	2	3
H cm	7,6	7,6	7,6
D cm	3,9	3,9	3,9
A cm ²	11,94	11,94	11,94
V cm ³	90,74	90,74	90,74
Wt gram	139,34	139,58	139,67

Water Content		
Wt Container (cup), gr	22,00	21,77
Wt of Cup + Wet soil, gr	32,30	32,76
Wt of Cup + Dry soil, gr	29,50	29,95
Water Content %	37,33	34,35
Average water content %	35,84	

γ_d gram/cm ³	1,5347694	1,5374128	1,5384
γ_{sat} gram/cm ³	1,1298136	1,1317596	1,13249

σ_3	0,25	0,5	1
$\Delta\sigma = P/A$	5,9467772	9,200705	13,099
$\sigma_1 = \Delta\sigma + \sigma_3$	6,1967772	9,700705	14,099
$(\sigma_1 + \sigma_3)/2$	3,2233886	5,1003525	7,54951
$(\sigma_1 - \sigma_3)/2$	2,9733886	4,6003525	6,54951
Angle of shearing resistance (ϕ)	52,9357		
Apperen cohesion (kg/cm ²)	0,86452		





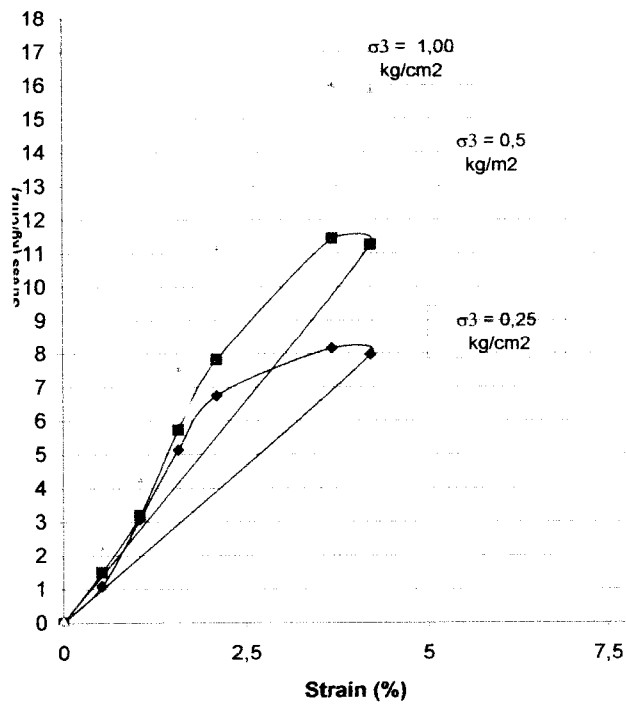
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584.

TRIAxIAL COMPRESSION TEST RESULT
UNCONSOLIDATED UNDRAINED (TXUU)

Project : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Description of soil : Clay (W optm) + kapur karbit 16%(a)

Sample No. : disturbed
 Date : 15 Februari 2006
 Tested by : Team of Research

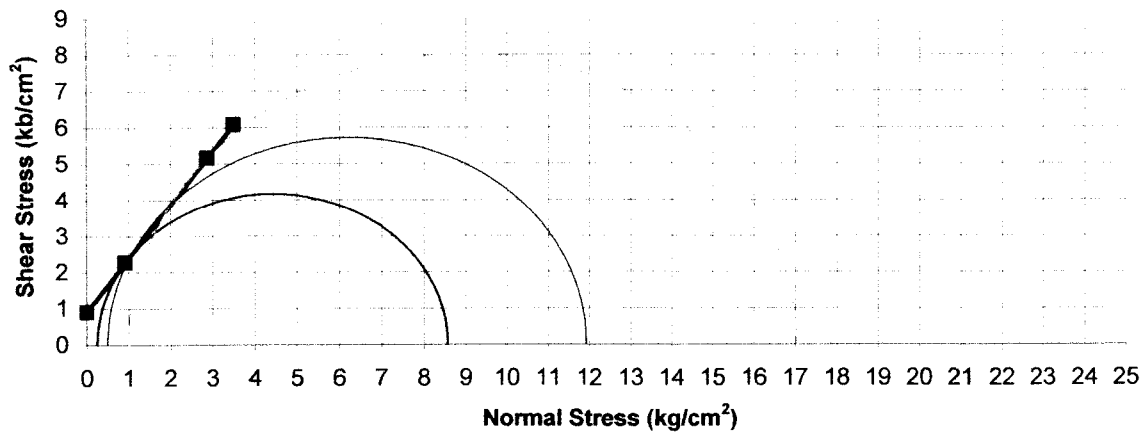


Piece No :	1	2	3
H cm	7,6	7,6	7,6
D cm	3,9	3,9	3,9
A cm²	11,94	11,94	11,94
V cm³	90,74	90,74	90,74
Wt gram	139,37	139,57	139,62

Water Content		
Wt Container (cup), gr	22,00	21,77
Wt of Cup + Wet soil, gr	32,30	32,76
Wt of Cup + Dry soil, gr	29,50	29,95
Water Content %	37,33	34,35
Average water content %	35,84	

γ_d gram/cm³	1,5350998	1,5373027	1,53785
γ_{sat} gram/cm³	1,1300568	1,1316785	1,13208

σ_3	0,25	0,5	1
$\Delta\sigma = P/A$	8,316521	11,427048	16,0278
$\sigma_1 = \Delta\sigma + \sigma_3$	8,566521	11,927048	17,0278
$(\sigma_1 + \sigma_3)/2$	4,4082605	6,213524	9,01388
$(\sigma_1 - \sigma_3)/2$	4,1582605	5,713524	8,01388
Angle of shearing resistance (ϕ)	55,9034		
Apperen cohesion (kg/cm²)	0,90449		





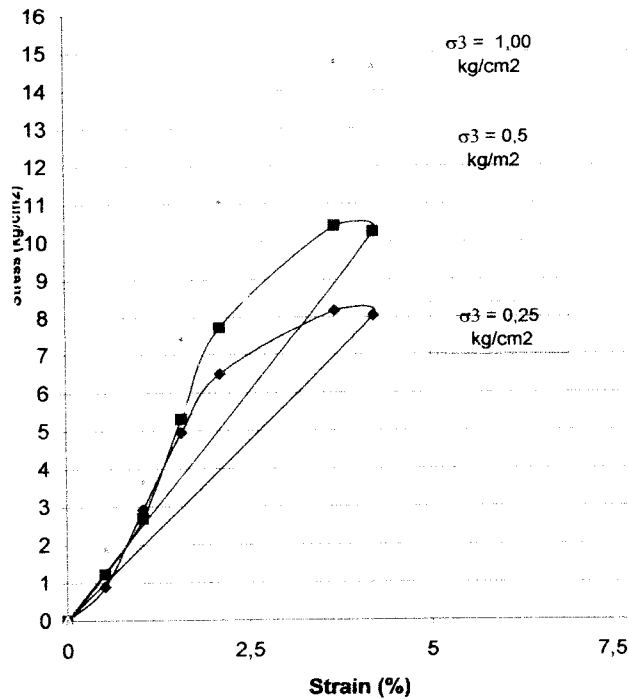
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584.

TRIAXIAL COMPRESSION TEST RESULT
UNCONSOLIDATED UNDRAINED (TXUU)

Project : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Description of soil : Clay (W_{optm}) + kapur karbit 16%(b)

Sample No. : disturbed
 Date : 15 Februari 2006
 Tested by : Team of Research

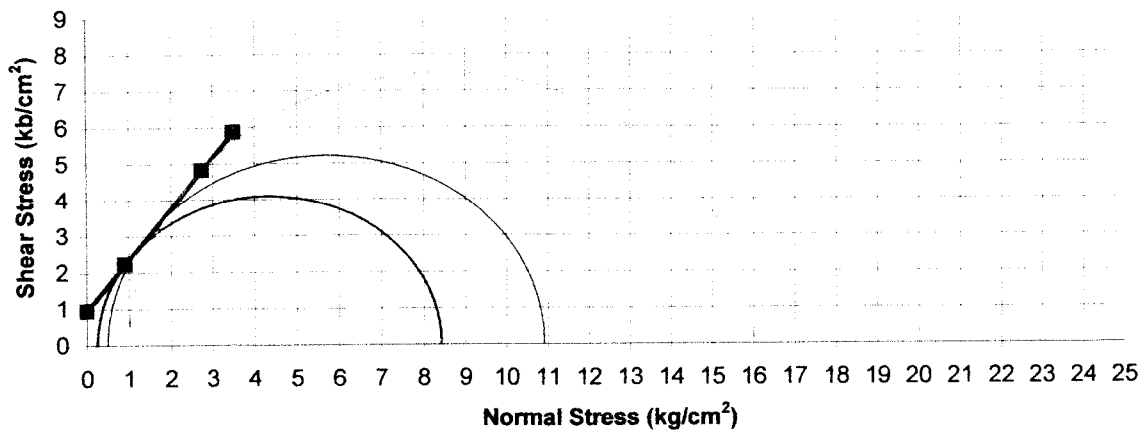


Piece No :	1	2	3
H cm	7,6	7,6	7,6
D cm	3,9	3,9	3,9
A cm ²	11,94	11,94	11,94
V cm ³	90,74	90,74	90,74
Wt gram	139,37	139,57	139,62

Water Content		
Wt Container (cup), gr	22,00	21,77
Wt of Cup + Wet soil, gr	32,30	32,76
Wt of Cup + Dry soil, gr	29,50	29,95
Water Content %	37,33	34,35
Average water content %	35,84	

γ_d gram/cm ³	1,5350998	1,5373027	1,53785
γ_w gram/cm ³	1,1300568	1,1316785	1,13208

σ_3	0,25	0,5	1
$\Delta\sigma = P/A$	8,1716681	10,413894	14,9798
$\sigma_1 = \Delta\sigma + \sigma_3$	8,4216681	10,913894	15,9798
$(\sigma_1 + \sigma_3)/2$	4,335834	5,706947	8,48988
$(\sigma_1 - \sigma_3)/2$	4,085834	5,206947	7,48988
Angle of shearing resistance (ϕ)	54,5536		
Apperen cohesion (kg/cm ²)	0,94818		





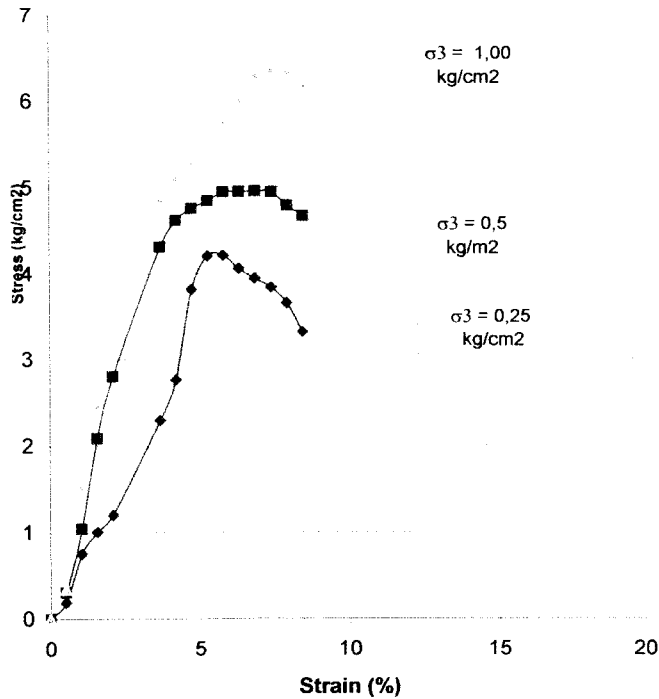
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584.

TRIAXIAL COMPRESSION TEST RESULT
UNCONSOLIDATED UNDRAINED (TXUU)

Project : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Description of soil : Clay (W optm) + Geotekstil 1 lapis

Sample No. : disturbed
 Date : 16Februari2006
 Tested by : Team of Research

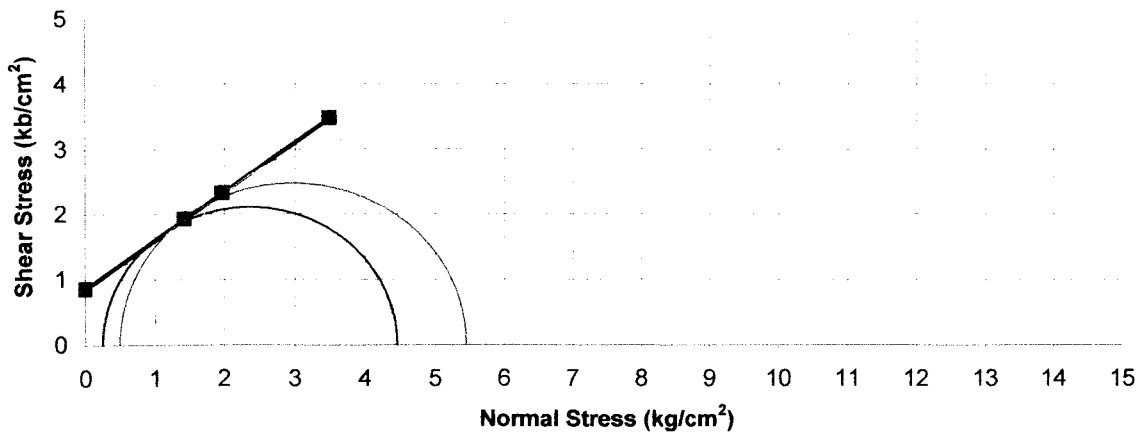


Piece No :	1	2	3
H cm	7,6	7,6	7,6
D cm	3,9	3,9	3,9
A cm ²	11,95	11,95	11,95
V cm ³	90,79	90,79	90,79
Wt gram	139,10	138,98	139,25

Water Content		
Wt Container (cup), gr	22,00	21,77
Wt of Cup + Wet soil, gr	32,30	32,76
Wt of Cup + Dry soil, gr	29,50	29,95
Water Content %	37,33	34,35
Average water content %	35,84	

γ_d gram/cm ³	1,5321259	1,5308041	1,53378
γ_{sat} gram/cm ³	1,1278676	1,1268946	1,12908

σ_3	0,25	0,5	1
$\Delta\sigma = P/A$	4,2077247	4,9478726	6,35756
$\sigma_1 = \Delta\sigma + \sigma_3$	4,4577247	5,4478726	7,35756
$(\sigma_1 + \sigma_3)/2$	2,3538624	2,9739363	4,17878
$(\sigma_1 - \sigma_3)/2$	2,1038624	2,4739363	3,17878
Angle of shearing resistance (o)	36,7725		
Apparent cohesion (kg/cm ²)	0,85208		





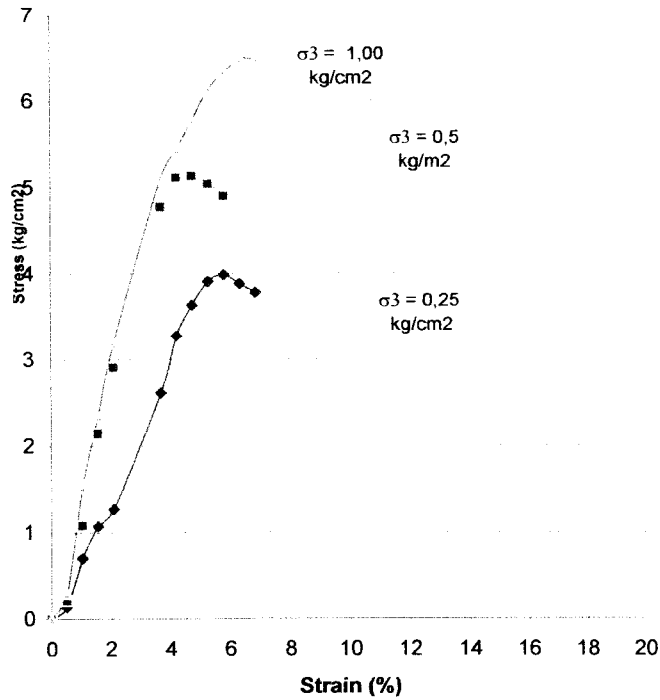
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584.

TRIAXIAL COMPRESSION TEST RESULT
UNCONSOLIDATED UNDRAINED (TXUU)

Project : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Description of soil : Clay (W optm) + Geotekstil 1 lapis (B)

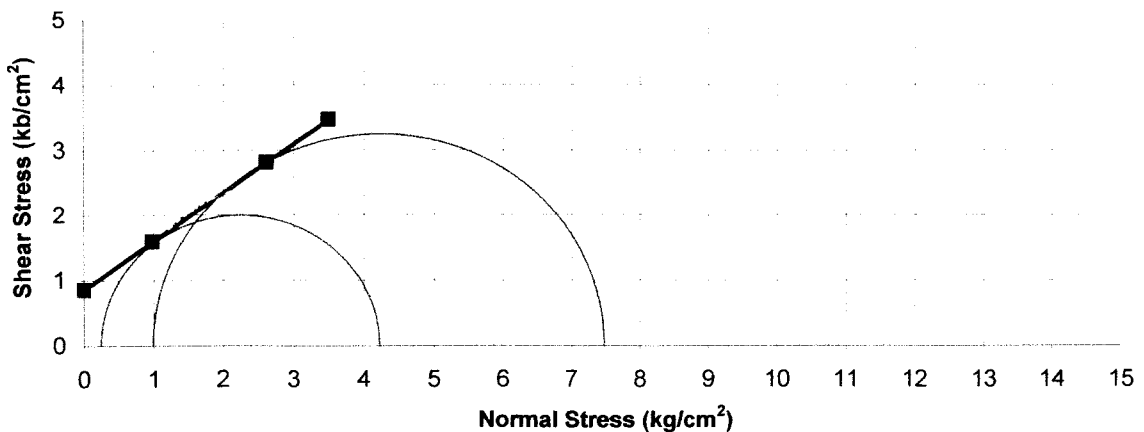
Sample No. : disturbed
 Date : 16 Februari 2006
 Tested by : Team of Research



Piece No :	1	2	3
H cm	7,6	7,6	7,6
D cm	3,9	3,9	3,9
A cm ²	11,95	11,95	11,95
V cm ³	90,79	90,79	90,79
Wt gram	138,97	139,57	139,61
Water Content			
Wt Container (cup), gr	22,00	21,77	
Wt of Cup + Wet soil, gr	32,30	32,76	
Wt of Cup + Dry soil, gr	29,50	29,95	
Water Content %	37,33	34,35	
Average water content %	35,84		

γ_d gram/cm ³	1,530694	1,5373027	1,53774
γ_d gram/cm ³	1,1268135	1,1316785	1,132

σ_3	0,25	0,5	1
$\Delta\sigma = P/A$	3,9802801	5,1253992	6,47827
$\sigma_1 = \Delta\sigma + \sigma_3$	4,2302801	5,6253992	7,47827
$(\sigma_1 + \sigma_3)/2$	2,2401401	3,0626996	4,23913
$(\sigma_1 - \sigma_3)/2$	1,9901401	2,5626996	3,23913
Angle of shearing resistance (ϕ)	36,687		
Apperen cohesion (kg/cm ²)	0,85353		





LABORATORIUM MEKANIK TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584.

TRIAxIAL COMPRESION TEST LOADING DATA

Object : Tugas Akhir

Sample No. : Disturbed

Location : Ngawen, Gunungkidul

Date : 17 Februari 2006

Description of soil : Clay (w optm)+geotekstil 2 Ips (a)

Tested by : Team of Research

Type of test apparatus		Dimension of test piece	Height	H cm	7,6
Type of cell			Diameter	D cm	3,9
Type of Proving ring			Cross area	A cm ²	11,9459
Eff. proving ring K =	0,206		Volume	V cm ³	90,7889
K / A	0,017244401		Weight	W gram	138,9900
Cell pressure	0,25	Rate of compression : 0.5 %	Wet density	gr/	1,5309

Time	Strain		Reading of proving ring	Pore pressure	
	Axial deformation	Strain %		u kg/cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0	0	
60	40	0,526	7	0,12007549	
120	80	1,053	16	0,273006103	
	120	1,579	49	0,83163395	
	160	2,105	86	1,451797083	
	200	2,632	122	2,048453374	
	240	3,158	154	2,571775578	
	280	3,684	173	2,873371083	
	320	4,211	186	3,07240778	
	360	4,737	211	3,466215454	
	400	5,263	238	3,888158729	
	440	5,789	254	4,12649451	
	480	6,316	271	4,378081251	
	520	6,842	282	4,530195024	
	560	7,368	295	4,712259599	
	600	7,895	291	4,621953391	
	640	8,421	285	4,500788781	



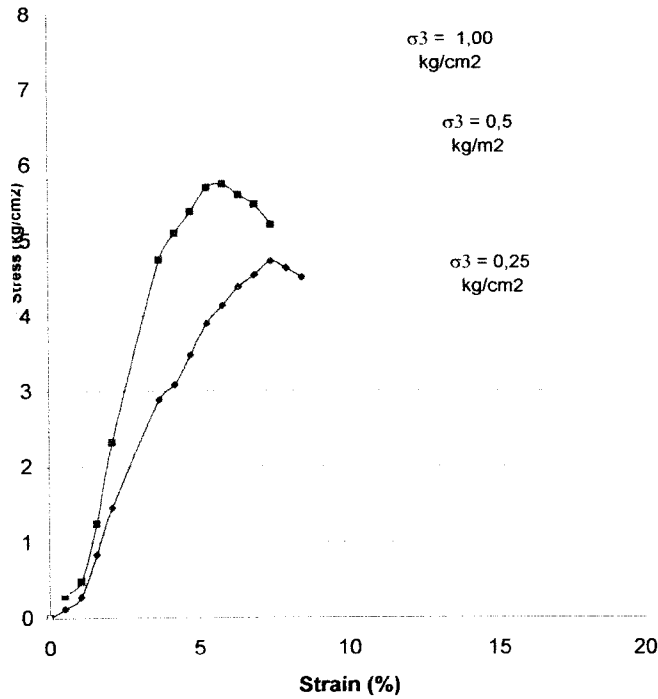
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584.

TRIAXIAL COMPRESSION TEST RESULT
UNCONSOLIDATED UNDRAINED (TXUU)

Project : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Description of soil : Clay (W optm) + Geotekstil 2 lapis (a)

Sample No. : disturbed
 Date : 17 Februari 2006
 Tested by : Team of Research

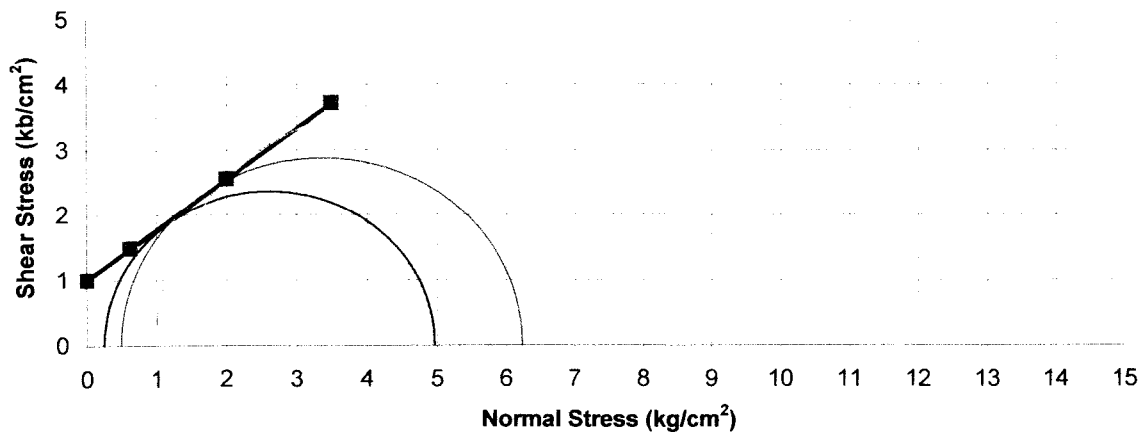


Piece No :	1	2	3
H cm	7,6	7,6	7,6
D cm	3,9	3,9	3,9
A cm ²	11,95	11,95	11,95
V cm ³	90,79	90,79	90,79
Wt gram	138,99	139,45	139,71

Water Content		
Wt Container (cup), gr	22,00	21,77
Wt of Cup + Wet soil, gr	32,30	32,76
Wt of Cup + Dry soil, gr	29,50	29,95
Water Content %	37,33	34,35
Average water content %	35,84	

γ_d gram/cm ³	1,5309143	1,535981	1,53884
γ_d gram/cm ³	1,1269757	1,1307055	1,13281

σ_3	0,25	0,5	1
$\Delta\sigma = P/A$	4,7122596	5,7348526	7,47
$\sigma_1 = \Delta\sigma + \sigma_3$	4,9622596	6,2348526	8,47
$(\sigma_1 + \sigma_3)/2$	2,6061298	3,3674263	4,735
$(\sigma_1 - \sigma_3)/2$	2,3561298	2,8674263	3,735
Angle of shearing resistance (ϕ)	37,7812		
Apperen cohesion (kg/cm ²)	0,99433		





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584.

TRIAxIAL COMPRESION TEST LOADING DATA

Subject : Tugas Akhir	Sample No. : disturbed	
Location : Ngawen, Gunungkidul	Date : 17 Februari 2006	
Description of soil : Clay (w optm)+ geotekstil 2 lapis (b)	Tested by : Team of Research	
Type of test apparatus	Height H cm	7,6
Type of cell	Diameter D cm	3,9
Type of Proving ring	Cross area A cm ²	11,9459
Factor of proving ring K =	Volume V cm ³	90,7889
W / A	Wight W gram	139,5300
Pressure	Wet density	gr/cm ³ 1,5369
	Rate of compression : 0.5 %	

Time	Strain		Reading of proving ring	kg/cm ²	Pore pressure	
	Axial deformation	Strain %			u	
					kg/cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0	0		
	40	0,526	0,995	13	0,222997339	
	80	1,053	0,989	21	0,35832051	
	120	1,579	0,984	86	1,459602444	
	160	2,105	0,979	143	2,414034684	
	200	2,632	0,974	186	3,123051865	
	240	3,158	0,968	231	3,857663367	
	280	3,684	0,963	263	4,36818841	
	320	4,211	0,958	283	4,674684956	
	360	4,737	0,953	306	5,026833786	
	400	5,263	0,947	319	5,211439641	
	440	5,789	0,942	333	5,409931778	
	480	6,316	0,937	339	5,476640384	
	520	6,842	0,932	343	5,510130827	
	560	7,368	0,926	345	5,510947667	
	600	7,895	0,921	346	5,495518465	
	640	8,421	0,916	337	5,321985331	
	680	8,947	0,911	328	5,150085876	



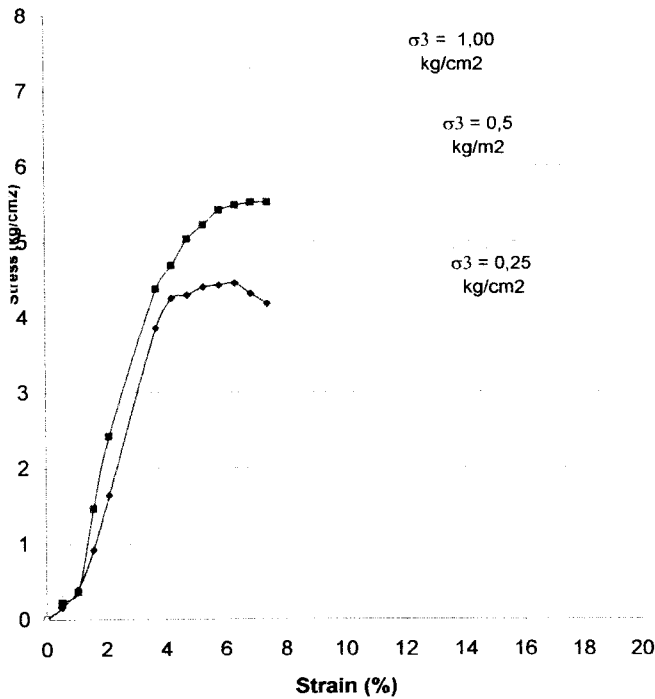
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584.

TRIAXIAL COMPRESSION TEST RESULT
UNCONSOLIDATED UNDRAINED (TXUU)

Project : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Description of soil : Clay (W optm) + Geotekstil 2 lapis (b)

Sample No. : disturbed
 Date : 17 Februari 2006
 Tested by : Team of Research

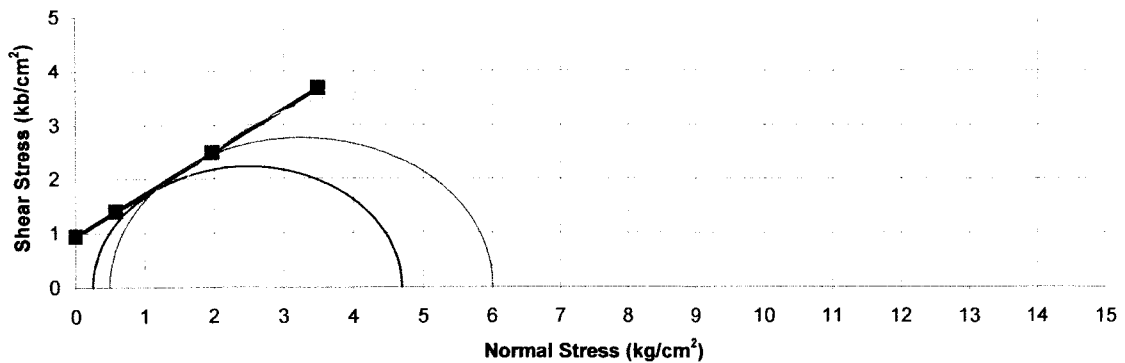


Piece No :	1	2	3
H cm	7,6	7,6	7,6
D cm	3,9	3,9	3,9
A cm²	11,95	11,95	11,95
V cm³	90,79	90,79	90,79
Wt gram	139,15	139,53	139,65

Water Content		
Wt Container (cup), gr	22,00	21,77
Wt of Cup + Wet soil, gr	32,30	32,76
Wt of Cup + Dry soil, gr	29,50	29,95
Water Content %	37,33	34,35
Average water content %	35,84	

γ_d gram/cm³	1,5326766	1,5368621	1,53818
γ_d gram/cm³	1,128273	1,1313542	1,13233

σ_3	0,25	0,5	1
$\Delta\sigma = P/A$	4,4427024	5,5109477	7,29329
$\sigma_1 = \Delta\sigma + \sigma_3$	4,6927024	6,0109477	8,29329
$(\sigma_1 + \sigma_3)/2$	2,4713512	3,2554738	4,64665
$(\sigma_1 - \sigma_3)/2$	2,2213512	2,7554738	3,64665
Angle of shearing resistance (o)	38,0363		
Apperen cohesion (kg/cm²)	0,93831		





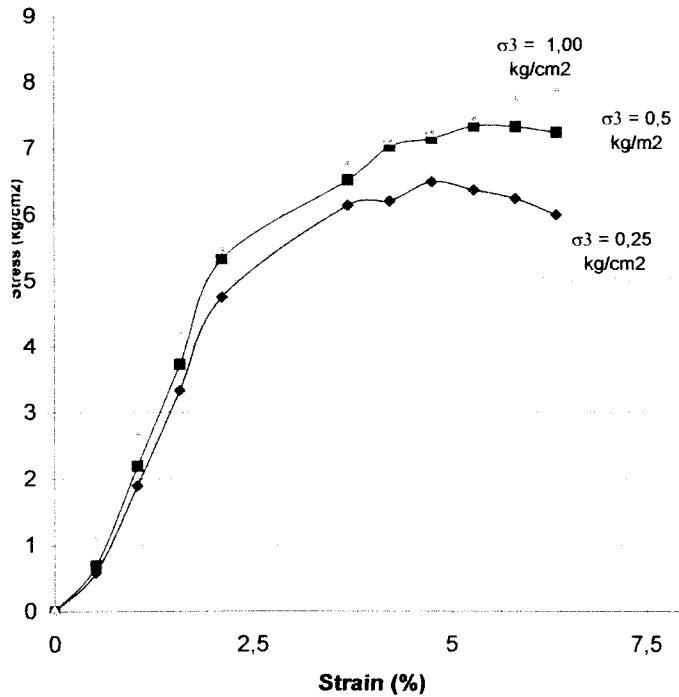
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584.

TRIAXIAL COMPRESSION TEST RESULT
UNCONSOLIDATED UNDRAINED (TXUU)

Project : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Description of soil : Clay (W optm) + kapur karbit 12%+geo 1ps (a)

Sample No. : disturbed
 Date : 18 Februari 2006
 Tested by : Team of Research

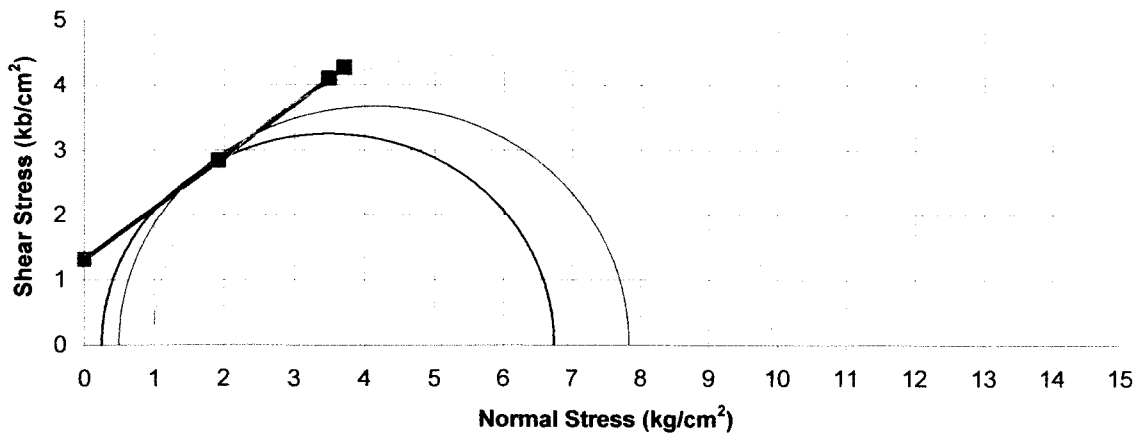


Piece No :	1	2	3
H cm	7,6	7,6	7,6
D cm	3,9	3,9	3,9
A cm ²	11,95	11,95	11,95
V cm ³	90,79	90,79	90,79
Wt gram	139,47	139,61	139,65

Water Content		
Wt Container (cup), gr	22,00	21,77
Wt of Cup + Wet soil, gr	32,30	32,76
Wt of Cup + Dry soil, gr	29,50	29,95
Water Content %	37,33	34,35
Average water content %	35,84	

γ _d gram/cm ³	1,5362012	1,5377433	1,53818
γ _d gram/cm ³	1,1308677	1,1320028	1,13233

σ ₃	0,25	0,5	1
Δσ = P/A	6,4888867	7,3352238	8,92262
σ ₁ = Δσ + σ ₃	6,7388867	7,8352238	9,92262
(σ ₁ + σ ₃)/2	3,4944434	4,1676119	5,46131
(σ ₁ - σ ₃)/2	3,2444434	3,6676119	4,46131
Angle of shearing resistance (φ)	38,4924		
Apperen cohesion (kg/cm ²)	1,30963		





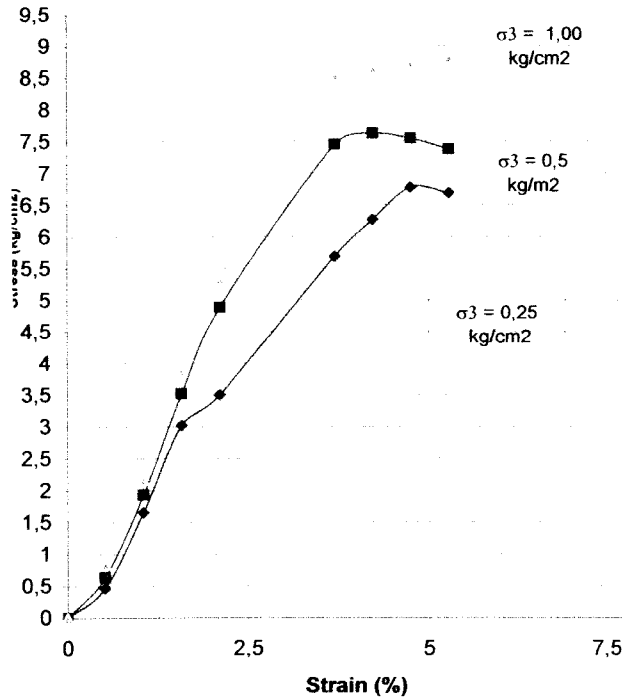
LABORATORIUM MEKANIK TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584.

TRIAxIAL COMPRESSION TEST RESULT
UNCONSOLIDATED UNDRAINED (TXUU)

Project : Tugas Akhir
 Location : Ngawen, Gunungkidul
 Description of soil : Clay (W optm) + kapur karbit 12% + geo 1lps

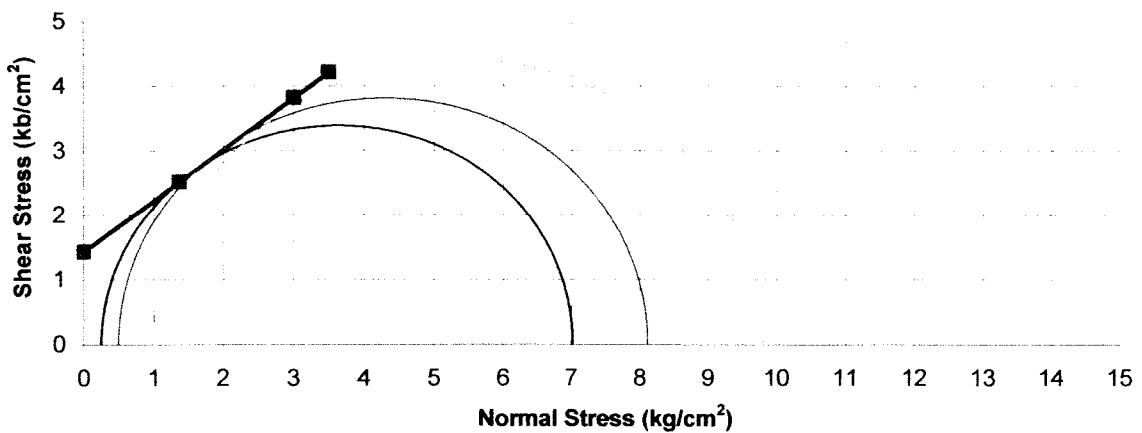
Sample No. : disturbed
 Date : 18 Februari 2006
 Tested by : Team of Research



Piece No :	1	2	3
H cm	7,6	7,6	7,6
D cm	3,9	3,9	3,9
A cm ²	11,95	11,95	11,95
V cm ³	90,79	90,79	90,79
Wt gram	139,35	139,63	139,58
Water Content			
Wt Container (cup), gr	22,00	21,77	
Wt of Cup + Wet soil, gr	32,30	32,76	
Wt of Cup + Dry soil, gr	29,50	29,95	
Water Content %	37,33	34,35	
Average water content %	35,84		

γ _d gram/cm ³	1,5348795	1,5379636	1,53741
γ _d gram/cm ³	1,1298947	1,132165	1,13176

σ ₃	0,25	0,5	1
Δσ = P/A	6,7681553	7,6149462	8,80554
σ ₁ = Δσ + σ ₃	7,0181553	8,1149462	9,80554
(σ ₁ + σ ₃)/2	3,6340776	4,3074731	5,40277
(σ ₁ - σ ₃)/2	3,3840776	3,8074731	4,40277
Angle of shearing resistance (φ)			38,4438
Apperen cohesion (kg/cm ²)			1,42755





UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp (0274) 895042, 895707 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

Resume Tugas Akhir

Nama : Henry Syahrul
No. Mahasiswa : 98511087

Nama : Yudi Siswanto
No. Mahasiswa : 99511098

Keterangan	γ _b t/m ³	w %	γ _k t/m ³	G _s	Parameter tegangannya		Batas-batas konsistensi						
					c kg/cm ²	φ °	Sand %	Silt %	Clay %	SL %	LL %	Bp %	IP %
Tanah Asli 1 meter	1,360	65,980	0,819	2,590	0,280	10,22	16,680	32,690	5,630	13,870	62,260	28,930	33,330
Proctor		omc	γ _k maks 0,990		0,290	9,68					60,42	30,03	30,39
Triaksial			1,044		0,390	10							
Woptimum		48,670			0,4	11,31							
Tnh + 8 % KP					0,75	41,21							
Tnh + 12 % KP					0,79	39,78							
Tnh + 16 % KP					0,84	52,08							
Tnh + GeoTekstil 1 lapis					0,86	52,93							
Tnh + GeoTekstil 1 lapis + Tambah 12 % Kapur					0,94	35,93							
Tnh + GeoTekstil 1 lapis + Tambah 12 % Kapur					0,94	54,55							
Tnh + GeoTekstil 1 lapis + Tambah 12 % Kapur					0,85	36,37							
Tnh + GeoTekstil 1 lapis + Tambah 12 % Kapur					0,85	36,68							
Tnh + GeoTekstil 1 lapis + Tambah 12 % Kapur					1,309	38,46							
Tnh + GeoTekstil 1 lapis + Tambah 12 % Kapur					1,427	38,42							
Tnh + GeoTekstil 1 lapis + Tambah 12 % Kapur					0,994	37,78							
Tnh + GeoTekstil 1 lapis + Tambah 12 % Kapur					0,93	38,03							

Mengetahui,
Kalab. Mektan,
[Signature]
Ir. H. A. Halim Hasmar, MT