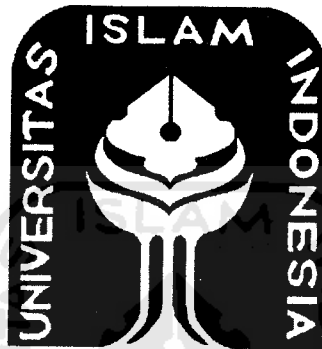


PERPUSTAKAAN	STAF	UII
HALAMAN/BUNDLING		
TGL. TERIMA :	6 Maret 2007	
NO. JUDEL :	00 2256	
NO. INV. :	512000 2256001	
NO. INDUK :		

**TUGAS AKHIR**

**PENGUKURAN PARAMETER KUAT GESER TANAH  
LEMPUNG DARI PLERET BERDASARKAN UJI GESER  
LANGSUNG *UNCONSOLIDATED UNDRAINED* DAN UJI  
TRIAKSIAL *UNCONSOLIDATED UNDRAINED***



Di Susun Oleh :

Nama : M Djoko Susilo

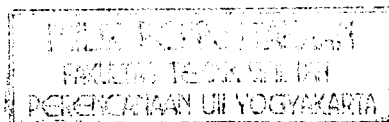
No Mhs : 99 511 131

Nama : Budi Prihartanto

No Mhs : 99 511 132

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

**2007**



HALAMAN PENGESAHAN

**PENGUKURAN PARAMETER KUAT GESER TANAH  
LEMPUNG DARI PLERET BERDASARKAN UJI GESER  
LANGSUNG *UNCONSOLIDATED UNDRAINED* DAN UJI  
TRIAKSIAL *UNCONSOLIDATED UNDRAINED***

Di Susun Oleh :

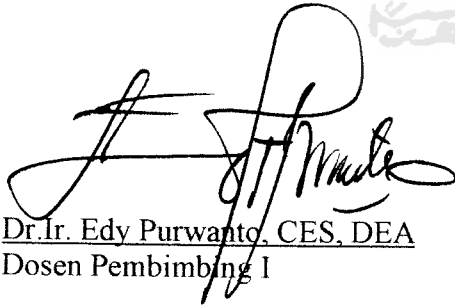
Nama : M Djoko Susilo

No Mhs : 99 511 131

Nama : Budi Prihartanto

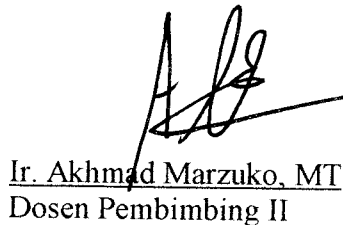
No Mhs : 99 511 132

Telah Diperiksa dan disetujui oleh:



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

Tanggal : 27-02-2007



Ir. Akhmad Marzuko, MT  
Dosen Pembimbing II

Tanggal :

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
DAFTAR ISI .....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL .....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAKSI .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Batasan Masalah .....	5
1.6 Lokasi Penelitian .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
2.1 Penelitian Mengenai Tanah Lempung.....	7
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b> .....	<b>15</b>
3.1 Tanah .....	15
3.1.1 Umum .....	15
3.1.2 Klasifikasi Tanah.....	15
3.1.2.1 Klasifikasi Tanah Sistem <i>Unified</i> .....	16
3.1.2.2 Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO .....	20

3.2 Sifat-Sifat Tanah .....	23
3.2.1 Sifat Fisik Tanah .....	23
3.2.2 Uji Hidrometer .....	23
3.2.3 Analisa Distribusi Butiran .....	23
3.3 Sifat Mekanis Tanah .....	23
3.3.1 Indeks Propertis Tanah .....	23
3.3.2 Batas-Batas Konsistensi Tanah .....	26
3.4 Tanah Lempung ( <i>Clay</i> ).....	28
3.5 Kuat Geser Tanah.....	31
3.5.1 Uji Kuat Geser Langsung.....	33
3.5.2 Uji Triaksial UU.....	35
3.5.3 Parameter Kuat Geser, $c$ dan $\phi$ .....	36
<b>BAB IV METODE PENELITIAN .....</b>	<b>42</b>
4.1. Bahan Penelitian.....	42
4.2. Alat Penelitian.....	42
4.3. Data yang diperlukan.....	42
4.4 Uji yang Dilaksanakan dan Jumlah Sampel .....	43
4.4.1 Pengujian Sifat-sifat Tanah .....	44
4.4.1.1 Pengujian kadar air tanah .....	44
4.4.1.2 Pengujian berat volume tanah .....	46
4.4.1.3 Pengujian berat jenis tanah.....	47
4.4.1.4 Pengujian Analisa Hidrometer.....	50
4.4.2 Pengujian Batas-Batas Konsistensi ( <i>Atteberg limits</i> )..	53

4.4.2.1 Pengujian batas Cair ( <i>Liquid limit</i> ).....	53
4.4.2.2 Pengujian batas Plastic ( <i>Plastic limit</i> ).....	57
4.4.2.3 Pengujian batas Susut ( <i>Shrinkage limit</i> ).....	58
4.4.3 Pengujian Kuat Geser .....	60
4.4.3.1 Uji Geser Langsung Tipe UU.....	60
4.4.3.2 Uji Triaksial Tipe UU.....	65
4.5 Hasil Penelitian .....	70
4.6 Bagan Alir Penelitian .....	71
<b>BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>72</b>
5.1 Pengujian Klasifikasi Tanah.....	72
5.2 Sifat-sifat Tanah.....	77
5.2.1 Sifat Fisik Tanah.....	77
5.2.2 Sifat Mekanis Tanah .....	78
5.3 Pengujian Triaksial Tipe <i>Unconsolidated Undrained</i> .....	86
5.4 Pengujian Geser Langsung <i>Unconsolidated Undrained</i> .....	92
5.5 Analisis Kuat Geser .....	95
<b>BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>97</b>
6.1 Kesimpulan.....	97
6.2 Saran.....	98
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>99</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>100</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Grafik Sistem Klasifikasi Tanah Unified .....	17
Gambar 3.2 Diagram Fase Tanah (HC Hardiyatmo,1992),.....	24
Gambar 3.3 : Batas – Batas Atterberg (Braja M, Das, 1998) .....	27
Gambar 3.4. Mode keruntuhan yang biasa terdapat dan membutuhkan evaluasi kuat geser .....	32
Gambar 3.5 Sket Uji Geser Langsung .....	34
Gambar 3.6 Diagram tegangan pengujian geser langsung .....	35
Gambar 3.7 Diagram selubung keruntuhan Mohr.....	35
Gambar 3.8 Selubung Mohr – Coulomb .....	39
Gambar 3.9 Selubung keruntuhan kualitatif untuk beberapa jenis tanah ...	40
Gambar 4.1 Seperangkat alat uji kadar air tanah.....	44
Gambar 4.2 Seperangkat alat uji berat volume tanah .....	47
Gambar 4.3 Seperangkat alat uji berat jenis tanah.....	48
Gambar 4.4 Seperangkat alat pengujian analisa hydrometer.....	51
Gambar 4.5 Seperangkat alat pengujian Batas cair .....	54
Gambar 4.6 Seperangkat alat pengujian batas plastis .....	57
Gambar 4.7 Seperangkat alat pengujian batas susut.....	59
Gambar 4.8 Seperangkat alat Pengujian geser langsung UU.....	61
Gambar 4.9 Seperangkat alat pengujian Triaksial UU.....	66
Gambar 4.10 Bagan Alir Penelitian .....	71
Gambar 5.1 Grafik Analisa Butiran sample 1 .....	73

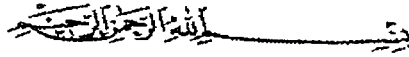
Gambar 5.2 Grafik Analisa Butiran sample 2 .....	74
Gambar 5.3 Klasifikasi USCS.....	76
Gambar 5.4 Kurva hubungan antara ketukan dan kadar air .....	81
Gambar 5.5 Grafik system klasifikasi USCS hasil pengujian .....	83
Gambar 5.6 Kurva hubungan Tegangan dengan regangan pada pengujian Triaksial tanah asli sample 1 .....	87
Gambar 5.7 Lingkaran Mohr uji triaksial tanah asli sample 1.....	88
Gambar 5.8 Kurva hubungan Tegangan dengan regangan pada pengujian Triaksial tanah asli sample 2 .....	88
Gambar 5.9 Lingkaran Mohr uji triaksial tanah asli sample 2.....	89
Gambar 5.10 Kurva hubungan Tegangan dengan regangan pada pengujian Triaksial tanah asli sample 3 .....	89
Gambar 5.11 Lingkaran Mohr uji triaksial tanah asli sample 3.....	90
Gambar 5.12 Diagram Mohr hasil rata-rata pengujian Triaksial tipe UU... 91	
Gambar 5.10 Kurva hubungan Tegangan dengan regangan pada pengujian geser langsung tanah asli.....	90
Gambar 5.11 Kurva hubungan Tegangan dengan regangan pada pengujian geser langsung tanah asli.....	90
Gambar 5.12 Kurva hubungan Tegangan dengan regangan pada pengujian geser langsung tanah asli.....	91

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Sistem Klasifikasi Tanah Unified Untuk Tanah Lempung .....	19
Tabel 3.2 Sistem klasifikasi tanah AASHTO .....	22
Tabel 3.3 Kadar air, angka pori, dan berat unit untuk beberapa tipe tanah dalam keadaan asli .....	29
Tabel 3.4 Nilai indeks plastisitas dan jenis tanah .....	30
Table 4.1 Sampel Tanah Asli .....	43
Tabel 4.2 Ketentuan benda uji dengan neraca yang digunakan .....	45
Tabel 5.1 Hasil pengujian hydrometer sample 1 .....	72
Tabel 5.2 Hasil pengujian hidrometer sample 2 .....	74
Tabel 5.3 Hasil pengujian hydrometer sample 1 .....	77
Tabel 5.4 Hasil pengujian hidrometer sample 2 .....	77
Tabel 5.5 Hasil pengujian kadar air.....	78
Tabel 5.6 Hasil Pengujian Berat Volume.....	79
Tabel 5.7 Tabel Perhitungan berat jenis.....	80
Tabel 5.8 Tabel perhitungan Batas Cair.....	81
Tabel 5.9 Tabel perhitungan Batas Plastis .....	82
Tabel 5.10 Tabel perhitungan BatasSusut.....	82
Tabel 5.11 Sistem klasifikasi tanah AASHTO .....	85
Tabel 5.12 Tabel perhitungan pengujian triaksial UU .....	87
Tabel 5.13 Tabel perhitungan geser langsung UU.....	92
Tabel 5.14 Tabel perhitungan analisis kuat geser uji triaksial UU.....	95
Tabel 5.15 Tabel perhitungan analisis kuat geser uji geser langsung UU....	96



## KATA PENGANTAR



*Assallamu'alaikum Wr. Wb*

Segala puji syukur atas kehadiran Allah S.W.T yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, karena dengan kasih sayang-Nya Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Tidak lupa sholawat dan salam semoga terlimpahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad S.A.W, keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir hayat.

Tugas akhir ini dengan judul **“Pengukuran Parameter Kuat Geser Tanah Lempung Pleret Berdasarkan Uji Geser Langsung *Unconsolidated Undrained* Dan Uji Triaksial *Unconsolidated Undrained*”**, dilaksanakan guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi strata satu (S1) bidang studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penyelesaian Tugas Akhir ini tidak terlepas dari dukungan serta sumbangan pikiran dan saran berbagai pihak yang selalu memberikan motivasi dalam menghadapi hambatan yang terjadi selama pelaksanaan dan penulisan laporan ini. Untuk itu dengan segala keikhlasan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Ruzardi, MS , selaku Dekan FTSP, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr.Ir. Edy Purwanto, CES, DEA, selaku dosen pembimbing I, yang telah dengan penuh ketelitian dan kesabaran dalam membimbing penulis.
3. Bapak Ir. Akhmad Marzuko, MT, selaku dosen pembimbing II, yang telah membimbing dengan penuh kesabaran dan perhatiannya.
4. Bapak Ir. Ibnu Sudarmadji, MS, selaku dosen penguji.
5. Bapak, ibu, kakak dan adikku tercinta yang memberikan dukungan moril maupun materiil.
6. Bapak Santoro, Bapak Hery serta seluruh staf/karyawan di Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
7. Terima kasih buat teman-teman yang telah mendukung dan segala bantuan kalian.
8. Semua pihak yang telah membantu selama pelaksanaan dan penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dalam menyusun Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat konstruktif dalam pengembangan dimasa datang. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa Teknik Sipil dan pembaca pada umumnya.

Akhir kata semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat-Nya dan hidayah-Nya, sehingga penulis sebagai hambanya-Nya bisa senantiasa mensyukuri nikmat yang telah diberikan dan penulis dapat selalu berkreasi untuk hal yang lebih baik dari apa yang penulis peroleh sekarang. Amin.

*Wassallamu'alaikum Wr.Wb.*

Yogyakarta, Januari 2007



Penulis

## ABSTRAKSI

Tanah merupakan bagian dari alam yang memegang peranan yang sangat penting dalam mendirikan suatu bangunan Teknik Sipil. Untuk itu tanah harus memenuhi persyaratan kualitas baik secara fisik maupun secara teknis.. Tanah lempung merupakan akumulasi partikel mineral yang lemah ikatan antara partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan. Tanah lempung mempunyai sifat fisik dan teknis yang kurang memenuhi untuk pekerjaan bangunan karena terlalu dipengaruhi oleh besar kecilnya kadar air sehingga daya dukung tanahnya tidak stabil. Keruntuhan yang sering terjadi pada tanah lempung adalah keruntuhan geser. Untuk itu diperlukan suatu studi atau penelitian dalam mengetahui kuat geser tanah lempung dan sifat – sifat fisik dan mekanisnya.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui klasifikasi tanah berdasarkan sifat – sifat fisik dan mekanis tanah yang berasal dari desa Bawuran, kecamatan Pleret, Bantul Yogyakarta. Mengetahui besarnya parameter kuat geser tanah dengan uji geser langsung Unconsolidated Undrained (UU) dan Uji Triaksial Unconsolidated Undrained (UU).

Dari penelitian yang dilaksanakan dapat diketahui dan disimpulkan bahwa tanah yang berasal dari desa Bawuran, kecamatan Pleret, Bantul Yogyakarta memiliki jenis tanah Lempung, berdasarkan dari hasil pengujian analisa saringan adalah : Kerikil : 0 %, Pasir : 20,815 %, Lanau : 26,675 %, Lempung : 52,51 %, lolos saringan no. 200 :79,185 %. dan variasi besarnya parameter kuat geser berdasarkan uji Triaksial tipe Unconsolidated Undrained (UU) didapat nilai kohesi dan sudut geser dalam rata-rata untuk  $(c)=0,133 \text{ kg/cm}^2$  ,  $\phi = 7,875^\circ$  , sedangkan pada uji geser langsung tipe Unconsolidated Undrained (UU) didapat nilai kohesi dan sudut geser dalam rata-rata untuk  $(c) = 0,163 \text{ kg/cm}^2$  ,  $\phi = 3,13^\circ$  . Dengan nilai parameter geser  $c$  dan  $\phi$  didapat kuat geser ( $\tau$ ), berdasarkan uji Triaksial tipe Unconsolidated Undrained (UU) didapat  $\tau = 0,409 \text{ kg/cm}^2$  dan pada uji geser langsung tipe Unconsolidated Undrained (UU) didapat  $\tau = 0,272 \text{ kg/cm}^2$ .

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan bagian dari alam yang memegang peranan yang sangat penting dalam pendirian suatu bangunan teknik sipil, baik itu bangunan gedung bertingkat, jembatan, jalan raya maupun bangunan rumah tinggal sederhana. Untuk itu tanah harus memenuhi persyaratan kualitas baik secara fisik maupun secara teknis. Namun tidak semua tanah dalam keadaan aslinya, memenuhi persyaratan kualitas yang diinginkan.

Lempung adalah tanah yang secara fisik dan teknis kurang memenuhi persyaratan untuk pekerjaan bangunan. Tanah lempung merupakan akumulasi partikel mineral yang lemah ikatan antara partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan. Diantara partikel – partikel terdapat ruang kosong disebut pori – pori (*void space*) yang berisi air atau udara. Ikatan yang lemah antara partikel – partikel tanah disebabkan oleh pengaruh karbonat atau oksida yang bersenyawa diantara partikel – partikel tersebut, atau dapat juga disebabkan oleh adanya material organik (R.F. Craig, 1986)

Mineral – mineral lempung terdiri dari silikat alumunium dan besi dan magnesium. Beberapa diantaranya juga mengandung alkalin dan tanah alkalin sebagai komponen penting. Mineral – mineral ini terutama terdiri dari kristalin dimana atom – atom yang membentuknya tersusun dalam suatu pola

geometris tertentu. Sebagian besar mineral lempung mempunyai struktur berlapis, beberapa diantaranya mempunyai bentuk silinder memanjang atau struktur yang berserat (Joseph E. Bowles, 1986)

Lanau berbeda dengan lempung dalam beberapa sifat penting, tetapi di karenakan kemiripan rupa antara lempung dan lanau kesulitan dalam membedakan. Dalam keadaan kering serbuk lanau dan lempung sulit untuk dibedakan tetapi mudah diidentifikasi oleh kelakuannya terhadap air.

Lanau merupakan tanah butir halus yang bersifat fisik non plastis, dan tidak stabil dalam kehadiran air, lanau mendekati kedap air, sulit untuk padat, dan memiliki kepekaan yang tinggi untuk mengeras.

Tanah lanau dalam perubahan volume tanah diikuti dengan perubahan bentuk, keadaan ini sesuai dengan lempung yang mengalami perubahan volume yang diikuti dengan perubahan bentuk (U.S.D.I, 1965).

Sifat – sifat tanah lempung yang kurang baik untuk bangunan diantaranya adalah kekuatannya rendah pada kondisi kadar airnya tinggi dan sangat mudah mengembang, serta pada saat kadar airnya rendah akan menyusut, sehingga lempung merupakan tanah yang secara fisik dan teknis kurang memenuhi persyaratan untuk pekerjaan bangunan, karena sifatnya sangat dipengaruhi oleh kondisi kadar air.

Pengetahuan mengenai kekuatan geser tanah diperlukan untuk berbagai macam soal praktis terutama untuk menghitung daya dukung tanah (*bearing capacity*) dan kestabilan lereng. Keruntuhan geser (*shear failure*) dalam tanah adalah akibat gerak relatif antara butirannya, bukanlah karena butirnya sendiri

hancur. Oleh karena itu kekuatan tanah tergantung kepada gaya – gaya yang bekerja antara butirnya. Dengan demikian kekuatan geser tanah dapat dianggap terdiri dari dua bagian : a) bagian yang bersifat kohesi yang tergantung kepada macam tanah dan butirnya; b) bagian yang mempunyai sifat gesek (*frictional*) yang sebanding dengan tegangan efektif yang bekerja pada bidang geser, (Mekanika Tanah, L.D. Wesley, 1977)

Teori kekuatan pada keruntuhan dari Mohr digunakan untuk mengevaluasi soal mekanika tanah, jika kekuatan tanah lebih besar dari tegangan terhitung, maka massa tanah aman terhadap keruntuhan pada bidang yang ditinjau, jika tegangan tersebut lebih besar dari pada kekuatan tanah maka akan terjadi keruntuhan, (Dasar – Dasar Analisa Geoteknik, I.S. Dunn, L.R. Anderson dan F.W. Kiefer, 1980).

Untuk itu diperlukan suatu studi atau penelitian mengetahui parameter geser tanah lempung dan sifat – sifat fisik dan mekanis tanah lempung.

Pleret adalah daerah yang terletak di Kabupaten Bantul Yogyakarta merupakan daerah yang padat penduduknya. Kecamatan Pleret memiliki berbagai macam jenis tanah diantaranya lanau, lanau berpasir, lempung serta lempung berpasir. Pada gempa bumi yang terjadi pada 27 Mei 2006 di desa Bawuran Kecamatan Pleret yang memiliki jenis tanah lempung tidak mengalami kerusakan yang parah dibandingkan dengan desa – desa lain yang memiliki jenis tanah berbeda dengan desa Bawuran. Dikarenakan susunan tanah didaerah tersebut adalah tanah lempung, tanah lempung mempunyai sifat plastis sehingga jika mendapat getaran, tanah lempung akan kembali

dalam keadaan seperti awal atau dengan kata lain mampu meredam getaran dengan frekuensi getaran yang tinggi. Dikarenakan daerah Pleret merupakan salah satu daerah pengembangan tujuan wisata sehingga untuk menaikkan pendapatan daerah dari sektor pariwisata dibutuhkan pengembangan sarana dan prasarana yang diantaranya pembangun jalan untuk akses masuk, pembangunan hotel dan sarana prasarana lainnya, sehingga kedepannya daerah tersebut akan berkembang menjadi daerah yang menjadi salah satu objek tujuan wisata di Daerah Istimewa Yogyakarta.

Untuk itu akan diangkat topik dalam penelitian tugas akhir ini dengan judul :

**“Pengukuran Parameter Kuat Geser Tanah Lempung Dari Pleret Berdasarkan Uji Geser Langsung *Unconsolidated Undrained* dan Uji Triaksial *Unconsolidated Undrained*”.**

## **1.2. Rumusan Masalah**

1. Tanah lempung mempunyai sifat fisik dan teknis yang kurang memenuhi persyaratan untuk pekerjaan bangunan karena dipengaruhi oleh besar kecilnya kadar air sehingga daya dukung tanahnya tidak stabil .
2. Keruntuhan yang sering terjadi pada tanah lempung adalah keruntuhan geser.



### 1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui klasifikasi tanah berdasarkan sifat – sifat fisik dan mekanis tanah yang berasal dari desa Bawuran, kecamatan Pleret, Bantul Yogyakarta adalah termasuk jenis tanah lempung.
2. Mengetahui besarnya parameter kuat geser tanah dari desa Bawuran, kecamatan Pleret, Bantul Yogyakarta dengan uji geser langsung *Unconsolidated Undrained* (UU) dan Uji Triaksial *Unconsolidated Undrained* (UU).

### 1.4 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini diharapkan dapat diketahui besarnya parameter kuat geser tanah berbutir halus Pleret berdasarkan hasil uji geser langsung *Unconsolidated Undrained* (UU) dan Uji Triaksial *Unconsolidated Undrained* (UU) serta pengaruhnya terhadap bangunan disekitar daerah tersebut. Penelitian ini diharapkan dapat melengkapi pengetahuan tentang parameter kuat geser tanah sehingga dapat di aplikasikan ke dalam kasus – kasus geoteknik yang ada dilapangan.

### 1.5 Batasan Masalah

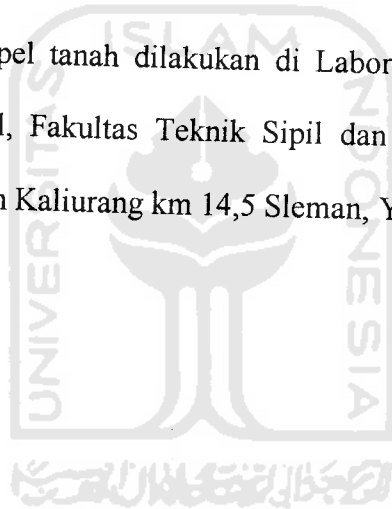
Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tanah yang digunakan adalah tanah berasal desa Bawuran, kecamatan Pleret, Bantul Yogyakarta.

2. Pengambilan sampel dilakukan dalam kondisi tanah asli atau tidak terganggu (*undisturbed*).
3. Pengujian yang digunakan adalah tipe *Unconsolidated Undrained* (UU).
4. Penelitian hanya terbatas pada sifat fisik dan mekanis tanah lempung, tidak menganalisis unsur kimianya.
5. Pengujian geser langsung dilakukan dengan kecepatan geser dan tegangan normal yang konstan atau tetap.

### 1.6 Lokasi Penelitian

Pengujian sampel tanah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jalan Kaliurang km 14,5 Sleman, Yogyakarta.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Mengenai Tanah Lempung

Pada penelitian terdahulu mengenai tanah lempung yang digunakan sebagai tinjauan pustaka antara lain:

1. *Stabilisasi Tanah Lempung dengan Kalsit* oleh Muhammad Rully Anriady dan Youshef Hirapako (2002).

- a. Rumusan Masalah

Besar pengaruh penambahan bahan kalsit terhadap kuat geser dan kuat tekan tanah.

- b. Tujuan Penelitian

- 1) Untuk mengetahui sifat-sifat fisik dan batas-batas atterberg dari tanah lempung baik sebelum maupun setelah 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

Dalam penelitian ini terdiri dari dua tahap. Tahap pertama adalah pengujian-pengujian karakteristik tanah dan pengujian untuk mencari kadar air optimum dan kadar kalsit yang menghasilkan berat volume kering maksimum. Variasi kadar kalsit yang digunakan adalah 0%, 2%, 4%, 8%. Kadar kalsit didapatkan dari pengujian tahap pertama yang menghasilkan berat volume kering maksimum. Pada tahap kedua dilakukan pengujian CBR, pengujian tekan bebas, dan pengujian geser langsung pada tanah dengan kadar kalsit yang menghasilkan berat volume kering maksimum.

Hasil penelitian menunjukkan kadar kalsit 6% dari berat kering tanah diperoleh berat volume kering sebesar  $1,3385 \text{ gr/cm}^3$  dan kadar air optimum sebesar 35,75%. Tanah dengan kadar kalsit 6% nilai batas plastis tanah asli sebesar 41,39% naik menjadi 42,83%. Nilai batas cair pada tanah asli sebesar 70,907% turun menjadi 61,68%. Plastisitas indeks pada tanah asli sebesar 29,513% turun menjadi 18,86%. Nilai batas susut pada tanah asli sebesar 23,06% turun menjadi 14,89%. Hasil pengujian CBR pemeraman nilainya meningkat dari 10,50% pada tanah asli menjadi 42,00% pada tanah kalsit 6% dengan waktu pemeraman 21 hari, sedangkan untuk uji CBR rendaman nilainya

meningkat dari 2,81% pada tanah asli menjadi 3,63% pada tanah kalsit 6% dengan lama perendaman 4 hari. Hasil pengujian pengembangan tanah hasilnya mengalami penurunan, yaitu dari 45,13% pada tanah asli menjadi 35,62% pada tanah kalsit 6%. Hasil pengujian tekan bebas menunjukkan nilai tegangan ( $q_u$ ) mengalami kenaikan dan nilai kohesi ( $c$ ) mengalami penurunan dengan waktu pemeraman 21 hari. Untuk nilai tegangan ( $q_u$ ) tanah asli sebesar  $3,14 \text{ kg/cm}^2$ , setelah dicampur kalsit 6% menjadi  $5,80 \text{ kg/cm}^2$ , sedangkan untuk nilai kohesi ( $c$ ) untuk tanah asli sebesar  $1,47 \text{ kg/cm}^2$  turun menjadi  $1,08 \text{ kg/cm}^2$  pada tanah kalsit 6%.

2. *Peningkatan Kuat Geser Tanah Lempung dengan Variasi Campuran Kapur Karbid Dan Clean Set Cement (Tanah Lempung Banjar Cahyana, Banjarnegara)* oleh Nanang Haryo Edhy dan Yosika Alinsari (2003).

a. Rumusan Masalah

- 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

- 1) Mengetahui sifat fisik dan mekanis tanah lempung yang belum distabilisasi.
- 2) Mengetahui seberapa besar perubahan kepadatan tanah bila ditambah kadar kapur karbid dan *Clean Set Cement* untuk variasi campuran 0%, 3%, 6%, 9% dan 12% terhadap berat kering tanah dengan uji standar Proktor yang diuji di Lab. Mekanika Tanah, FTSP UII.
- 3) Mengetahui besarnya perubahan kuat geser tanah lempung yang telah dicampur dengan kapur karbid 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

1. Berdasarkan pengujian sifat fisik dan mekanik dengan system klasifikasi tanah *Unified Soil Classification System (USCS)*, maka secara fisik tanah lempung hitam yang diambil dari daerah Banjarcayana termasuk golongan berbutir halus dan secara mekanik tanah tanah tersebut termasuk golongan tanah lempung organic dengan plastisitas sedang sampai tinggi (OH).

2. Berdasarkan data hasil pengujian tingkat kepadatan dengan uji standar Proktor, perubahan kepadatan tanah yang terjadi pada sample tanah lempung setelah dicampur dengan kapur karbid 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 sample tanah lempung setelah dicampur dengan *Clean Set Cement* pada kadar campuran sebesar 12% dari berat sample 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 lempung setelah dicampur dengan kapur karbid adalah mencapai nilai optimum yang memberikan kekuatan geser maksimum pada 3% dari berat sampel tanah kering yang diuji.
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 tanah lempung yang telah distabilisasi dengan kapur karbid maupun *Clean Set Cement* dan menyebabkan peningkatan kuat dukung tanahnya.

3. *Analisis perubahan Parameter Kuat Geser Tanah Terhadap Kuat Dukuing Tanah Lempung Dengan Variasi Campuran Kapur Karbid (sampel tanah adalah tanah lempung sedayu dan bahan yang digunakan kapur karbid) oleh Marwan Hamdono Prasadja (2003)*

a. Rumusan Masalah

- 1) Bagaimana pengaruh waktu pemeraman (*curing time*) terhadap perubahan parameter kuat geser tanah lempung setelah dicampur kapur karbid (*Lime Carbide*) sebagai bahan stabilisasi.
- 2) Bagaimana hubungan perubahan parameter kuat geser tanah terhadap peningkatan kuat dukung tanah lempung setelah dicampur dengan kapur karbid (*Lime Carbide*)

b. Tujuan Penelitian

- 1) Untuk mencari prosentase optimum campuran kapur karbid dengan tanah lempung tanpa waktu pemeraman dan dengan waktu pemeraman yang dapat memberikan kuat dukung maksimum.
- 2) Untuk mengetahui pengaruh perubahan parameter kuat geser tanah terhadap kuat dukungnya.

c. Hasil Penelitian

Variasi kadar kapur karbid yang digunakan adalah 0%, 3%, 6%, 9%, 12%, dan 15% terhadap berat kering tanah dengan waktu pemeraman 0 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari.



Hasil pengujian menunjukkan bahwa terjadi perubahan parameter kuat geser tanah yaitu kohesi( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\Phi$ ) setelah dicampur dengan kapur karbid. Perubahan tersebut menyebabkan terjadinya peningkatan nilai daya dukung tanah pada kadar kapur karbid optimum. Peningkatan ini seiring dengan bertambahnya waktu pemeraman. Data yang diperoleh adalah pada curing time 0 hari nilai  $q_u$  adalah 25,079 kg/cm<sup>2</sup>, curing time 7 hari meningkat sebesar 66,12% yaitu 368,25 kg/cm<sup>2</sup>, curing time 14 hari meningkat sebesar 66,94% yaitu 379,16 kg/cm<sup>2</sup>, curing time 21 hari meningkat sebesar 77,23% yaitu 584,405 kg/cm<sup>2</sup>, curing time 28 hari meningkat sebesar 85,35% yaitu 950,12 kg/cm<sup>2</sup>.

4. *Analisis Daya Dukung Tanah Lempung Terhadap Penambahan Clean Set Cement (sampel tanah diambil dari Daerah Pleret, Bantul, Yogyakarta)*  
oleh Meilya S. dan Beny S. (1997)

a. Rumusan Masalah

- 1) Seberapa besar prosentase penambahan *Clean Set Cement* yang optimum untuk mendapatkan kepadatan tanah yang maksimum.
- 2) Seberapa besar perubahan daya dukung tanah berbutir halus dengan penambahan *Clean Set Cement*

b. Tujuan Penelitian

- 1) Menganalisis seberapa besar perubahan daya dukung tanah berbutir halus dengan penambahan *Clean Set Cement* pada pondasi dangkal, berdasarkan rumus Terzaghi.
- 2) Mendapatkan prosentase *Clean Set Cement* optimum mendapatkan kepadatan maksimum.

c. Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian ini diperoleh daya dukung tanah yang maksimum adalah pada penambahan clean set cement 2.5% dari berat sampel tanah.



## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Tanah**

##### **3.1.1 Umum**

Dalam pandangan teknik sipil, tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relative lepas (*loose*), yang terletak diatas batuan dasar (*bed rock*). Pembentukan tanah dari batuan induknya, dapat berupa proses fisik maupun kimia. Proses fisik dapat terjadi akibat adanya pengaruh erosi, angin, air, es, manusia, atau hancurnya partikel tanah akibat perubahan suhu atau cuaca, sedangkan proses kimia dapat terjadi oleh pengaruh oksigen, karbon dioksida, air (terutama yang mengandung asam atau alkali)

Istilah pasir, lempung, lanau atau Lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas yang telah ditentukan. Kebanyakan jenis tanah terdiri dari banyak campuran lebih dari satu macam ukuran partikelnya. Tanah lempung belum tentu terdiri dari partikel lempung saja. Akan tetapi, dapat bercampur dengan butir-butir ukuran lanau maupun pasir dan mungkin juga terdapat campuran bahan organik.

##### **3.1.2 Klasifikasi Tanah**

Sistem klasifikasi digunakan untuk mengelompokkan tanah-tanah sesuai dengan perilaku umum dari tanah pada kondisi fisis tertentu. Tanah-tanah yang

dikelompokkan dalam urutan berdasar satu kondisi-kondisi fisik tertentu biasa saja mempunyai urutan yang tidak sama jika didasarkan kondisi-kondisi fisik tertentu lainnya. Oleh karena itu sejumlah sistem klasifikasi telah dikembangkan disesuaikan dengan maksud yang diinginkan oleh system itu.

Berdasarkan pemakaiannya, saat ini terdapat dua system klasifikasi yang dapat digunakan untuk keperluan teknik yaitu *Unified Soil Classification System* dan AASHTO (Hary Christady Hardiyatmo, 1992)

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

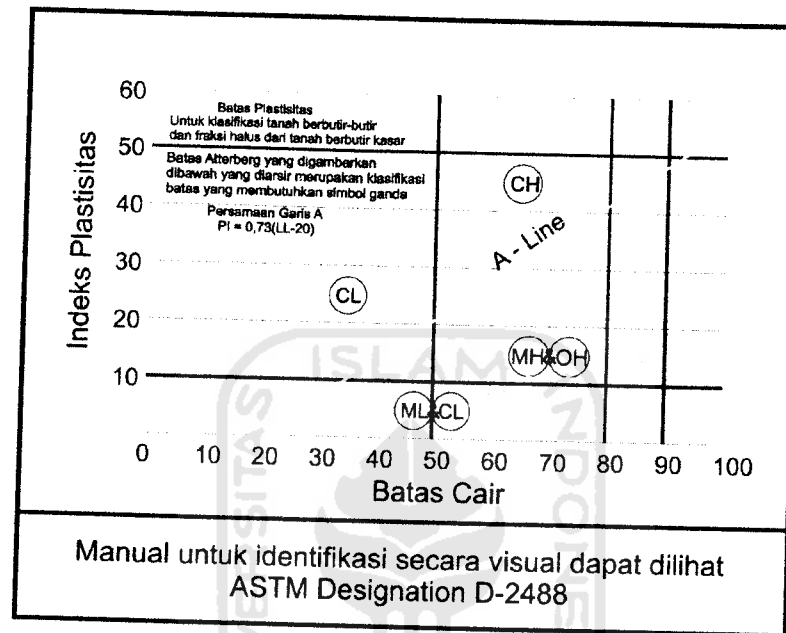
Menurut Hary Christady Hardiyatmo (1992) klasifikasi tanah system *Unified* diperkenalkan pertama kali oleh Casagrande (1942), kemudian direvisi oleh kelompok teknisi dari USBR (*United States Bureau of Reclamation*). Dalam bentuk yang sekarang, sistem ini banyak digunakan oleh beberapa organisasi konsultan geoteknik.

### **3.1.2.1 Klasifikasi Tanah Sistem *Unified***

Pada sistem *Unified* tanah diklasifikasikan kedalam tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) jika lebih dari 50% tertahan dalam saringan nomor 200 dan sebagai tanah berbutir halus (lanau lempung) jika lebih 50% lolos saringan nomor

200. Selanjutnya, tanah diklasifikasikan dalam sejumlah kelompok dan sub kelompok.

Klasifikasi tanah berdasar batas konsistensi tanah, menurut system klasifikasi *unified* adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Grafik Sistem Klasifikasi Tanah *Unified*

Prosedur untuk menentukan klasifikasi tanah sistem *Unified* adalah sebagai berikut :

- a) Menentukan tanah berupa butiran halus atau butiran kasar dengan cara menyaringnya dengan saringan nomor 200.
- b) Jika tanah berupa butiran kasar :
  1. Menyaring tanah tersebut dan menggambarkan grafik distribusi butirannya.

2. Menentukan persen butiran lolos saringan no. 4. Bila prosentase yang lolos kurang dari 50%, klasifikasikan tanah tersebut sebagai kerikil. Bila persen yang lolos lebih dari 50%, klasifikasikan tanah tersebut sebagai pasir.
3. Menentukan butiran yang lolos saringan no. 200. Jika prosentase butiran yang lolos kurang 5%, pertimbangkan bentuk grafik distribusi dengan menghitung  $C_u$  dan  $C_c$ . Jika termasuk bergradasi baik, maka klasifikasikan sebagai GW (bila kerikil) atau SW (bila pasir). Jika termasuk bergradasi buruk, klasifikasikan sebagai GP (bila kerikil) atau SP (bila pasir).
4. Jika prosentase butiran tanah lolos saringan no. 200 diantara 5 sampai dengan 12%. Tanah akan mempunyai symbol double dan mempunyai sifat keplastisan (GW-GM, SW-SM, dan sebagainya).
5. Jika prosentase butiran tanah lolos saringan no. 200 lebih besar 12%, harus diadakan pengujian batas-batas *Atterberg* dengan menyingkirkan butiran tanah yang tertinggal dalam saringan no. 40 kemudian, dengan menggunakan diagram plastisitas, tentukan klasifikasinya (GM, GC, SM, SC, GM-GC atau SM-SC).

c) Jika tanah berbutir halus :

1. Menguji batas-batas *Atterberg* dengan menyingkirkan butiran tanah yang tinggal dalam saringan no. 40. Jika batas cair lebih dari 50, klasifikasikan sebagai H (plastisitas tinggi) dan jika kurang dari 50, klasifikasikan sebagai L (plastisitas rendah).

2. Untuk H (plastisitas tinggi), jika plot batas-batas *Atterberg* pada grafik plastisitas di bawah garis A, tentukan apakah tanah organik (OH) atau anorganik (MH). Jika plotnya jatuh diatas garis A, klasifikasikan sebagai CH.
3. Untuk L (plastisitas rendah), jika plot batas-batas *Atterberg* pada grafik plastisitas di bawah garis A dan area yang diarsir, tentukan klasifikasi tanah tersebut sebagai organik (OL) atau anorganik (ML) bardasar warna, bau, atau perubahan batas cair dan batas plastisnya dengan mengeringkan di dalam oven.

Jika plot batas-batas *Atterberg* pada grafik plastisitas jatuh pada area yang diarsir, dekat dengan garis A atau nilai LL sekitar 50, gunakan simbol ganda.

Tabel 3.1 Sistem Klasifikasi Tanah *Unified* Untuk Tanah Lempung

Lanau dan lempung batas cair 50 % atau kurang	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung
	CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus ( <i>lean clays</i> )
	OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah
Lanau dan Lempung Batas Cair > 50 %	MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatomae, lanau elastis
	CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi / lempung gemuk ( <i>fat clays</i> )
	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi

### 3.1.2.2 Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO

Sistem klasifikasi Bureau of Public Roads (BPR) di akhir tahun 1920-an telah direvisi beberapa kali. Sistem ini mengklasifikasikan tanah ke dalam kelompok, A-1 sampai A-8, dan pada awalnya membutuhkan data sebagai berikut:

1. Analisis ukuran butiran.
2. Batas cair dan plastis dan  $I_p$  yang dihitung.
3. Batas susut.
4. Ekuivalensi kelembaban lapangan-kadar lembab maksimum dimana satu tetes air yang dijatuhkan pada permukaan yang kecil tidak segera diserap oleh permukaan tanah itu.
5. Ekuivalensi kelembaban sentrifugal-sebuah percobaan untuk mengukur kapasitas tanah dalam menahan air. (Tanah kering direndam dalam air selama 12 jam dan diberi gaya sentrifugal selama 1 jam; kadar air yang didapat ialah ekuivalensi kelembaban sentrifugal).

Sistem yang direvisi mempertahankan kedelapan kelompok dasar tanah tadi tetapi menambah dua sub kelompok dalam A-1, empat sub kelompok dalam A-2, dan dua sub kelompok dalam A-7. Percobaan tanah (4) dan (5) ditiadakan, sehingga percobaan yang dibutuhkan adalah analisis ukuran butir dan batas cair dan plastis. Sistem klasifikasi yang direvisi ini diambil AASHTO (*American Association of Soil Highway and Transportation Officials Classification*) sebagai standard M-145. Tabel 3.2 memperlihatkan sistem klasifikasi tanah AASHTO pada saat ini. Kelompok A-8 tidak diperlihatkan, tetapi merupakan gambut atau



rawang yang ditentukan berdasarkan klasifikasi visual. Yang diperlihatkan adalah kelompok A-1 sampai A-7 dengan dua sub kelompok dalam A-1, empat sub kelompok dalam A-2 dan dua kelompok dalam A-7 dengan jumlah 12 sub kelompok tanah dalam system klasifikasi ini (diluar gambut atau rawang).



Tabel 3.2 Sistem klasifikasi tanah AASHTO

Klasifikasi Umum	Material granuler (<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
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6				
Analisis saringan (% lolos) 2,00 mm (no. 10) 0,425 mm (no. 40) 0,075 mm (no. 200)	50 maks 30 maks 15 maks	50 maks 30 maks 15 maks	51 min 10 maks	- - -	35 maks 35 maks 35 maks	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
Sifat fraksi lolos saringan no. 40										
Batas cair (LL)										
Indeks plastis (PI)	6 maks		Np		40 maks 10 maks	41 min 11 min	40 maks 11 min	41 min 10 maks	40 maks 11 min	41 min 11 min
Indeks kelompok (G)	0		0		0	4 maks	8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Tipe material yang pokok pada umumnya	Pecahan batu, kerikil dan pasir		Pasir halus			Kerikil berlianau atau berlempung dan pasir				
Penilaian umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik						Tanah berlianau		Tanah berlempung	
	Sedang sampai buruk									

Catatan:

Kelompok A-7 dibagi atas A-7-5 dan A-7-6 bergantung pada batas plastisnya (PL)

Untuk PL &gt; 30, Klasifikasinya A-7-5;

Untuk PL &lt; 30, klasifikasinya A-7-6.

Np = nonplastis

## **3.2 Sifat-Sifat Tanah**

### **3.2.1 Sifat Fisik Tanah**

Pengujian sifat fisik tanah merupakan pengujian untuk mengetahui warna, bentuk butiran dan ukuran butiran. Adapun pengujian yang dilakukan pada penelitian ini hanya terbatas untuk mengetahui ukuran butirannya.

### **3.2.2 Uji Hidrometer**

Untuk tanah berbutir halus atau bagian berbutir halus dari tanah berbutir kasar (butir-butir tanah yang memiliki diameter lebih kecil dari 0.075 mm atau yang lolos saringan no. 200), agar dapat diketahui ukuran butirannya dapat dilakukan dengan pengujian hydrometer. Analisis Hidrometer didasarkan pada prinsip pengendapan (sedimentasi) butir-butir tanah dalam air.

### **3.2.3 Analisa Distribusi Butiran**

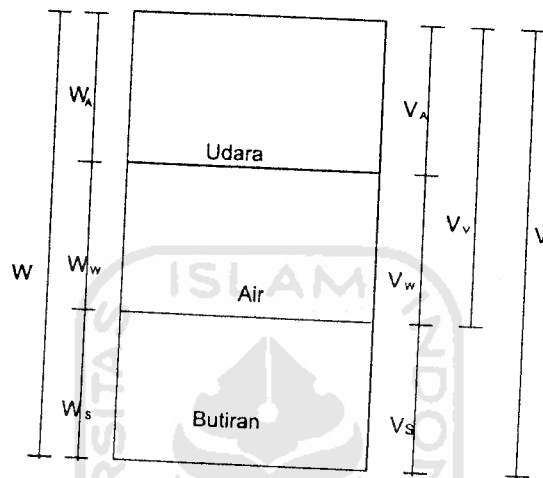
Untuk tanah berbutir kasar atau tanah yang memiliki diameter butiran tanah yang lebih besar dari 0.075 mm atau yang tertahan saringan no.200 dapat ditentukan dengan cara menyaringnya. Tanah uji disaring melewati susunan saringan standar menurut standar ASTM D 422-72.

## **3.3 Sifat Mekanis Tanah**

### **3.3.1 Indeks Propertis Tanah**

Pada segumpal tanah dapat terdiri dari dua atau tiga bagian. Dalam tanah yang kering hanya akan terdapat dua bagian, yaitu butir-butir tanah dan pori-pori

udara. Dalam tanah yang jenuh juga terdapat dua bagian, yaitu bagian padat atau butiran dan air pori. Dalam keadaan titik jenuh, tanah terdiri dari tiga bagian yaitu bagian padat atau butiran, pori-pori udara dan air pori. Bagian-bagian dari tanah itu sendiri dapat digambarkan dalam bentuk diagram fase, seperti pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Diagram Fase Tanah (HC Hardiyatmo, 1992)

Dari gambar tersebut dapat dibentuk persamaan seperti berikut:

$$W = W_s + W_w \text{ dan}$$

$$V = V_s + V_w + V_u$$

$$V_v = V_w + V_u$$

Dengan

$W_s$  = berat butiran padat

$W_w$  = berat air

$V_s$  = volume butiran padat

$V_w$  = volume air

$V_a$  = volume udara

$V_v$  = volume pori

Berat udara ( $W_a$ ) dianggap sama dengan nol

Beberapa definisi dan istilah yang dipakai untuk menyatakan hubungan-hubungan antara jumlah butir air dan udara dalam tanah adalah sebagai berikut:

a. Angka Pori ( $e$ )

Angka pori, juga disebut *void ratio* didefinisikan sebagai perbandingan antara volume pori ( $V_v$ ) dan volume partikel padat ( $V_s$ )

$$e = \frac{V_v}{V_s} \dots\dots\dots(3.1)$$

b. Kadar Air ( $w$ )

Kadar air ( $w$ ) atau *water content* didefinisikan sebagai perbandingan antara berat air ( $W_w$ ) dengan berat butiran padat ( $W_s$ ) dari volume tanah yang diselidiki.

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \dots\dots\dots(3.2)$$

c. Berat Volume tanah

Berat volume ( $\gamma$ ) adalah berat tanah per satuan volume, dengan rumus dasar:

$$\gamma = \frac{W_w + W_s}{V} \dots\dots\dots(3.3)$$

d. Berat Jenis (*Specific Gravity,  $G_s$* )

Berat Jenis adalah perbandingan antara volume butiran tanah dengan volume air.

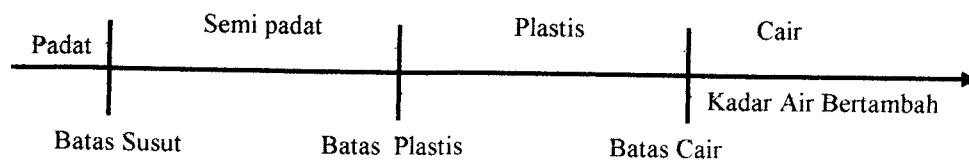
$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{W_w}{V_s \gamma_w} \dots \dots \dots (3.4)$$

Berat jenis tidak mempunyai satuan.

### 3.3.2 Batas-Batas Konsistensi Tanah

Apabila tanah berbutir halus mengandung mineral lempung, maka tanah tersebut dapat diremas-remas (*remolded*) tanpa menimbulkan retakan. Sifatkohesif ini disebabkan karena adanya air yang terserap (*absorbed water*) di keliling partikel lempung. Seorang ilmuwan dari Swedia bernama *Atterberg* mengembangkan suatu metode untuk menjelaskan sifat konsistensi berbutir halus pada kadar air yang bervariasi. Bilamana kadar airnya tinggi, campuran tanah dan air menjadi sangat lembek seperti cairan. Atas dasar air yang dikandung tanah, tanah dapat dipisahkan dalam empat keadaan dasar yaitu: padat, semi padat, plastis dan cair, seperti dalam gambar 3.3

Kadar air dinyatakan dalam persen, pada transisi dari keadaan padat ke keadaan semi padat yang disebut sebagai batas susut (*Shrinkage limit*). Kadar air pada transisi dari keadaan semi padat ke dalam keadaan plastis dinamakan batas plastis (*plastic limit*) dan dari keadaan plastis ke keadaan cair dinamakan batas cair (*liquid limit*)



Gambar 3.3 : Batas – Batas *Atterberg* (Braja M, Das, 1998)

1. Batas Cair / *Liquid Limit* (LL)

Batas cair didefinisikan sebagai kadar air pada kondisi ketika tanah nilai berubah dari plastis menjadi cair atau sebaliknya yaitu antara keadaan cair dan keadaan plastis.

2. Batas Plastis / *Plastic Limit* (PL)

Batas plastis didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu presentase kadar air pada saat tanah dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak-retak ketika digulung.

3. Batas susut / *Shrinkage Limit* (SL)

Batas susut didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat, yaitu prosentase kadar air dimana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanah. Batas susut dinyatakan dalam persamaan

$$SL = \frac{(m_1 - m_2)}{m_2} - \frac{(V_1 - V_2)\gamma_w}{m_2} \times 100\% \dots\dots\dots(3.5)$$

Dengan

$M_1$  = berat tanah basah dalam cawan percobaan (gr)

$M_2$  = berat tanah kering oven (gr)

$V_1$  = volume tanah basah dalam cawan ( $\text{cm}^3$ )

$V_2$  = volume tanah kering oven ( $\text{cm}^3$ )

4. Indeks Plastisitas / *Plasticity Indeks* (PI)

Indeks Plastisitas tanah adalah selisih antara batas cair dan batas plastis tanah. Indeks Plastisitas didapatkan rumus

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots(3.6)$$

Dengan : PI = indeks plastisitas

LL = batas cair

PL = batas plastis

### 3.4 Tanah Lempung (*Clay*)

Menurut L.D. Wesley (1972), lempung adalah satu istilah yang dinyatakan untuk menyatakan tanah yang berbutir halus yang memiliki sifat kohesi, plastisitas, tidak memperlihatkan sifat dilatasi, dan tidak mengandung jumlah bahan kasar yang berarti, sedangkan fraksi lempung merupakan bagian berat butir-butir dari tanah yang lebih halus dari 0,002 mm.

Menurut L.D. Wesley (1972), tanah lempung atau dapat juga dikatakan tanah halus mengandung butir-butir yang sangat kecil dan menunjukkan sifat-sifat plastisitas dan kohesi.



Kohesi menunjukkan bahwa butir-butir tersebut melekat satu sama lainnya, sedangkan plastisitas adalah sifat yang memungkinkan bentuk bahan itu dirubah-rubah tanpa perubahan isi atau tanpa kembali pada bentuk aslinya, dan tanpa terjadi retakan-retakan atau terpecah-pecah.

Perilaku tanah lempung sangat dipengaruhi oleh sifat partikel-partikel lempung secara individual dan air pori. Tipikal tanah lempung secara alami dapat dilihat dari kadar air, angka pori dan berat unit. Tipikal beberapa tipe tanah dalam keadaan asli dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Kadar air, angka pori, dan berat unit untuk beberapa tipe tanah dalam keadaan asli

Tipe Tanah	Angka pori, $e$	Kadar air dalam keadaan jenuh, %	Berat volume kering, $\gamma_d$ kN/m <sup>3</sup>
Pasir lepas dengan butiran seragam ( <i>loose uniform sand</i> )	0,8	30	14,5
Pasir padat dengan butiran seragam ( <i>dense uniform sand</i> )	0,45	16	18
	0,65	25	16
Pasir berlanau yang lepas dengan butiran bersudut ( <i>loose angular grained silty sand</i> )	0,4	15	19
	0,6	21	17
Pasir berlanau yang padat dengan butiran bersudut ( <i>dense angular grained silty sand</i> )	0,9-1,4	30-50	11,5-14,5
Lempung kaku ( <i>stiff clay</i> )	2,5-3,2	90-120	6-8
Lempung lembek ( <i>soft clay</i> )	0,3	10	21
Lempung organic lembek ( <i>soft organic clay</i> )			
Galcial till			

(Sumber : Mekanika Tanah I, Braja M. Das, 1995)

Kadar air ( $w$ ) adalah perbandingan antara berat air dan berat butiran padat dari volume tanah yang diselidiki yang dinyatakan dalam bentuk persen.

Angka pori ( $e$ ) didefinisikan sebagai ratio antara volume pori dengan volume bahan padat yang selalu dinyatakan dalam suatu decimal.

Berat unit (berat tiap unit volume) adalah berat tanah dibagi dengan berat volumenya, dimana berat unit dari suatu massa tanah dapat dinyatakan dalam pengertian berat unit total ( $\gamma$ ), berat unit kering ( $\gamma_d$ ) dan berat unit basah ( $\gamma_b$ ).

Tanah lempung mempunyai sifat plastisitas yang disebabkan adanya mineral lempung yang dikandungnya. Besarnya plastisitas tanah adalah selisih antara batas cair dan batas susutnya. Batasan mengenai indeks plastis, sifat jenis tanah, dan kohesinya diberikan oleh *Atterberg* terdapat dalam Tabel 3.4

Tabel 3.4 Nilai indeks plastisitas dan jenis tanah

IP	Sifat	Jenis Tanah	Kohesi
0	Non plastis	Pasir	Non kohesif
<7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif sebagian
7-17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesif
>17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

Sumber : Mekanika Tanah I, Hardiyatmo, 1992

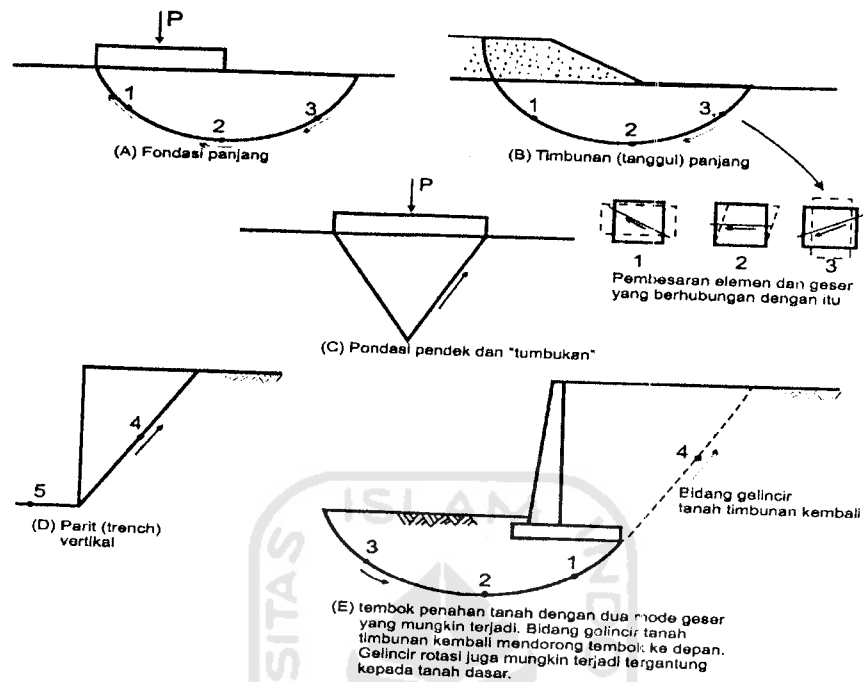
### 3.5 Kuat Geser Tanah

Kekuatan geser suatu massa tanah merupakan perlawanan internal tanah tersebut per satuan luas terhadap keruntuhan atau pergeseran sepanjang bidang geser dalam tanah yang dimaksud. Untuk menganalisis masalah stabilitas tanah seperti daya dukung, stabilitas talud dan tekanan tanah kesamping pada turap maupun tembok penahan tanah, mula-mula harus diketahui sifat-sifat ketahanan penggeser tanah tersebut, tetapi pertama-tama perlulah ditinjau kekuatan tanahnya. Ini dikarenakan beban yang bekerja pada massa tanah akan memerlukan dua pertimbangan:

1. Besarnya penurunan total.
2. Kemungkinan keruntuhan tanah. Ini dapat berupa suatu gerakan rotasi tanah dibawah areal yang mengalami pembebanan seperti terlihat dalam gambar 3-4a, atau terkadang sebagai suatu keruntuhan “ tumbukan“ (punching failure) (Gambar 3-4c). Yang belakangan ini biasanya merupakan gerakan yang terbatas ; walaupun demikian besarnya mungkin cukup besar untuk menyebabkan gangguan struktur yang cukup berarti pada bagian atas bangunan.

Seluruh keruntuhan yang diperlihatkan dalam Gambar 3-4 adalah merupakan keruntuhan “geser” oleh karena gerakan yang terjadi adalah merupakan gelincir antara dua permukaan. Sebenarnya bidang gelincir ini dianggap dan diidealkan dan terdiri dari gelincir, geser dan gulingan partikel-partikel di dalam zone yang diperlihatkan sebagai “permukaan”. Arah dari akumulasi gerakan statistik yang terbesar menentukan bidang dan gelincir yang

terjadi. Oleh karena keruntuhan tanah yang terjadi adalah berupa geser, maka kekuatan tanah yang perlu ditinjau ialah kuat gesernya.



Gambar 3.4. Mode keruntuhan yang biasa terdapat dan membutuhkan evaluasi kuat geser. Titik-titik 1,2,3 pada bagian-bagian a dan b (seperti terlihat dengan pembesaran elemen yang ada), di samping juga d4, e4, dan d5, memperlihatkan bahwa geser yang terjadi adalah berbeda.

Pada kondisi dilapangan, kuat geser tanah dipengaruhi oleh:

1. Keadaan tanah, pasir, berpasir, kerikil, lempung, dan sebagainya.
2. Jenis Tanah, Pasir, lempung, lamau, kerikil, dan sebagainya
3. Kadar air, terutama untuk lempung (sering berkisar dari sangat lunak sampai kaku)
4. Jenis beban dan tingkatnya,. Dari teori konsolidasi dapat diketahui bahwa beban yang cepat akan menghasilkan tekanan pori yang berlebih.

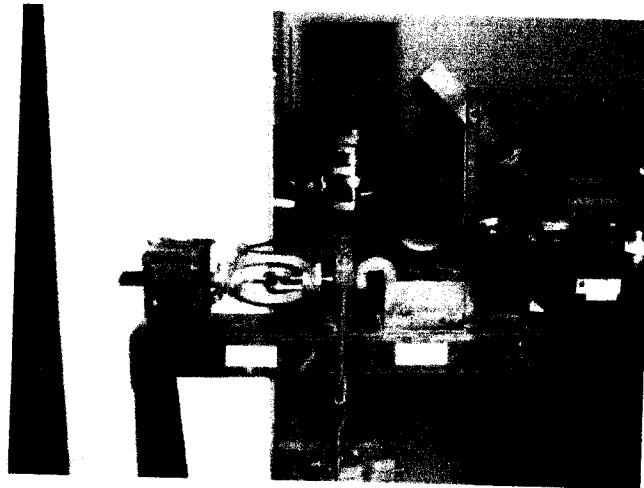
5. Anisotropis, kekuatan yang tegak lurus terhadap bidang dasar adalah berbeda jika dibandingkan dengan kekuatan yang sejajar dengan bidang tersebut.

Untuk kondisi di laboratorium kuat geser sangat dipengaruhi oleh:

1. Metode pengujian yang dilakukan.
2. Gangguan terhadap contoh tanah.
3. Kadar air.
4. Tingkat regangan.

### 3.5.1 Uji Kuat Geser Langsung

Alat uji kuat geser langsung menggunakan kotak geser dari besi yang berfungsi sebagai tempat benda uji kuat geser, benda uji dapat berbentuk bujur sangkar atau lingkaran. Pengujian dilakukan dengan menempatkan contoh tanah kedalam kotak geser dengan ukuran benda uji 6 x 6 cm, dengan tinggi 2 cm dan luas 36 cm<sup>2</sup>. Kotak geser terdiri dari dua bagian sama sisi dengan arah horizontal. Gaya normal pada benda uji tanah didapat dengan menaruh suatu benda di atasnya, beban mati tadi menyebabkan tekanan pada benda uji 0,25 kg/cm<sup>2</sup>, 0,5 kg/cm<sup>2</sup> dan 1kg/cm<sup>2</sup>. Gaya geser diberikan dengan mendorong sisi kotak sebelah atas sampai terjadi keruntuhan geser pada tanah. Sketsa alat uji geser langsung dapat dilihat pada gambar 3.5



Gambar 3.5 Sketsa Uji Geser Langsung

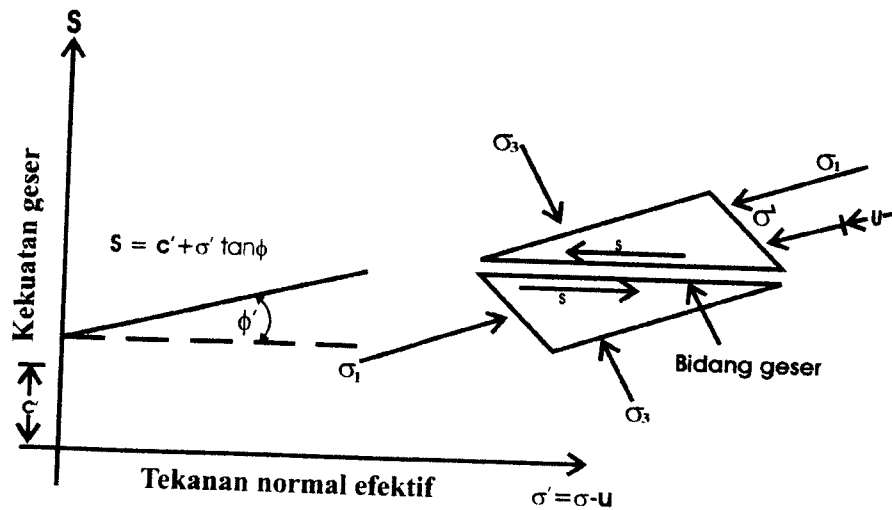
Uji geser langsung dilakukan beberapa kali pada sebuah benda uji tanah dengan beberapa macam tegangan normal. Harga tegangan normal dan harga tegangan yang di dapat dengan melakukan pengujian dapat digambarkan dengan beberapa grafik untuk menentukan harga parameter kuat geser.

Tegangan normal dapat dihitung dengan persamaan 3.8

$$\sigma = \text{Tegangan normal} = \frac{\text{Gaya normal yang bekerja}}{\text{Luas penampang lintang sampel tanah}} \quad \dots(3.8)$$

Tegangan geser yang melawan pergerakan geser dapat dihitung dengan persamaan 3.9

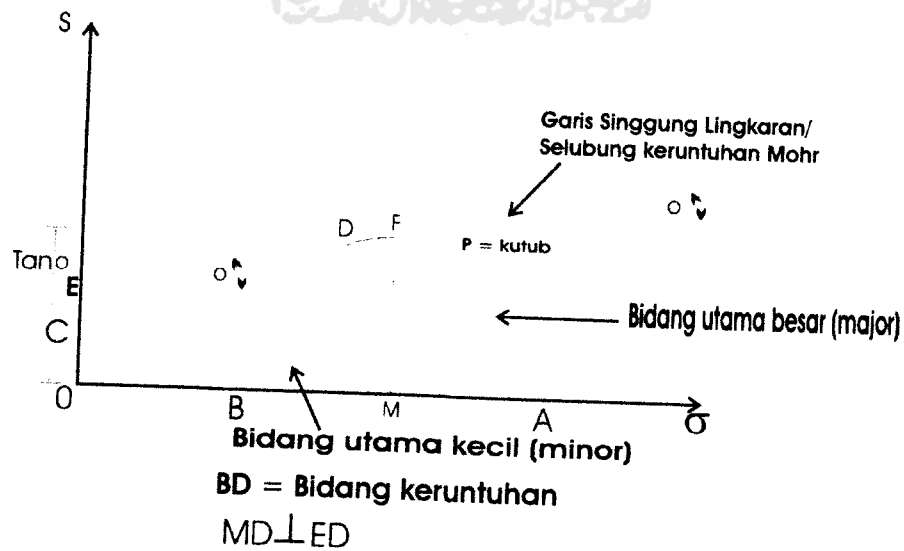
$$\tau = \text{Tegangan geser} = \frac{\text{Gaya normal yang melawan pergerakan}}{\text{Luas penampang lintang sampel tanah}} \quad \dots\dots (3.9)$$



Gambar 3.6 Diagram pengujian geser langsung  
(Mekanika Tanah I, Braja M. Das, 1988)

### 3.5.2 Uji Triaksial UU

Pada pengujian Triaksial menggunakan tanah benda uji dengan diameter 3,81 cm dan 7,62 cm. Benda uji dimasukkan dalam selubung karet tipis dan diletakkan ke dalam tabung kaca. Alat penguji dihubungkan dengan pengaturan drainase ke dalam maupun keluar dari benda uji, gaya aksial dikerjakan melalui bagian atas benda uji.



Gambar 3.7 Diagram selubung keruntuhan Mohr

Pengujian Triaksial yang dilaksanakan dalam pengujian laboratorium adalah uji Triaksial tipe UU. Benda uji mula-mula dibebani dengan penerapan tegangan sel ( $\sigma_3$ ), kemudian dibebani dengan tegangan normal, melalui penerapan tegangan deviator ( $\Delta\sigma_f$ ) sampai mencapai keruntuhan. Selama pengujian pada penerapan tegangan deviator katup drainasi ditutup karena pada pengujian air tidak diijinkan mengalir keluar. Keadaan tanpa drainasi ini menyebabkan adanya tekanan pori (*excess pore pressure*) dengan tidak ada tahanan geser hasil perlawanan dari butir tanahnya.

Untuk pengujian ini :

$$\text{Tegangan utama mayor total} = \sigma_3 + \sigma_f = \sigma_1$$

$$\text{Tegangan utama minor} = \sigma_3$$

$$c_u = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = \frac{\Delta\sigma_f}{2} = \frac{q_u}{2} \dots\dots\dots(3.10)$$

Keterangan :

$\Delta\sigma_f$  = Tegangan deviator

$c_u$  = Kohesi *Undrained*

### 3.5.3 Parameter Kuat Geser, $c$ dan $\phi$

Kuat geser tanah diuraikan oleh Coulomb ( sekitar 1773 ), sebagai

$$\tau = c + \sigma \cdot f \dots\dots\dots(3.11)$$

Keterangan  $\tau$  = kuat geser pada bidang yang ditinjau.

$c$  = kohesi, atau pengaruh daya tarik antar partikel, hampir bebas dari tegangan normal pada bidang.



$\sigma$  = tegangan normal pada bidang yang ditinjau.

$\tan \phi = f$  = koefisien geser diantara material-material yang bersentuhan.

Persamaan ( 3.11 ) merupakan superposisi dari tahanan kohesi dan geser ( friksi ), didapatkan  $f = \tan \phi$ . Apabila tegangan efektif  $\sigma'$  dipakai untuk  $\sigma$ , diperoleh

$$\tau = c' + \sigma' \tan \phi' \dots \dots \dots (3.12)$$

diketahui bahwa kuat geser adalah bebas terhadap tahanan pori, sehingga  $\tau$  tidak diutamakan. Jelas bahwa  $\phi$  dan  $c$  akan tergantung apakah memakai persamaan (3.11) atau (3.12). Sudut  $\phi$  disebut sudut geser dalam ( angel of internal friction ) dan bukan merupakan suatu konstanta seperti yang baru saja diuraikan. Oleh karena  $\phi \neq \phi'$ , maka harus berhati-hati dalam menentukan apakah parameter kekuatan yang akan dipakai merupakan parameter kekuatan total (Persamaan (3.11)), atau parameter kekuatan efektif (Persamaan (3.12)).

Mohr (dengan lingkaran Mohrnya) menguraikan suatu teori kekuatan pada keadaan tegangan yang terbatas sebagai

$$\tau_f = f (\sigma') \dots \dots \dots (3.13)$$

yang menyatakan bahwa pada sebuah bidang keruntuhan, tegangan geser pada saat runtuh ( $\tau_f$ ) adalah merupakan fungsi dari tegangan normal efektif pada bidang tersebut. Persamaan (a) dapat pula dinyatakan sebagai

$$\tau_f = \sigma' (f) = \sigma' \tan \phi' \dots \dots \dots (3.14)$$

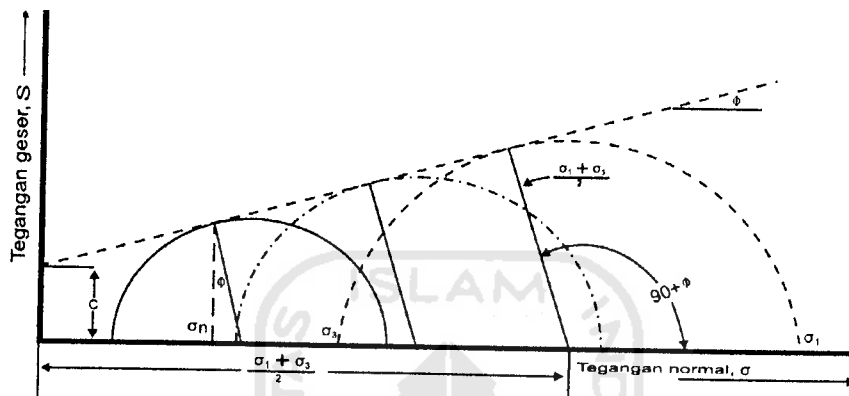
dan menunjukkan bahwa Persamaan (3.13) adalah merupakan kasus khusus dari Persamaan (3.12) Coulomb. Dengan membuatnya menjadi umum, diperoleh apa yang sekarang biasa disebut kriteria keruntuhan Mohr-Coulomb sebagai

Sudah menjadi kebiasaan untuk menghilangkan subskrip  $f$  sebab selalu diinginkan kasus yang paling kritis (atau kasus keruntuhan), maka akan dipakai persamaan Mohr sebagai apa yang diberikan pada Persamaan (3.11) ataupun Persamaan (3.12).

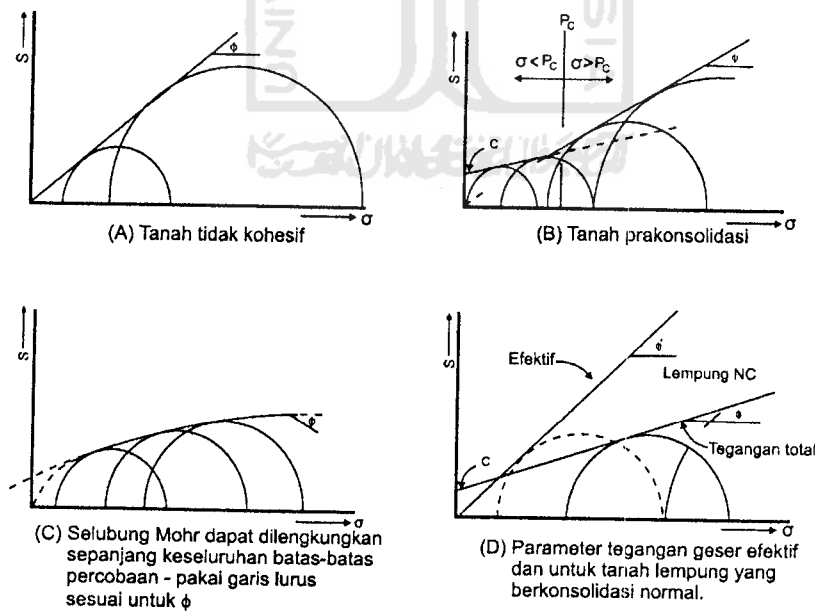
Analisis tanah pada keadaan ini terkadang disebut keadaan kritis, atau analisis keadaan batas; ataupun analisis keseimbangan batas. Peneliti-peneliti mekanika tanah pada tahap-tahap awal telah menunjukkan bahwa percobaan tekan Triaksial dengan memakai tekanan sel  $\sigma_c = \sigma_3$  akan menghasilkan tekanan maksimum (pada saat runtuh)  $\sigma_1$  yang akan cukup untuk memplot sebuah lingkaran Mohr. Percobaan kedua untuk tekanan sel yang lebih besar ( $\sigma_3$ ) akan menghasilkan  $\sigma_1$  yang lebih besar dan lingkaran Mohr baru di sebelah kanan lingkaran yang pertama dan begitu pula halnya untuk nilai-nilai tekanan sel yang lain-lainnya. Sudah tentu akan dapat digambarkan banyak lingkaran Mohr pada tingkat-tingkat tegangan antara yang berkisar dari  $\sigma_3 < \sigma_1 < \sigma_{1(f)}$ , tetapi apabila dipakai hanya yang “runtuh” saja, akan didapatkan kasus batas.

Oleh karena Persamaan (3.12) atau (3.11) adalah merupakan persamaan dari sebuah garis lurus yang membatasi tegangan geser dan semua titik pada masing-masing lingkaran (keruntuhan) Mohr juga merupakan tegangan-tegangan batas, terlihat wajar apabila dalam memeriksa garis selubung yang dibuat dengan menggambarkan garis singgung terhadap lingkaran-lingkaran Mohr itu. Apabila hal ini dilakukan, hubungan-hubungan yang diperlihatkan dalam Gambar (3.7) dan (3.8) akan diperoleh, yaitu kuat geser runtuh dari suatu tanah akan dapat diramalkan dengan cukup sesuai dari garis (atau selubung) yang didapat dengan

menggambarkan garis singgung terhadap lingkaran-lingkaran Mohr itu. Persamaan yang paling sesuai untuk garis tersebut adalah Persamaan (3.11) atau (3.12), tergantung kepada apakah tegangan-tegangan total atau tegangan-tegangan efektif yang dipakai untuk  $\sigma_1$  dan  $\sigma_3$ .



Gambar 3.8 Selubung Mohr – Coulomb untuk mendapatkan parameter tanah pembatas  $c$  dan  $\phi$  berdasarkan  $\sigma_1$ ,  $\sigma_3$  pada saat runtuh



Gambar 3.9 Selubung keruntuhan kualitatif untuk beberapa jenis tanah yang ditunjukkan dalam gambar.

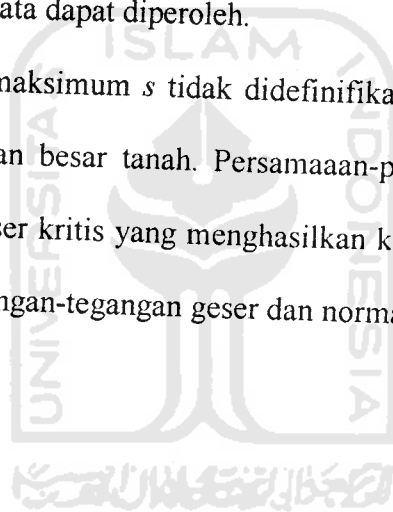
Dapat dilihat pada Gambar 3.8, yang memberikan lingkaran-lingkaran Mohr kualitatif (tanpa nilai-nilai numerik) untuk beberapa kasus :

1. *Tanah tidak kohesif.* Perhatikan bahwa kohesi yang ada adalah nol. Percobaan untuk pasir lembab mungkin akan memberikan kohesi yang kecil akibat akumulasi tarikan permukaan. Membran karet yang dipakai untuk mengekang contoh juga mungkin akan menghasilkan kohesi yang terlihat kecil. Selubung keruntuhan pada sebagian besar tanah tidak kohesif merupakan garis lurus di dalam ketepatan percobaan dan sepanjang batas-batas kerja  $\sigma$  yang memungkinkan.
2. *Tanah prakonsolidasi.* Di sini untuk kombinasi tegangan sampai kepada tekanan prakonsolidasi  $p_c$ , akan dihasilkan suatu parameter kohesi dan  $\phi$  yang berkurang (Gambar 3.9); di luar  $p_c$  tanah berlaku sebagai material yang berkonsolidasi normal, seperti dalam Gambar 3.9.
3. *Selubung Mohr melengkung.* Untuk hamper sebagian tanah selubung Mohr adalah dan akan membutuhkan interpretasi. Garis sekan atau garis tangen (singgung) di dalam daerah  $\sigma = \sigma_{\text{kerja}}$  dapat dipakai untuk mendapatkan  $\phi$  dan proyeksi ke sumbu geser dapat dipakai untuk mendapatkan  $c$ .
4. *Parameter-parameter tegangan efektif.* Apabila tekanan-tekanan pori diukur, lingkaran-lingkaran Mohr akan dapat dikoreksi, seperti terlihat. Untuk lempung berkonsolidasi normal (normally consolidated-NC) kohesi yang ada hampir nol untuk  $\phi'$ . Lihat uraian no. 2 di atas, dan perhatikan bahwa apabila semua percobaan Triaksial dilakukan sehingga  $\sigma_n > p_c$ , tanah akan diplot sebagai berkonsolidasi normal. Percobaan-percobaan koreksi pada  $\sigma_n > p_c$

untuk tekanan pori tidak dengan sendirinya akan menghasilkan  $c = 0$ , tetapi akan menghasilkan nilai  $\phi'$  yang tidak sama dengan  $\phi'$  di dalam daerah yang berkonsolidasi normal.

Tidaklah perlu untuk menggambarkan lingkaran-lingkaran Mohr dalam mendapatkan selubung keruntuhan dari Persamaan (3.11) atau (3.12).  $\sigma_n$  dapat dikerjakan pada tanah dan mengukur  $s$  maksimum. Dua atau lebih kumpulan-kumpulan data akan memungkinkan penyelesaian persamaan-persamaan tadi secara simultan untuk  $c$  dan  $\phi$ , atau yang lebih disukai, data diplot dan penyelesaian grafis rata-rata dapat diperoleh.

Tegangan geser maksimum  $s$  tidak didefinisikan lewat Persamaan (3.11) dan (3.12) untuk sebagian besar tanah. Persamaan-persamaan Mohr-Coulomb menentukan tegangan geser kritis yang menghasilkan keruntuhan dan merupakan suatu kombinasi dari tegangan-tegangan geser dan normal pada bidang kritis.



## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1. Bahan Penelitian**

1. Tanah

Dalam penelitian ini sampel tanah yang digunakan adalah tanah berbutir halus yang berasal dari desa Bawuran, kecamatan Pleret, Bantul, Yogyakarta.

2 Air

Air diambil dari PDAM yang ada pada Laboratorium Mekanika Tanah FTSP, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

#### **4.2. Alat Penelitian**

Alat yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah beberapa alat yang berkaitan dengan pengujian sifat fisik dan sifat mekanik tanah berdasarkan standarisasi American Society for Testing Material (ASTM).

#### **4.3. Data yang diperlukan**

1. Kadar air (w), dalam persen (%) standar ASTM D 2216-71
2. Berat Jenis (Gs) standar ASTM D 854-72
3. Batas cair (LL), dalam persen (%) standar ASTM D 423-66
4. Batas plastis (PL), dalam persen (%) standar ASTM D 424-74

5. Batas susut (SL), dalam persen (%) standar ASTM D 427-74
6. Berat volume kering tanah maksimum ( $\gamma_d$  maks), dalam ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) didapat dari pengujian Proktor standar (ASTM D 698-70)
7. Kadar air optimum ( $w_{\text{optimum}}$ ), dalam persen (%) didapat dari pengujian Proktor Standar (ASTM D 698-70)
8. Kohesi (c), dalam ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) didapat dari pengujian Geser Langsung (ASTM D 3080) dan pengujian Triaksial Tipe UU (ASTM D 2850)
9. Sudut geser dalam ( $\phi$ ), dalam derajat ( $^\circ$ ) didapat dari pengujian Geser Langsung (ASTM D 3080) dan pengujian Triaksial Tipe UU (ASTM D 2850)

#### 4.4 Uji yang Dilaksanakan dan Jumlah Sampel

Pengujian dan variasi sampel yang akan dilaksanakan pada uji laboratorium adalah:

Tabel 4.1 Sampel Tanah Asli

Uji yang dilaksanakan	Sampel Tanah Asli	Jumlah Sampel
Klasifikasi Tanah	Pengujian Analisis Distribusi butiran	2 (dua) Buah Sampel
Sifat-sifat Tanah	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengujian kadar air tanah</li> <li>• Pengujian berat jenis tanah</li> <li>• Pengujian berat volume</li> <li>• Batas Plastis dan batas cair</li> <li>• Batas susut</li> <li>• Indeks plastisitas</li> </ul>	3 (tiga) Buah Sampel 3 (tiga) Buah Sampel 3 (tiga) Buah Sampel 3 (tiga) Buah Sampel 3 (tiga) Buah Sampel 3 (tiga) Buah Sampel
Parameter geser	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengujian Geser Langsung UU</li> <li>• Pengujian Triaksial UU</li> </ul>	3 (tiga) Buah Sampel 3 (tiga) Buah Sampel

#### 4.4.1 Pengujian Sifat-sifat Tanah

##### 4.4.1.1 Pengujian kadar air tanah

Tujuan Pengujian adalah untuk menentukan kadar air sampel tanah. Kadar air tanah nilai perbandingan antara berat air dalam satuan tanah dengan berat kering tanah tersebut.

#### 1. Alat yang Digunakan

- a) Container
- b) Timbangan ketelitian 0,01 gram.
- c) Oven
- d) Desikator



Gambar 4.1 Seperangkat alat uji kadar air tanah

#### 2. Benda Uji yang digunakan

Benda uji berupa tanah basah, yang terganggu maupun tanah tidak terganggu. Agar diperoleh hasil yang lebih teliti, maka berat benda uji dan neraca yang digunakan harus sesuai dengan ukuran butir maksimum seperti pada Tabel 4.2.



Tabel 4.2 Ketentuan benda uji dengan neraca yang digunakan

Ukuran butir maksimum	Berat benda uji minimum	Ketelitian neraca
$\frac{3}{4}$ "	1000 gram	1 gram
# 10	100 gram	0,1 gram
#40	10 gram	0,01 gram

### 3 Prosedur Pengujian

- a. Container dibersihkan dengan kain, kemudian ditimbang beserta tutupnya dan beratnya dicatat = W1 gram.
- b. Sampel tanah yang akan diuji dimasukkan kedalam container, kemudian ditimbang bersama tutupnya = W2 gram.
- c. Dalam keadaan terbuka dimasukkan ke dalam oven,. Aturilah suhu oven konstan antara  $105^{\circ}\text{C}$  –  $110^{\circ}\text{C}$  selama 16 sampai 20 jam, tutup container jangan sampai tertukar dengan container yang lain.
- d. Setelah oven tanah dikeringkan dalam desikator, kemudian container bersama tutupnya ditimbang = W3 gram

Jika tidak terdapat oven pengering, maka pelaksanaan pengeringan dapat dilakukan dengan cara :

1. Jika benda uji yang diuji tidak mengandung bahan organik atau mudah terbakar, maka pengeringan dapat dilakukan diatas kompor atau dibakar langsung setelah disiram dengan spirtus.



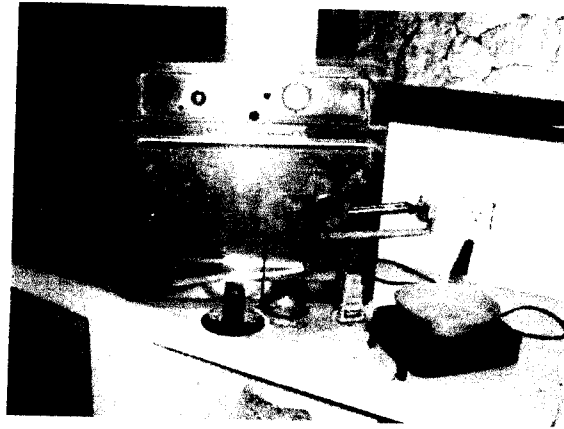
2. Jika benda uji yang diuji mengandung bahan yang mudah terbakar, spirtus, tetapi harus dikeringkan dengan kompor dengan temperatur tidak lebih dari  $60^{\circ}\text{C}$ .
3. Untuk masing-masing contoh harus diberi container yang diberi tanda dan tidak boleh tertukar.
4. Untuk setiap benda uji harus dipakai minimal dua container, sehingga kadar air dapat diambil nilai rata-rata.
5. Agar pengeringan dapat berjalan sempurna, maka susunan benda uji dalam oven harus diatur sehingga pengeringan tidak terganggu serta saluran udara harus dibuka.

#### **4.4.1.2 Pengujian berat volume tanah**

Tujuan Pengujian adalah untuk mengetahui berat volume suatu sampel tanah, berat volume tanah adalah nilai perbandingan berat tanah total termasuk air yang tidak terkandung di dalamnya dengan volume tanah total.

##### **1. Alat yang Digunakan**

- a) Timbangan ketelitian 0,01 gram.
- b) Ring berat volume dari baja.
- c) Kalifer.
- d) Pisau perata.



Gambar 4.2 Seperangkat alat uji berat volume tanah

## 2. Benda Uji yang digunakan

Berupa tanah dilapangan, dapat berupa tanah yang sudah dipadatkan atau tanah asli.

## 3. Prosedur Pengujian

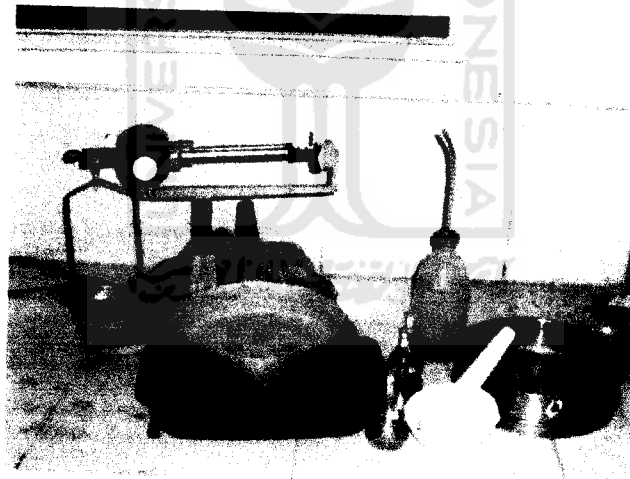
- a. Ring dibersihkan kemudian ditimbang =  $W_1$  gram.
- b. Ukur diameter dalam ( $d$ ) dan tinggi ( $t$ ) kemudian dihitung volumenya ( $V$ ).
- c. Oleskan oli pada sisi ring sebelah dalam dan luarnya, kemudian ring dimasukkan kedalam sampel tanah dengan cara menekan.
- d. Ratakan permukaan tanah rata dengan permukaan ring, serta bersihkan sisi luarnya kemudian di timbang =  $W_2$  gram.

### 4.4.1.3 Pengujian berat jenis tanah

Tujuan Pengujian adalah untuk menentukan berat jenis suatu sampel tanah, berat jenis tanah adalah nilai perbandingan berat butiran tanah dengan berat air destilasi di udara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu, biasanya diambil pada  $27,5^{\circ} \text{C}$ .

### 1. Alat yang Digunakan

- a) Picknometer dengan kapasitas 25 cc atau 50 cc.
- b) Timbangan ketelitian 0,01 gram.
- c) Air destilasi bebas udara.
- d) Oven dengan suhu yang dapat diatur.
- e) Desikator.
- f) Termometer.
- g) Cawan porselin (mortar) dengan pestel (penumbuk berkepala karet)
- h) Saringan no. 10.
- i) Kompor pemanas.



Gambar 4.3 Seperangkat alat uji berat jenis tanah

### 2. Benda Uji yang digunakan

Benda uji yang digunakan adalah tanah kering oven lolos saringan no. 10 yang berasal dari tabung tanah *undisturbed*.

### 3. Prosedur Pengujian

- a. Persiapan Pengujian.
  1. Sampel tanah dikeringkan di dalam oven selama 24 jam.
  2. Sampel tanah kering oven tersebut dihaluskan dengan pestel hingga lolos saringan no. 10.
- b. Pelaksanaan Pengujian.
  1. *Picknometer* dibersihkan bagian luar dan dalamnya kemudian ditimbang dengan tutupnya =  $W_1$  gram.
  2. Sampel tanah yang lolos ayakan no. 10 dimasukkan ke dalam *picknometer* sebanyak secepat dari volume *picknometer*, kemudian pada bagian luarnya dibersihkan lalu ditimbang beserta tutupnya =  $W_2$  gram.
  3. Air destilasi dimasukkan kedalam *picknometer* sampai  $\frac{2}{3}$  dari isinya kemudian didiamkan kira-kira sampai 30 menit.
  4. Udara yang terperangkap diantara butir tanah dikeluarkan, hal ini dilakukan dengan cara:
    - a. *Picknometer* dimasukkan ke dalam pompa vakum dalam keadaan terbuka kemudian diberikan tekanan tidak melebihi 100 cmHg, sehingga gelembung udara dapat keluar dari pori-pori tanah dan air menjadi jernih.
    - b. *Picknometer* direbus dengan hati-hati selama 10 menit dengan sesekali *picknometer* digoyang-goyangkan untuk membantu keluarnya gelembung udara, kemudian dimasukkan dalam

desikator sampai mencapai suhu ruangan selama lebih kurang 2 jam.

5. Ditambahkan air destilasi dalam picknometer sampai penuh dan ditutup, bagian luar picknometer dikeringkan dengan kain kering, setelah itu picknometer berisi tanah dan air penuh ditimbang =  $W_3$  gram.
6. Ukur suhu air dalam picknometer dengan thermometer dan catat =  $T$ .
7. Buang seluruh isi picknometer kemudian diisi dengan air destilasi bebas udara sampai penuh, ditutup dan bagian luarnya dilap dengan kain dan ditimbang =  $W_4$  gram. Hal ini dikerjakan segera setelah pekerjaan point 6, agar suhu air masih sama dengan point 6.

#### 4.4.1.4 Pengujian Analisa Hidrometer

Tujuan pengujian adalah untuk menentukan distribusi ukuran butir – butir untuk tanah yang tidak mengandung butir tanah tertahan oleh saringan nomor 10 (sepuluh). Pengujian dilakukan dengan analisa sediment menggunakan hydrometer.

##### 1. Alat yang digunakan

- a. Hidrometer dengan skala pembacaan antara  $-0,995$  sampai  $+ 1,030 \text{ gr/cm}^3$
- b. Hidrometer dengan skala pembacaan antara  $- 5$  sampai  $+ 60 \text{ gr/cm}^3$
- c. Timbangan ketelitian  $0,01 \text{ gram}$ .

- d. Gelas silinder kapasitas 100 cc dengan diameter 6,35 cm, tinggi 45,70 cm dengan tanda volume 1000 cc sebelah dalam pada ketinggian  $36 \pm 2$  cm dari dasar.
- e. Alat pengaduk suspensi.
- f. Mortar dan Pastel.
- g. Termometer.
- h. Stop wacth.
- i. Air destilasi.
- j. Bahan reagen (water glass).
- k. Oven.



Gambar 4.4 Seperangkat alat pengujian analisa hydrometer

## 2. Benda Uji Yang Digunakan

Benda uji berupa tanah dengan berat sekitar 50 sampai 60 gr untuk tanah lanau, 100 sampai 120 gr untuk tanah berpasir.

### 3. Prosedur Pengujian

#### 1. Persiapan Pengujian

##### a. Membuat larutan standar

- Reagen (water glass) diambil sebanyak 2 gr, kemudian larutkan dalam 300 cc air destilasi hingga larut, pada gelas ukur (A).
- Larutan standar ini menjadi dua bagian, yang satu bagian dimasukkan dalam tabung kapasitas 1000 cc (B) sedangkan yang sebagian lagi tetap berada dalam gelas ukur semula (A).

##### b. Membuat suspensi (campuran sampel tanah dengan larutan standar).

- Sampel diambil sebanyak kurang 50 – 60 gr kering oven, kemudian masukan dalam gelas ukur (A), direndam sampai kurang lebih 30 menit, kemudian diaduk/dihancurkan dengan mixer selama  $\pm$  10 menit, sehingga menjadi suspensi.
- Cairan suspensi dimasukkan ke dalam tabung pengendapan (C).
- Cairan suspensi di dalam tabung (C) dikocok sebanyak 60 kali.

#### 2. Pelaksanaan Pengujian

##### Pembacaan Hidrometer

- a. Lakukan pembacaan hydrometer setelah suspensi dikocok sebanyak 60 kali. Saat selesai mengocok suspensi tersebut, tabung (C) diletakkan di meja dan saat itu dihitung sebagai  $T_0$ .
- b. Cara melakukan pembacaan adalah sebagai berikut :
  1. Kira – kira 20 atau 25 detik sebelum pembacaan suspensi, ambil hydrometer dari tabung (B), celupkan secara hati – hati



pada suspensi di tabung (C) dengan pelan – pelan sampai mencapai kedalaman taksiran yang akan terbaca, kemudian lepaskan (jangan sampai timbul guncangan). Kemudian dibaca skala yang ditunjukkan oleh puncak meniskus muka air = R1

2. Setelah tabung suspensi (C) dibaca dan dipindahkan secara pelan – pelan kedalam tabung (B). dalam air tabung (B) dibaca skala hydrometer = R2.
- c. Setelah pembacaan hydrometer selesai, lalu diukur suhu suspensi dengan termometer.
- d. Pembacaan dilakukan pada setiap menit (T) ke : 2, 5, 30, 60, 250 dan 1440 menit dari  $T_0$ .
- e. Setelah pembacaan terakhir (menit ke 1440), dituangkan cairan suspensi pada tabung (C) di atas saringan no. 200 kemudian cucilah sampel tanah yang tertahan di atas saringan ini dengan bantuan kuas sampai air yang keluar dari ayakan benar – benar bersih. Hasil pencucian ini digunakan sebagai sampel pada Analisis Saringan setelah dijemur sehingga kering.

#### **4.4.2 Pengujian Batas-Batas Konsistensi (*Atterberg limits*)**

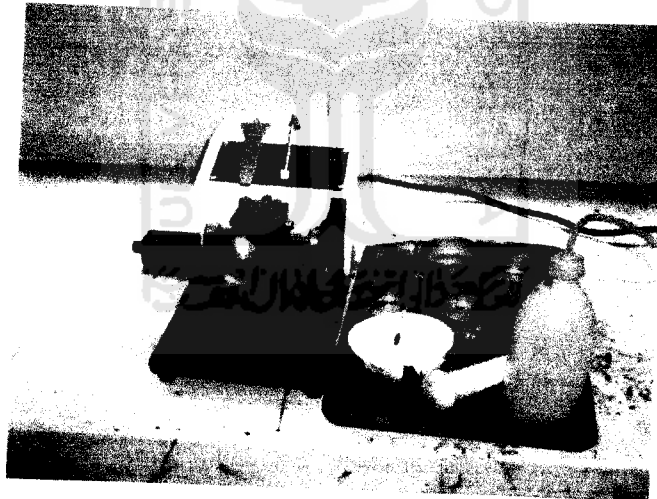
##### **4.4.2.1 Pengujian batas Cair (*Liquid limit*)**

Tujuan Pengujian adalah untuk menentukan batas cair tanah. Batas cair tanah adalah kadar air tanah pada keadaan batas cair dan plastic, batas cair untuk

mengetahui jenis dan sifat-sifat tanah dari bagian tanah yang mempunyai ukuran butiran lolos saringan no. 40.

### 1. Alat yang Digunakan

- a) Cassagrande.
- b) Grooving tool.
- c) Mortar (cawan porselin)
- d) Spatel (penumbuk berkepala karet/kayu)
- e) Saringan no. 40
- f) Air destilasi
- g) Satu set alat pengujian kadar air.



Gambar 4.5 Seperangkat alat pengujian Batas cair

### 2. Benda Uji yang digunakan

Sampel tanah yang perlu disiapkan untuk percobaan ini sebanyak 500 gram. Sampel tanah halus ini harus bebas atau tidak mengandung butir tanah yang lebih besar dari 0,425 mm (tertahan saringan no.40). Bila contoh tanah

mengandung butir kasar, maka tanah dikeringkan dengan dijemur, bila keadaan tanah tidak menggumpal maka langsung dapat disaring, tetapi bila contoh tanah tersebut dalam keadaan menggumpal, maka perlu ditumbuk dulu dengan palu karet, kemudian disaring dengan saringan no. 40.

### 3 Prosedur Pengujian

1. Persiapan Pengujian.
  2. Sampel tanah yang sudah disaring dengan saringan no. 40 dimasukkan dalam mangkuk porselin.
  3. Ditambahkan air dalam mangkuk sedikit demi sedikit sambil diaduk sampai merata, dari kering ke encer.
  4. Periksa alat Cassagrande yang akan dipergunakan, bahwa alat dalam keadaan dan bekerja dengan baik. Periksa bahwa apabila pegangan diputar, mangkuk akan terangkat setinggi 1 cm. Gunakan pegangan alat pembarut sebagai pengukur. Bila belum benar, perbaiki setelahnya.
- c. Pelaksanaan Pengujian.
1. Ditambahkan air pada contoh tanah di dalam mangkuk porselin tersebut sedikit demi sedikit sambil diaduk sampai merata (homogen). Pada adukan pertama ini tanah supaya agak encer.
  2. Adukan tanah tadi dimasukkan kedalam mangkuk cassagrande, gunakan spatel untuk meratakan dan menghilangkan gelembung udara yang terperangkap di dalam tanah, permukaan tanah diratakan dengan permukaan mangkuk Cassagrande bagian depan dan paling bawah dan

- permukaan tanah harus horizontal, apabila tanahnya kelebihan dapat diambil dan ditambahkan bila kurang.
3. Dengan alat pembarut buatlah alur lurus pada garis tengah mangkuk searah dengan sumbu alat, sehingga tanah terbelah dua secara simetris.
  4. Alat diputar sehingga mangkuk terangkat dan jatuh pada alasnya, dengan kecepatan 2 putaran/detik, putaran dihentikan apabila kedua bagian tanah sudah terlihat berimpit sepanjang 12,7 mm(1/2). Catat jumlah ketukannya (interval ketukan antara 10 sampai 45 ketukan).
  5. Jumlah ketukan pada pengujian pertama ini kurang lebih 40 ketukan.
  6. Ambilah sedikit sample tanah dalam mangkuk Cassagrande kemudian uji kadar airnya.
  7. Sisa tanah yang masih ada dalam mangkuk diambil dan dikembalikan ke dalam mangkuk porselin. Cucilah mangkuk cassagrande dan keringkan terlebih dahulu sebelum digunakan untuk pengujian selanjutnya.
  8. Semua pekerjaan di atas diulangi sehingga diperoleh 4 sampai 5 data hubungan antara kadar air dan jumlah ketukan. Ketukan yang dipakai adalah antara 15 sampai 40, dengan masing-masing pengujian selish hamper sama.
  9. Untuk mendapatkan jumlah ketukan dan kadar air yang berbeda, sampel tanah ditambah dengan air sedikit demi sedikit.

#### 4.4.2.2 Pengujian Batas Plastis (Plastic limit)

Tujuan Pengujian adalah untuk menentukan kadar air tanah pada kondisi batas plastis. Batas plastis adalah kadar air minimum suatu sampel tanah dalam keadaan plastis.

##### 1. Alat yang Digunakan

- a) Pelat kaca.
- b) Spatula.
- c) Wash Bottle.
- d) Cawan Porselin.
- e) Seperangkat alat pengujian kadar air.



Gambar 4.6 Seperangkat alat pengujian batas plastis

##### 2. Benda Uji yang digunakan

Sampel tanah sebanyak 15 sampai 20 gram, diambil setelah pengujian batas cair.

### 3. Prosedur Pengujian

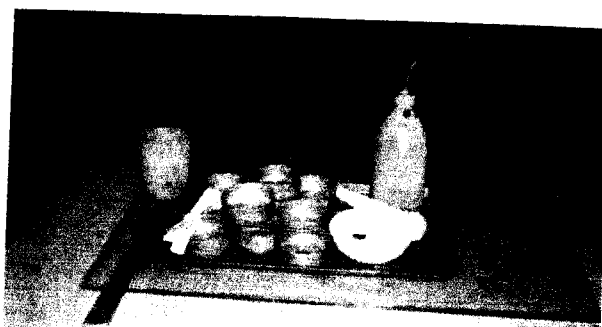
- a. Membuat bola tanah dengan diameter sekitar 1 cm.
- b. Giling-giling tanah diatas pelat kaca dengan telapak tangan berkecepatan giling 1,5 detik setiap geraklan maju mundur.
- c. Setelah tercapai 3 mm dan tanah mulai kelihatan retak, sample tanah tersebut menunjukkan dalam keadaan kondisi batas plastis.
- d. Gilingan tanah tersebut dimasukkan ke dalam container (cawan timbang) sebanyak kurang lebih 10 gram, kemudian segera dilakukan pengujian kadar air.

#### 4.4.2.3 Pengujian batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Tujuan Pengujian adalah untuk menentukan kadar air tanah pada kondisi batas susut. Batas susut tanah adalah kadar air tanah minimum yang masih dalam keadaan semi solid, dan juga merupakan batas antara keadaan *semi solid* dan *solid*.

##### 1. Alat yang Digunakan

- a) Cawan porselin dan spatel.
- b) Cawan susut terbuat dari porselin atau monel yang berbentuk bulat dan beralas datar.
- c) Pisau perata.
- d) Satu unit alat untuk menentukan volume.
- e) Satu set alat pengujian kadar air.



Gambar 4.7 Seperangkat alat pengujian batas susut

## 2. Benda Uji yang digunakan

Benda uji dapat berupa sebagian dari tanah saat pengujian batas cair tanah, kemudian ditambahkan air sehingga tanah berada dalam kondisi liquid atau cair.

## 3. Prosedur Pengujian

- a. Tentukan volume ring ( $V$ ) dengan mengukur tinggi ( $t$ ), diameter ( $D$ ) atau dengan cara sebagai berikut:
- b. Mengisikan tanah ke dalam cawan susut.
- c. Tentukan volume tanah kering dengan cara:
  1. Tanah kering dikeluarkan dari cawan susut, jangan sampai pecah.
  2. Tempatkan mangkuk kaca dalam mangkuk porselin yang lebih besar.
  3. Air raksa dituangkan kedalam mangkuk kaca sampai penuh, kemudian ratakan permukaan air raksa dengan pelat plat kaca berpaku, dengan posisi paku ikut dicelupkan kedalam air raksa.
  4. Mangkuk kaca tadi dipindahkan ke dalam mangkuk porselin kosong satunya lagi, kemudian masukkan contoh tanah kering ke

dalam mangkuk kaca, lalu tekan dengan plat kaca berpaku sampai tenggelam.

5. Plat kaca diangkat dan pindahkan mangkuk kaca ke mangkuk porselin pertama.
6. Air raksa yang berada dalam mangkuk porselin kedua dituangkan ke dalam gelas ukur lalu ditimbang.
7. Volume tanah kering sama dengan berat jenis air raksa yang tertumpah karena terdesak tanah dibagi dengan berat jenisnya.

#### 4.4.3 Pengujian Kuat Geser

##### 4.4.3.1 Uji Geser Langsung Tipe *Unconsolidated Undrained*

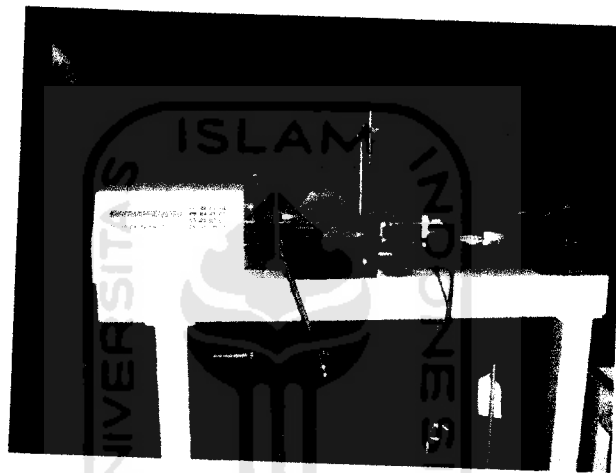
Tujuan pengujian adalah untuk menentukan besar parameter geser langsung pada kondisi *Unconsolidated Undrained*, Parameter geser tanah terdiri atas sudut gesek intern ( $\phi$ ), dan kohesi ( $c$ ). Kondisi *unconsolidated undrained* berarti pelaksanaan penggeseran dilakukan sebelum mengalami konsolidasi. Kondisi *undrained* berarti selama penggeseran, air pori tanah tidak diberi kesempatan untuk mengalir keluar.

#### 1. Alat yang Digunakan

2. Alat uji geser langsung terdiri atas
  - a. Alat pengeluar contoh tanah (*Extruder*).
  - b. Kotak geser untuk benda uji berbentuk bulat atau berbentuk persegi.
  - c. Perlengkapan pembebanan normal (8 kg, 16 kg, 32 kg),



- d. Perlengkapan untuk menggeser tanah (dengan motor listrik atau dengan tangan).
- e. Cincin beban dengan arloji pengukurnya untuk mengukur gaya geser.
- f. Arloji pengukur untuk penurunan benda uji.
- g. Arloji pengukur untuk regangan penggeseran h
- h. Stopwatch.
- i. Alat penyiapan benda uji dan alat-alat pemeriksa kadar air.



Gambar 4.8 Seperangkat alat Pengujian geser langsung UU

## 2. Benda Uji

Benda uji berupa tanah kohesif atau non kohesif berbentuk silinder, tinggi silinder 2,4 cm. Diameter minimum benda uji 6,40 cm. Jumlah benda uji sekurang-kurangnya sebanyak 3 buah.

## 3. Prosedur Pengujian

### 1. Persiapan benda uji

- a. Benda uji yang perlu di sediakan untuk pemeriksaan ini sekurang-kurangnya sebanyak 3 buah.

- b. Apabila contoh tanah yang dipersiapkan berupa tanah asli dari tabung, maka keluarkan contoh tanah (dengan arah dari ujung tabung pangkal tabung tanah) dan desaklah masuk cincin cetak. Kemudian potong tanah agak lebih sedikit dan ratakan sehingga contoh tanah rata dengan permukaan cincin cetak bagian atas maupun bagian bawah.
- c. Apabila yang diperiksa berupa tanah yang dipadatkan dalam laboratorium maka dapat digunakan alternatif cara
  - 1) Tanah dipadatkan dalam silinder pemadatan dengan kadar air dan kepadatan sesuai dengan yang diinginkan. Kemudian desaklah contoh tanah keluar dari tabung pemadatan masuk kedalam cincin cetak. Masukkan pelan-pelan sambil irishlah tanah diluar cincin. Kemudian potonglah rata dengan cincin cetak atas dan bawah Hindarkan tambahnya udara dalam pori tanah. Kemudian bentuk kembali dan padatkan dalam cetakan sehingga kepadatannya sama dengan aslinya.
  - 2) Tanah padat dari silinder pemadatan seperti pada a, dikeluarkan dari silinder pemadatan kemudian dipotong dan dibubut sesuai dengan bentuk benda uji yang akan diperiksa
  - 3) Contoh dipadatkan tidak dalam silinder tetapi langsung dalam ruang contoh tanah dalam kotak geser dengan kadar air dan kepadatan yang dikehendaki.
- d. Periksa dan catat kadar air dan berat volume contoh tanah.

2. Persiapan alat.
  - a. Kotak geser terdiri atas dua bagian yaitu bagian atas dan bawah. Satukan kedua bagian. tersebut dengan sekrup pengunci yang ada.
  - b. Pasang dan atur pada kotak geser, berturut-turut
    1. Paling bawah tempatkan batu pori yang sebelumnya dikenyangkan air (direbus dalam air sekitar 15 menit atau direndam dalam waktu 4 - 8 jam )
    2. Plat bergigi dipasang di atasnya menghadap ke atas. Buatlah arah gigi tegak lurus pada arah geseran.
    3. Benda uji dipasang atau dimasukkan di atas pelat bergigi dengan mendorong benda uji keluar dari cincin cetakan.
    4. Pelat bergigi ke dua (berlubang-lubang) dengan gigi dipasang menghadap ke bawah tegak lurus arah geseran. Tekan secara merata plat ini sehingga gigi plat bagian atas dan bawah masuk tertanam didalam benda uji.
    5. Pasang batu pori kedua yang sebelumnya dibuat kenyal air, di atas pelat bergigi.
    6. Paling atas letakkan pelat penerus beban secara sentris.
  - c. Perlengkapan alat diatur untuk menggeser benda uji, sehingga setiap untuk melakukan penggeseran, termasuk cincin beban (proving ring). Atur arloji cincin beban pada pembacaan nol.
  - d. Perlengkapan beban normal diatur di atas pelat penerus beban.

(perhitungkan pengaruh pengungkit) akan memberikan tekanan normal pada benda uji yang diinginkan.

### 3. Pelaksanaan Penggeseran

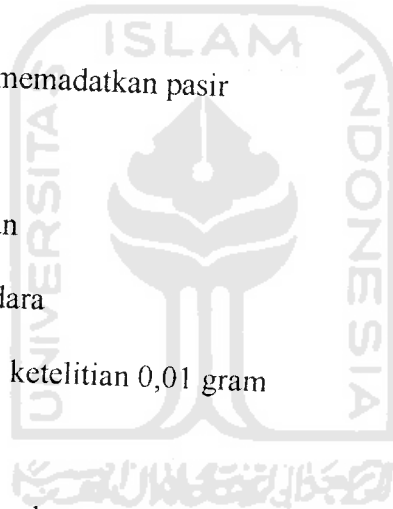
- a. Sekrup pengunci bagian atas dan bawah dibuka, sesudah 3 renggangkan kedua bagian ring geser sehingga terdapat keregangan sekitar 0,25 mm putarlah sekrup perenggang sebanyak setengah putaran dihitung setelah sekrup menempel pada bagian bawah. Putar kedua sekrup secara bersama-sama.
- b. Setelah kedua ring geser merenggang lepaskan kedua sekrup perenggang benda uji siap digeser.
- c. Penggeseran benda uji dilakukan cepat sehingga selama penggeseran air pori tidak sempat mengalir keluar dari benda uji lewat batu pori.
- d. Kecepatan penggeseran diambil antara 1 mm/menit (untuk tanah lempung).
- e. Penggeseran ini dikerjakan sampai gaya geser telah harga konstan atau sampai panjang penggeseran mencapai 10% dari diameter benda uji.
- f. Setelah selesai keluarkan benda uji dari ring geser, lakukan lagi pengujian kadar air terhadap benda uji.
- g. Dilanjutkan lagi untuk benda uji kedua dan ketiga sesuai dengan prosedur pengujian diatas.

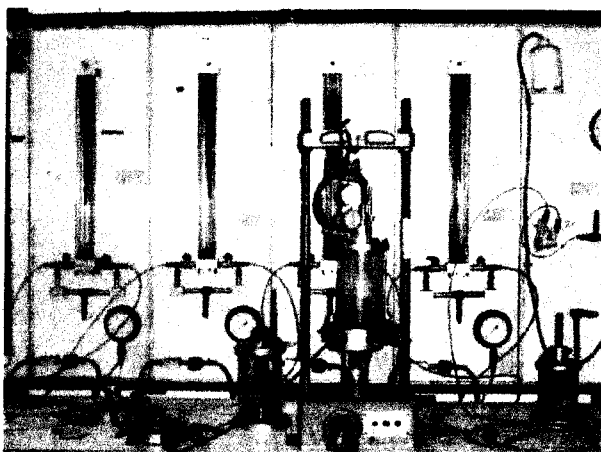
#### 4.4.3.2 Uji Triaksial Tipe UU

Pengujian Triaksial adalah pengujian sampel tanah dengan tiga dimensi tekanan. Pada pengujian ini disamping dapat diketahui tegangan geser ( $c$ ) juga diperoleh tegangan normal ( $\phi$ ) Kegunaan dari pengujian ini adalah untuk mendapatkan nilai kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ) dari suatu sampel tanah .

##### 1. Alat yang Digunakan

1. Alat Triaksial
2. Silinder contoh
3. Mold contoh
4. Penumbuk untuk memadatkan pasir
5. Membran karet
6. Pengatur ketinggian
7. Pengatur hampa udara
8. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
9. Oven pengering
10. Cawan penguap yang besar
11. Plester karet untuk pengikat
12. Sendok
13. Pencatat waktu





Gambar 4.9 Seperangkat alat pengujian Triaksial UU

## 2. Benda Uji

Benda uji yang perlu dipersiapkan sekurang-kurangnya 3 buah. Benda uji berupa silinder tanah dengan perbandingan antara tinggi dengan diameter 2 : 1 sampai 3 : 1. Jika diameter benda uji < 7,10 cm, butir tanah terbesar yang diijinkan ada dalam benda uji adalah 1/10 kali diameter benda uji, sedangkan diameter lebih besar > 7,10 cm, butir tanah terbesar yang diijinkan ada dalam benda uji adalah 1/6 kali diameter benda uji.

## 3. Prosedur Pengujian

### 1. Persiapan benda uji

- a. Bila tanah yang diuji adalah tanah asli (*undisturbed*) dari tabung yang sudah sesuai dengan benda uji yang diinginkan, maka keluarkan 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.

- b. 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 benda uji yang diinginkan.
  - c. Bila contoh tanah padat, batuan, maka dapat berupa
    - 1) Contoh tanah yang rusak (gagal dalam persiapan/pelaksanaan pengujian ) dapat dibentuk kembali dalam kantong plastik/karet, remas dengan jari sampai merata; seluruhnya. Hindarkan tambahnya udara dalam pori. Kemudian bentuk kembali dan padatkan dalam cetakan sehingga kepadatannya sama dengan aslinya.
    - 2) Contoh tanah padat buatan dapat diperoleh dengan memadatkan contoh tanah dengan kadar air dan kepadatan sesuai dengan yang diinginkan. Pemadatan dapat dilakukan dengan menumbuk tanah dalam silinder pemadatan kemudian dorong keluar dengan alat pengeluar (*extruder*), kemudian dipotong atau dibubut sesuai dengan benda uji yang diinginkan.
  - d. Pemadatan dapat pula langsung dilaksanakan pada cetakan belah.
  - e. Bila dikendaki contoh tanah dalam keadaan jenuh, maka dapat dijenuhkan sebelum pengujian.
  - f. Ukur dengan teliti dan catat ukuran diameter dan tinggi dari benda uji.
  - g. Benda uji ditimbang untuk menghitung berat volumenya.
2. Pemasangan benda uji
- a. Diambil dua buah batu pori dan rebus batu tersebut untuk menghilangkan gelembung udara dalam batu pori tersebut.

- b. Bebaskan udara dari pipa-pipa penghubung pada pelat dasar sel triaksial.
- c. Hubungkan plat bawah dengan dasar sel.
- d. Batu pori yang telah dibersihkan ditempatkan diatas pelat dasar.
- e. Diambil membran karet dengan ukuran hampir sama dengan ukuran ontok tanah
- f. Membran karet diletakkan pada tabung kecil yang dilengkapi dengan tempat penyedot udara (Ring O / tabung membuat kencang membran). Pada umumnya tabung berdiameter  $\frac{1}{4}$  inci ( $\pm 6$  mm), dan lebih besar dari contoh tanah yang digunakan, 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.
- g. Contoh tanah yang sudah diletakkan diatas pelat dasarsel Triaksial dimasukkan kedalam tabung pengencang membran. Pompa penghisap dihisap dan membran karet diluruskan pada ujung-ujung tabung untuk tempat pada palat atas.
- h. Pada alat dasar triaksial yang sudah terselubungi oleh membran diikat dengan karet supaya air tidak sel tidak masuk kedalam sample tanah melalui daerah ini.
- i. Pasang kertas saring dan batu pori diatas sample tanah dan pasang pula pelat atas triakasioal didalam membran karet tersebut.
- j. Gunakan karet untuk mengikat kuat-kuat membran karet dengan pelat bagian atas tersebut.



- k. Pasang tabung sel triaksial dan keraskan baut pengencangnya.
  - l. Isi ruang triaksial dengan air, dengan cara memutar regulator pengatur tekanan sel sehingga tekanan menunjukkan  $0,20 \text{ kg/cm}^2$ , kemudian buka kran yang menghubungkan tangki air dengan sel triaksial, sehingga air mengalir masuk memenuhi ruang sel triaksial.
  - m. Berikan tekanan sel ( $\sigma_3$ ) sesuai dengan harga yang diinginkan.
  - n. Jalankan / atur piston beban dengan pemutar tangan sehingga hampir menyentuh benda uji, baca dan catat arloji 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 .
  - o. Atur lagi sehingga piston mulai menempel benda uji.
  - p. Atur arloji cincin beban ladi sehingga dengan diperhitungkan koreksi tersebut koreksi tadi arloji menunjukkan nol.
  - q. Atur arloji regangan (pemendekan) benda uji pada pembacaan nol.
3. Pembacaan dan pembebanan
- a. Mesin beban dijalankan dengan kecepatan 0,5 - 1,0 persen/menit. Baca dan catat pembacaan arloji cincin beban dan arloji pemendekan benda uji pada kedudukan pemendekan (1) 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

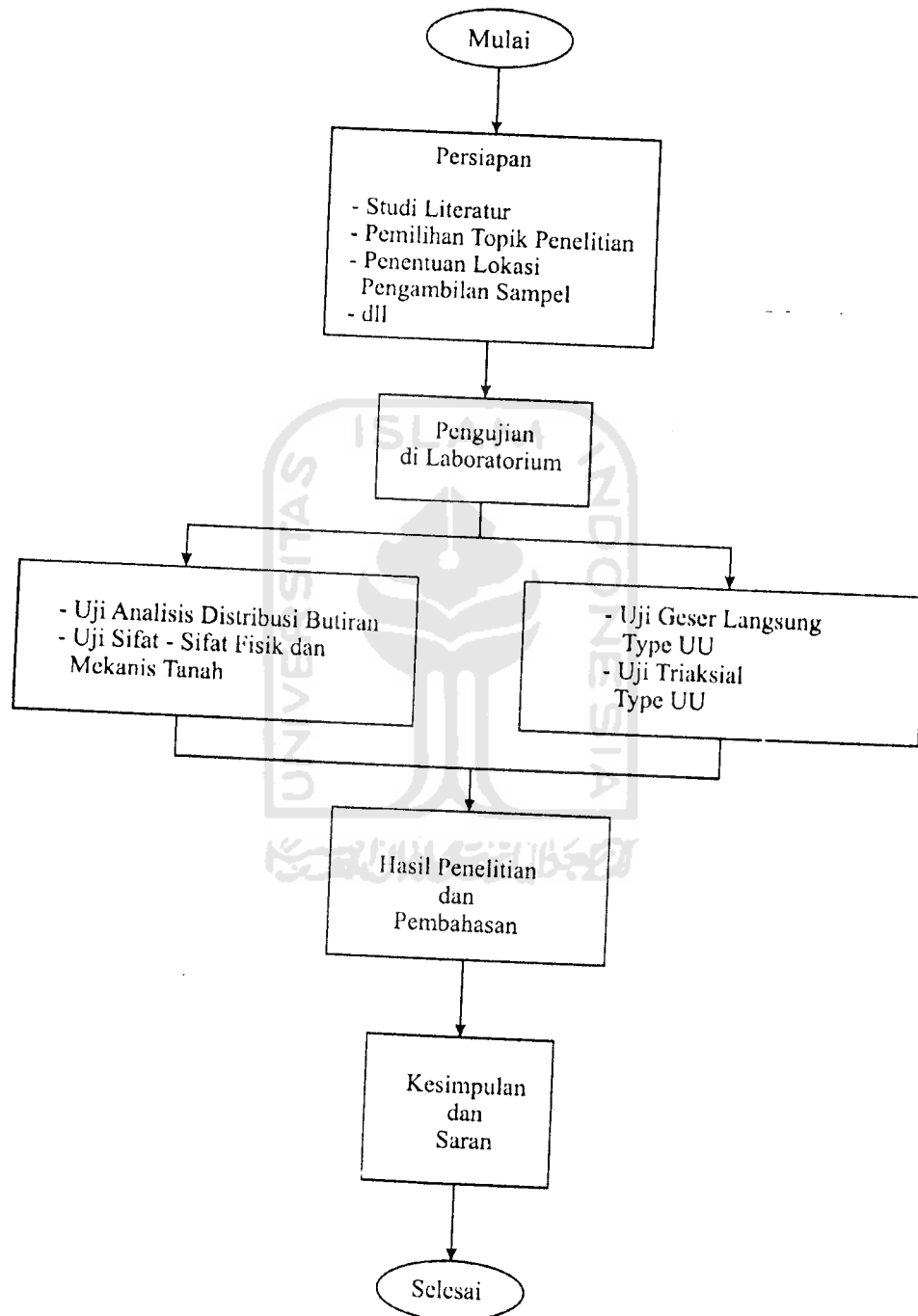
sampai pemendekan 20 %) . Pembacaan yang lebih teliti/ kerap perlu dilakukan apabila benda uji mendekati pecah.

- b. Selama pembacaan selalu amati manometer tekanan sel dan aturlah agar tekanan selalu dalam keadaan konstan.
- c. Setelah pembebanan selesai hentikan mesin pembebanan keluarkan air dalam sel, kemudian buka sel dan keluarkan benda uji.
- d. Membran karet dibuka dan catat atau gambar sket bentuk pecahnya tanah.
- e. Benda uji ditimbang dan dicatat beratnya.
- f. Pengujian kadar air dilakukan pada benda uji tersebut.
- g. Dikerjakan benda uji kedua dan ketiga dengan cara yang sama, dengan menaikkan harga tekanan selnya.

#### **4.5 Hasil Penelitian**

Hasil penelitian berupa hasil pengujian yang dilakukan di laboratorium selama penelitian, data yang didapat berupa besaran-besaran dan sifat-sifat mekanis tanah yang menggambarkan keadaan dan sifat tanah itu sendiri. Hasil penelitian dipresentasikan dalam bentuk table dan grafik.

#### 4.6 Bagan Alir Penelitian



Gambar 4.10 Bagan Alir Penelitian

## BAB V

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini diuraikan hasil pengujian kuat geser tanah lempung. Hasil pengujian ini digunakan untuk melakukan analisis parameter kuat geser. Data hasil pengujian, perhitungan laboratorium, dan pembahasan disajikan secara lengkap pada bagian lampiran laporan ini.

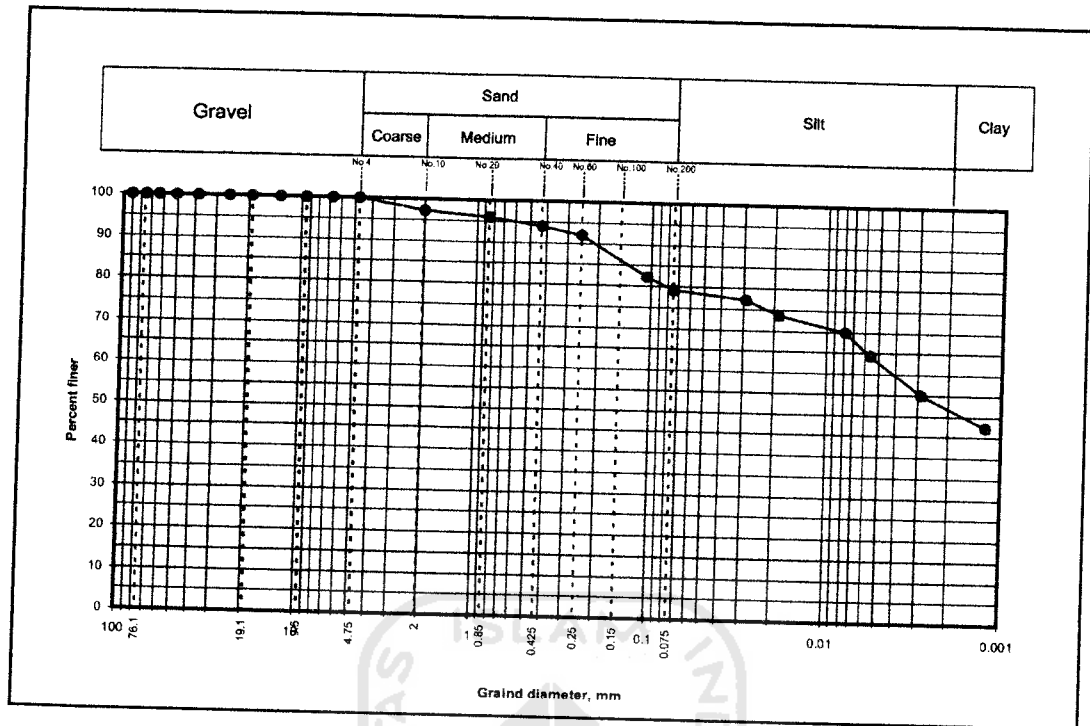
#### 5.1 Pengujian Klasifikasi Tanah

##### 1. Pengujian Analisa Distribusi Butiran

Yaitu untuk mengetahui diameter butir-butir yang lebih dari 0,075 mm atau yang tertahan saringan no.200. Untuk pengujian Analisis Saringan tanah lempung Pleret Bantul yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil FTSP UII, hasil secara keseluruhan ditampilkan pada Tabel 5.1

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Hidrometer Sampel 1

No Saringan	Diameter (mm)	Berat Tertahan (gr)	Berat Lolos (gr)	Persen berat Lebih kecil
4	4.750	0.00	53.68	100.00
10	2.000	1.52	52.16	97.17
20	0.850	0.68	51.48	95.90
40	0.425	1.01	50.47	94.02
60	0.250	1.10	49.37	91.97
140	0.106	5.14	44.23	82.40
200	0.075	1.68	42.55	79.27



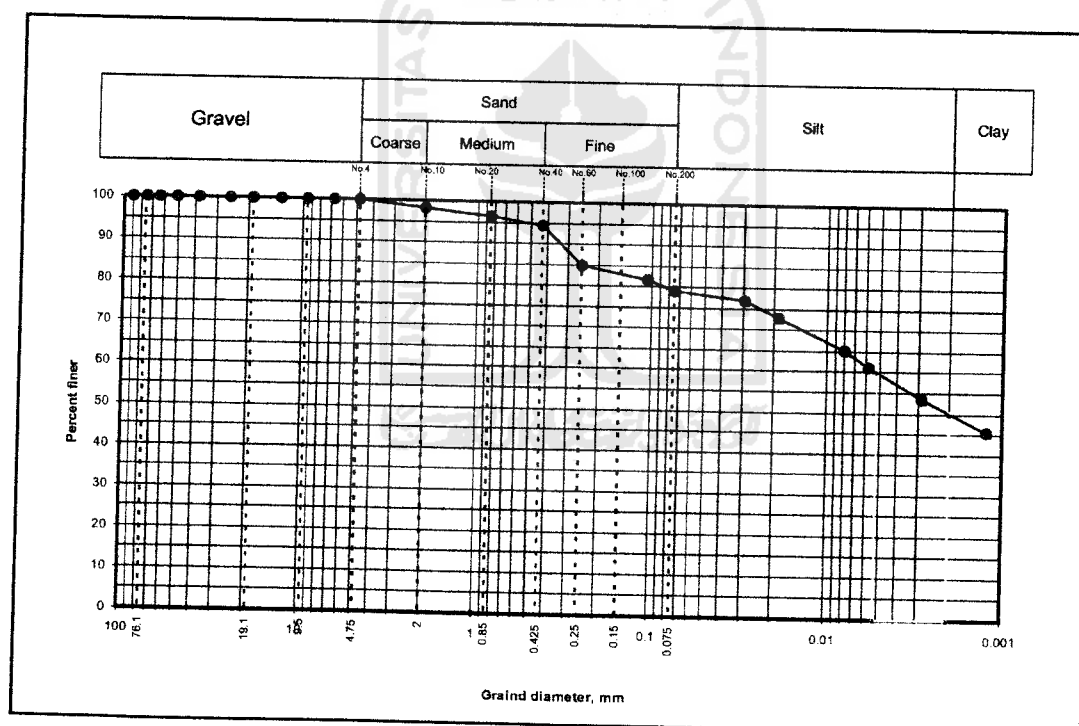
Gambar 5.1 Grafik Analisa Butiran Sampel 1

Hasil pengujian Analisa Saringan, didapatkan data :

Kerikil	: 0 %
Pasir	: 20,734 %
Lanau	: 24,246 %
Lempung	: 55,020 %
Lolos saringan no. 200	: 79,266 %

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Hidrometer Sampel 2

No Saringan	Diameter (mm)	Berat Tertahan (gr)	Berat Lolos (gr)	Persen berat Lebih kecil
4	4,750	0,00	51,35	100
10	2,000	0,95	50,40	98,15
20	0,850	0,93	49,47	96,34
40	0,425	1,05	48,42	94,29
60	0,250	4,76	43,66	85,02
140	0,106	1,81	41,85	81,50
200	0,075	1,23	40,62	79,10



Gambar 5.2 Grafik Analisa Butiran Sampel 2

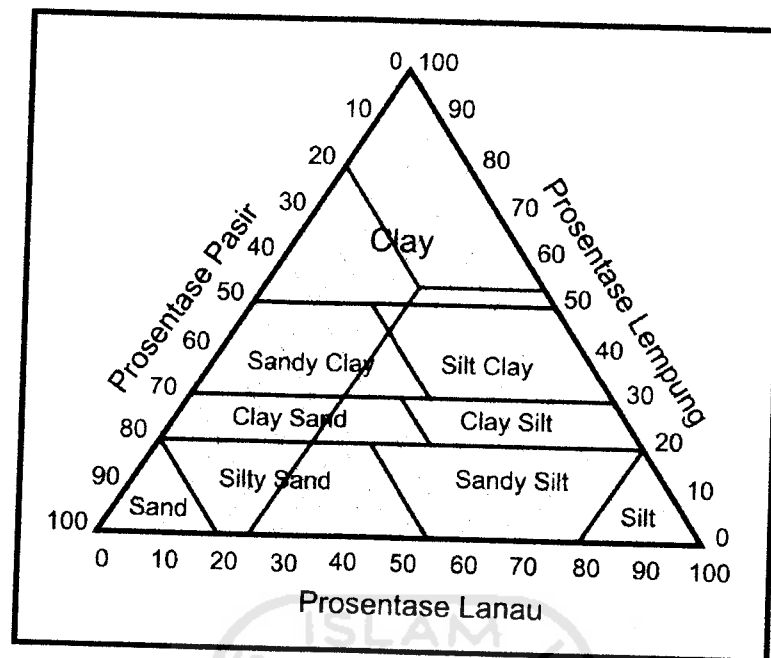
Hasil pengujian Analisa Saringan, didapatkan data :

Kerikil	: 0 %
Pasir	: 20,896 %
Lanau	: 29,104 %
Lempung	: 50,00 %
Lolos saringan no. 200	: 79,104 %

Dari hasil pengujian sample 1 dan 2 dijumlah dan diambil rata-rata :

Kerikil	: 0 %
Pasir	: 20,815 %
Lanau	: 26,675 %
Lempung	: 52,51 %
Lolos saringan no. 200	: 79,185 %

Menurut klasifikasi tanah berdasarkan *Unified Soil Classification System*(USCS), tanah desa Bawuran, Pleret Bantul, termasuk jenis tanah Lempung, hasil seperti terlihat pada gambar 5.3



Gambar 5.3 Klasifikasi USCS

Maka data yang didapat dan berdasarkan gambar 5.2 disimpulkan tanah yang berasal dari desa Bawuran, kecamatan Pleret, Bantul Yogyakarta mengandung Lempung 52.51 %, Lanau 26, 675 %, dan sisanya adalah Pasir 20,815 % sehingga tanah tersebut termasuk jenis Lempung.

## 2. Pengujian Hidrometer (*Hydrometer Analysis*)

Yaitu untuk mengetahui diameter butir-butir tanah yang kecil dari 0,075 mm atau yang lolos saringan no. 200. Untuk pengujian tanah lempung Pleret yang dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil FTSP UII, hasil secara keseluruhan ditampilkan pada Tabel 5.3 dan Tabel 5.4.



Tabel 5.3 Hasil Pengujian Hidrometer Sampel 1

Time	elapsed time min. T	R1	R2	t	R' R1 + m	L	K	D (mm)	Rc= R1-R2+Cr	P K2 x R (%)
10.00										
10.02	2	38	-2.0	24	39	9.909	0.0131	0.029245	41.3	77.29
10.05	5	36	-2.0	24	37	10.237	0.0131	0.018799	39.3	73.55
2.55	30	34	-2.0	24	35	10.564	0.0131	0.007796	37.3	69.81
11.00	60	31	-2.0	24	32	11.056	0.0131	0.00564	34.3	64.19
14.01	250	26	-2.0	24	27	11.874	0.0131	0.002863	29.3	54.84
10.00	1440	22	-2.0	24	23	12.529	0.0131	0.001226	25.3	47.35

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Hidrometer Sampel 2

Time	elapsed time min. T	R1	R2	t	R' R1 + m	L	K	D (mm)	Rc= R1-R2+Cr	P K2 x R (%)
10.00										
10.02	2	36	-2.0	24	37	10.237	0.0131	0.029724	39.3	76.89
10.05	5	34	-2.0	24	35	10.564	0.0131	0.019097	37.3	72.98
2.55	30	30	-2.0	24	31	11.219	0.0131	0.008035	33.3	65.15
11.00	60	28	-2.0	24	29	11.547	0.0131	0.005764	31.3	61.24
14.01	250	24	-2.0	24	25	12.202	0.0131	0.002903	27.3	53.41
10.00	1440	20	-2.0	24	21	12.857	0.0131	0.001241	23.3	45.58

## 5.2 Sifat-sifat Tanah

### 5.2.1 Sifat Fisik Tanah

Menurut klasifikasi tanah berdasarkan *Unified Soil Classification System*(USCS), tanah yang lolos saringan no. 200 adalah sebesar 79,185 %. Prosentase ini lebih besar dari 50 %, maka tanah termasuk golongan berbutir halus, dan dapat dilihat secara visual berwarna coklat.

## 5.2.2 Sifat Mekanis Tanah

### 1. Pengujian Kadar Air

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui besarnya kadar air yang terkandung dalam tanah. Pengujian Kadar air tanah lempung Pleret dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil FTSP UII, hasil secara keseluruhan ditampilkan pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Hasil pengujian kadar air

NO	NO. PENGUJIAN	Satuan	I		II		III	
			1	2	3	4	5	6
1	Berat Container	(W1) gram	13.14	6.5	6.3	6.3	9.4	13.1
2	Berat Container + tanah basah	(W2) gram	79.1	87.7	85	84	80.5	87.3
3	Berat Container + tanah kering	(W3) gram	55.4	58.4	56.7	56	54.8	60.4
4	Berat Air	(W2-W3) gram	23.7	29.3	28.3	28	25.7	26.9
5	Berat Tanah Kering	(W3-W1) gram	42.26	51.9	50.4	49.7	45.4	47.3
6	Kadar Air (w) = $(W2-W3) / (W3-W1) \times 100\%$	w %	56.08	56.45	56.15	56.34	56.61	56.87
7	Kadar Air Rata - Rata	(wrt) %	56.42					

### 2. Pengujian Berat Volume Tanah

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui perbandingan antara berat tanah termasuk air yang dikandungnya dengan volume tanah seluruhnya. Pengujian Kadar air tanah lempung Bawuran Pleret dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil FTSP UII, hasil secara keseluruhan ditampilkan pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Berat Volume

NO	NO. PENGUJIAN		I	II	III
1	Diameter ring	(d) cm	3.9	3.9	3.9
2	Tinggi Ring	(t) cm	7.6	7.6	7.6
3	Volume ring	(V) cm <sup>3</sup>	90.74	90.74	90.74
4	Berat ring	(W1) gram	111.67	111.67	111.67
5	Berat ring + tanah	(W2) gram	261.67	259.37	258.77
6	Berat tanah	(W2-W1) gram	150	147.7	147.1
7	Berat Volume Tanah	$(\gamma) = \frac{W_2 - W_1}{V} \text{ gram/cm}^3$	1.65	1.63	1.62
8	Berat Volume Rata - Rata	$(\gamma_{rt})$	1.63		

### 3. Pengujian Berat Jenis

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui berat jenis tanah. Pengujian berat tanah lempung Pleret dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil FTSP UII, hasil secara keseluruhan ditampilkan pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Tabel Perhitungan berat jenis

No	NO. PENGUJIAN		I		II		III	
			1	2	3	4	5	6
1	Berat Picknometer	(W1) gram	20.9	18.2	27.6	19	19.9	22
2	Berat Pick + Tanah Kering	(W2) gram	35.9	31.5	43.4	34.5	37.02	40.3
3	Berat Pick + Tanah Basah	(W3) gram	76.8	89.81	86.8	77.92	80.39	92.44
4	Berat Pick + Air	(W4) gram	67.5	81.5	76.9	68.37	69.85	81.09
5	Temperatur	(t ° 0)	26	26	26	26	26	26
6	Berat Jenis Air Pada (t° 0)		0.99682	0.9968	0.9968	0.9968	0.9968	0.9968
7	Berat Jenis Air Pada 27,5° C		0.99641	0.9964	0.9964	0.9964	0.9964	0.9964
8	Berat Tanah Kering (Wt)	(W2-W1) gram	15	13.3	15.8	15.5	17.12	18.3
9	A = Wt + W4		82.5	94.8	92.7	83.87	86.97	99.39
10	I = A - W3		5.7	4.99	5.9	5.95	6.58	6.95
11	Gs t° 0 = Wt / I		2.63	2.67	2.68	2.61	2.60	2.63
12	Gs 27,5° = Gs (t°) * (Bj air t° / Bj air 27,5° C)		2.63	2.67	2.68	2.61	2.60	2.63
13	Berat Jenis rata - rata Gs rt		2.637					

#### 4. Batas-Batas Konsistensi Tanah

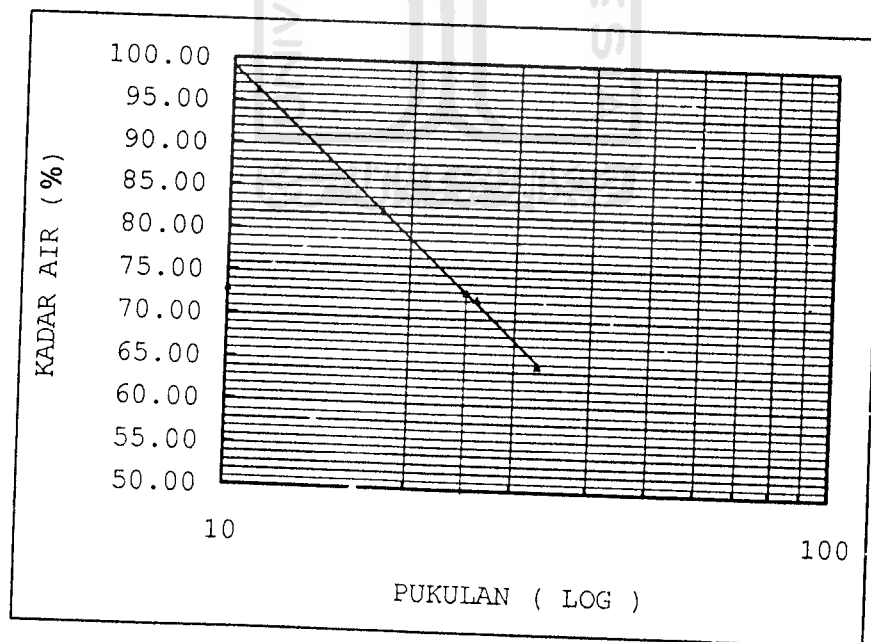
Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui batas-batas kecairan atau kekentalan yang satu ke keadaan yang lain.

##### a. Batas Cair (*Liquid Limit* atau LL)

Untuk menentukan kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis.

Tabel 5.8 Tabel perhitungan Batas Cair

NO	NO. PENGUJIAN	I		II		III		IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	NO CAWAN								
2	Berat cawan kosong	21.46	21.64	21.67	21.99	21.94	21.80	21.90	21.90
3	Berat cawan + tanah basah (gr)	32.92	33.16	32.41	34.96	31.86	32.16	31.26	32.83
4	Berat cawan + tanah kering (gr)	27.33	27.48	27.57	29.10	27.72	27.80	27.60	28.52
5	Berat air (3) - (4)	5.59	5.68	4.84	5.86	4.14	4.36	3.66	4.31
6	Berat tanah kering (4) - (2)	5.87	5.84	5.90	7.11	5.78	6.00	5.70	6.62
7	$\frac{(5)}{(6)} \times 100\% =$ KADAR AIR = ----	95.23	97.26	82.03	82.42	71.63	72.67	64.21	65.11
8	KADAR AIR RATA-RATA =		96.25		82.23		72.15		64.66
9	PUKULAN		11		18		26		33



Gambar 5.4 Kurva hubungan antara ketukan dan kadar air

Pada gambar diatas terlihat hasil Batas Cair (LL) : 65,64 %

b. Batas Plastis (*Plastic Limit* atau PL)

Untuk menentukan kadar air tanah pada kondisi batas plastis.

Table 5.9 Tabel perhitungan Batas Plastis

1	NO CAWAN	1	2
2	BERAT CAWAN KOSONG	21.80	21.82
3	BERAT CAWAN + TANAH BASAH	31.98	40.30
4	BERAT CAWAN + TANAH KERING	29.14	35.20
5	BERAT AIR (3)-(4)	2.84	5.10
6	BERAT TANAH KERING (4)-(2)	7.34	13.38
7	(5) KADAR AIR = $\frac{\text{---}}{\text{(6)}} \times 100 \% =$	38.69	38.12
8	KADAR AIR RATA-RATA =	38.41	

c. Batas susut (*Shrinkage Limit* atau SL)

Untuk menentukan kadar air tanah minimum yang masih dalam keadaan semi solid.

Tabel 5.10 Tabel perhitungan BatasSusut

1	No Pengujian (kode sampel)		1	
2	Berat jenis tanah		2.66	
3	Berat Cawan Susut	W1 (gr)	38.25	41.06
4	Berat cawan susut + tanah basah	W2 (gr)	61.25	63.74
5	Berat cawan susut + tanah kering	W3 (gr)	49.96	52.65
6	Berat air	Wa (gr)	= (W2-W3)	11.29
7	Berat tanah Kering	Wo (gr)	= (W3-W1)	11.71
8	Berat air raksa yang terdesak tanah kering + gelas ukur	Wr (gr)	- -	157.18
9	Berat gelas ukur	W4 (gr)	60.32	60.32
10	Volume tanah kering	Vo (Cm <sup>3</sup> )	= (Wr- W4)/13,6	7.12
11	Batas Susut Tanah	SL (%)	= ((Vo/Wo)-(1/Gs)) x 100%	23.23
12	Batas susut tanah rata-rata	SL (%)		23.79

Berdasarkan pengujian sifat mekanik tanah, maka di dapatkan data:

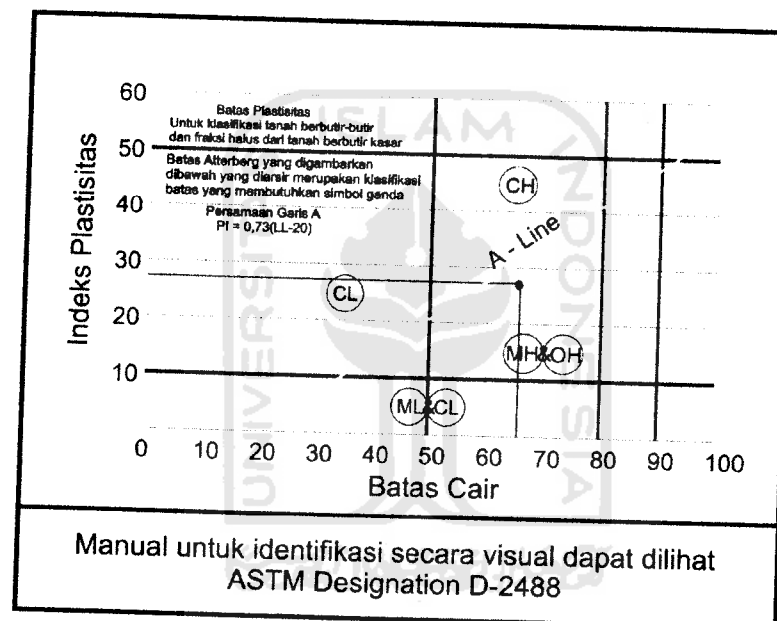
Batas Cair (LL) : 65,64 %

Batas Plastis (PL) : 38,41 %

Batas Susut (SL) : 23,79 %

Berat Jenis (Gs) : 2,637

Indeks Plastisitas (IP) : 27,23 %



Gambar 5.5 Grafik system klasifikasi USCS hasil pengujian

Menurut Sistem Klasifikasi *Unified Soil Classification System*(USCS), Batas Cair sebesar 65,64 % lebih besar dari 50%. Indeks Plastisitas 27,23 %, maka tanah ini terletak pada posisi dibawah *A-line*. Dengan menghubungkan Batas Cair dan Indeks Plastisitas maka tanah termasuk golongan tanah lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi (OH).

Menurut Sistem Klasifikasi AASHTO, tanah dibagi menjadi ke dalam 8 kelompok, A-1 sampai A-8 termasuk sub-sub kelompok. Tanah-tanah dalam tiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompoknya yang dihitung dengan rumus-rumus empiris. Pangujian yang digunakan hanya analisis saringan dan batas-batas *Atterberg*. Sistem klasifikasi AASHTO dapat dilihat dalam Tabel 5.11.





Tabel 5.11 Sistem klasifikasi tanah AASHTO

Klasifikasi Umum	Material granuler (<35% lolos saringan no. 200)					Tanah-tanah lanau-lempung (>35% lolos saringan no. 200)		
	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6		
Klasifikasi kelompok	A-1-a A-1-b	A-2-4 A-2-5 A-2-6 A-2-7	A-3	A-4	A-5	A-6		
Analisis saringan (% lolos)								
2,00 mm (no. 10)	50 maks		51 min					
0,425 mm (no. 40)	30 maks 50 maks		10 maks					
0,075 mm (no. 200)	15 maks 25 maks	35 maks 35 maks		36 min	36 min	36 min		
Sifat fraksi lolos saringan no. 40								
Batas cair (LL)								
Indeks plastis (PI)	6 maks							
Indeks kelompok (G)	0	40 maks 41 min 10 maks 10 maks	0	40 maks 10 maks	41 min 10 maks	40 maks 11 min	40 maks 11 min	16 maks
Tipe material yang pokok pada umumnya	Pecahan batu, kerikil dan pasir	0	Pasir halus	Kerikil berlanau atau berlempung dan pasir	Tanah berlanau			
Penilaian umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik			Tanah berlanau			Sedang sampai buruk	

## Catatan:

Kelompok A-7 dibagi atas A-7-5 dan A-7-6 bergantung pada batas plastisnya (PL)  
 Untuk PL > 30, Klasifikasinya A-7-5;  
 Untuk PL < 30, klasifikasinya A-7-6.  
 Np = nonplastis

Maka dari data batas-batas *Atterberg* tanah asal desa bawuran , Pleret, Bantul adalah sebagai berikut

$F = 79,266\%$  karena lebih besar dari  $35\%$  lolos saringan no. 200, maka termasuk jenis lanau atau lempung.

$LL = 65,64\%$  , kemungkinan dapat dikelompokkan A-5 ( $41\%$  minimum), A-7-5 atau A-7-6 ( $41\%$  minimum)

$PI = 27,23\%$  , untuk A-5,  $PI$  maksimum  $10\%$ . Jadi, kemungkinan tinggal salah satu: A-7-5 atau A-7-6.

Untuk membedakan keduanya, diketahui  $PL = 38,41$ , lebih besar  $30$ . Mengingat  $PL > 30\%$ , maka tanah diklasifikasikan A-7-5, yaitu adalah Tanah berlempung.

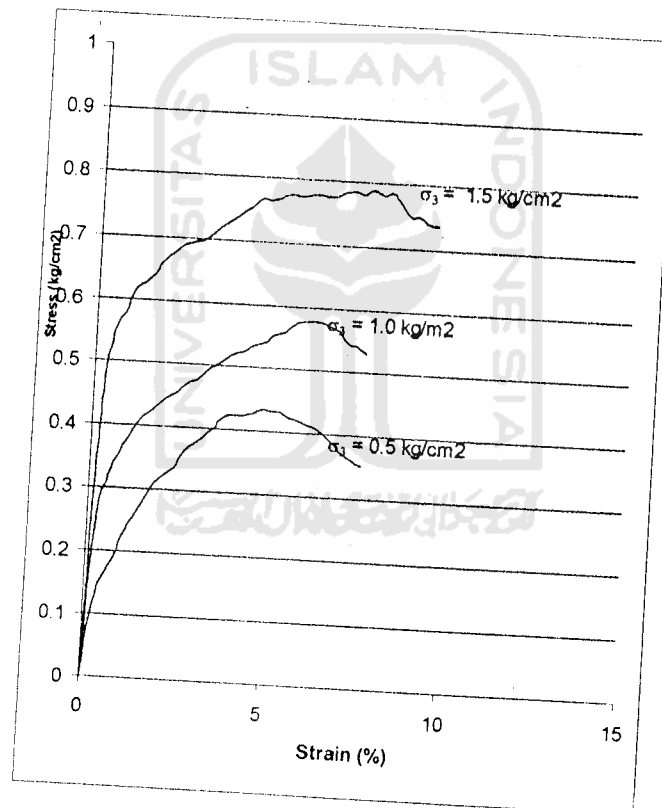
### 5.3 Pengujian Triaksial Tipe Unconsolidated Undrained

Pengujian triaksial tipe unconsolidated undrained pada sample benda uji tanah campuran dengan jumlah sample benda uji sebanyak 3 buah, yaitu untuk tegangan sel ( $\sigma_3$ )  $0,5 \text{ kg/cm}^2$ , tegangan sel ( $\sigma_3$ )  $1 \text{ kg/cm}^2$ , tegangan sel ( $\sigma_3$ )  $1,5 \text{ kg/cm}^2$ . Pengujian triaksial bertujuan untuk mendapatkan nilai parameter kohesi( $c$ ) dan sudut geser dalam( $\phi$ ). Hasil pengujian didapat data pada Tabel 5.12.

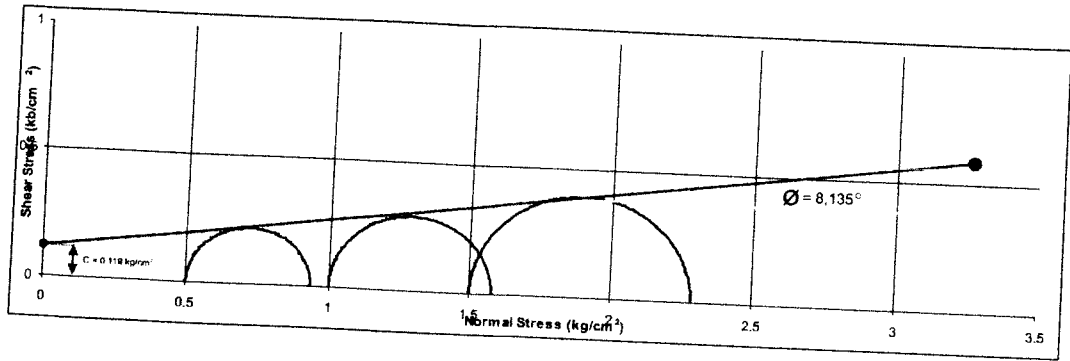
Tabel 5.12 Tabel perhitungan pengujian Triaksial UU

Sampel Nomer	Sudut geser dalam $\phi$	Kohesi (c)
1	8,135°	0,119 kg/cm <sup>2</sup>
2	7,707°	0,108 kg/cm <sup>2</sup>
3	7,785°	0,174 kg/cm <sup>2</sup>
Rata - rata	7,876°	0,134 kg/cm <sup>2</sup>

## 1. Hasil pada sampel 1

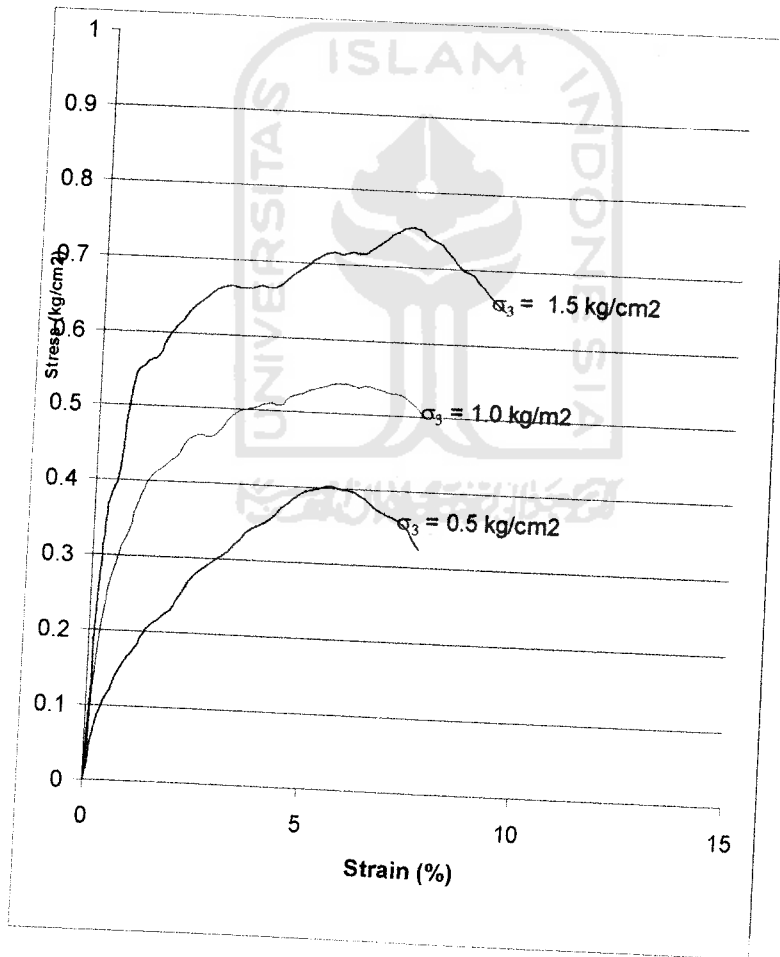


Gambar 5.6 Kurva hubungan Tegangan dengan regangan pada pengujian Triaksial tanah asli sampel 1

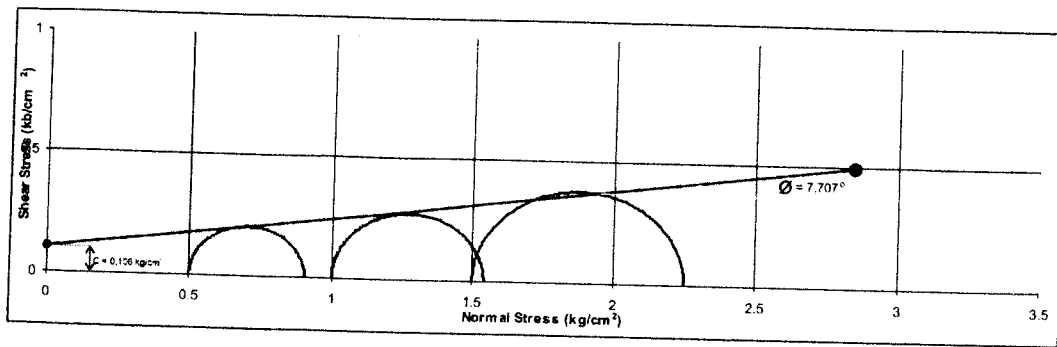


Gambar 5.7 Lingkaran Mohr uji Triaksial tanah asli sampel 1

2. Hasil pada sampel 2

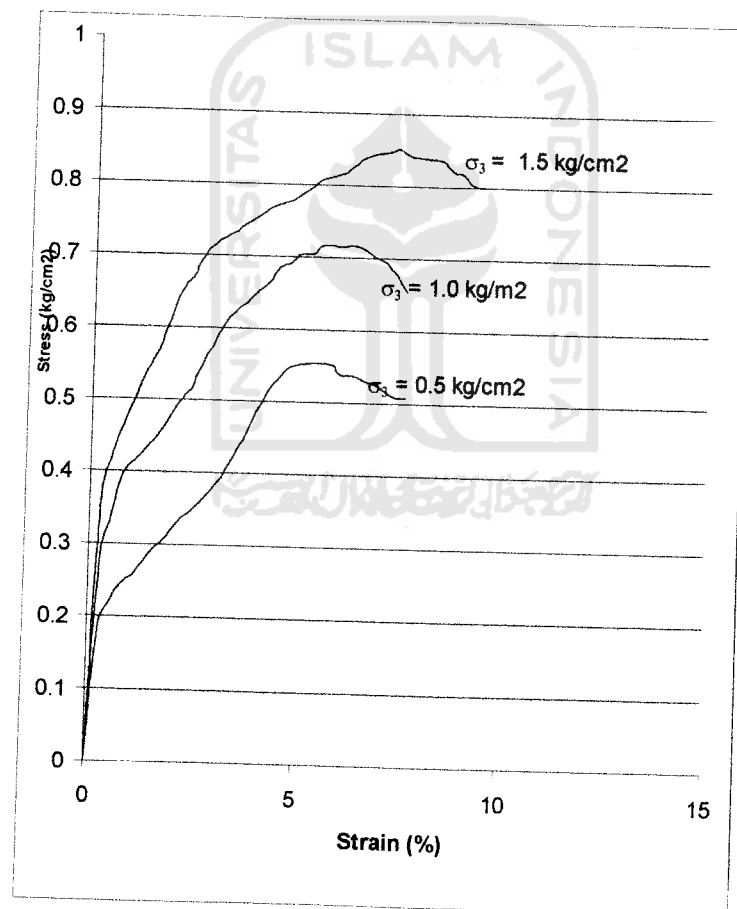


Gambar 5.8 Kurva hubungan Tegangan dengan regangan pada pengujian Triaksial tanah asli sampel 2.

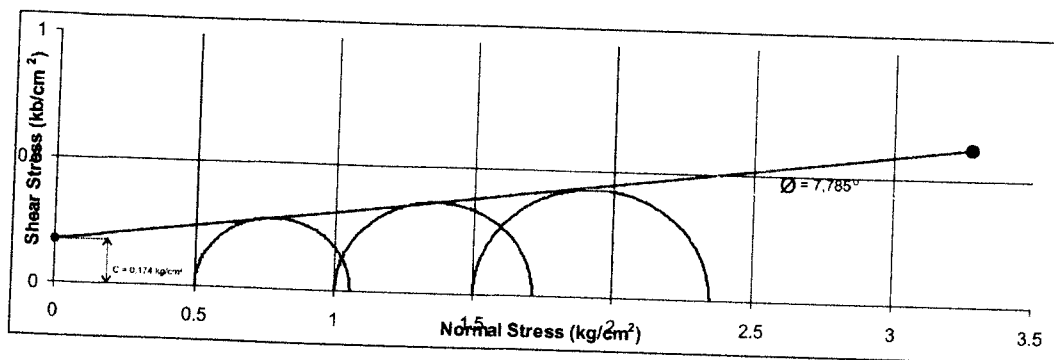


Gambar 5.9 Lingkaran Mohr uji Triaksial tanah asli sampel 2.

### 3. Hasil pada sampel 3



Gambar 5.10 Kurva hubungan Tegangan dengan regangan pada pengujian Triaksial tanah asli sampel 3.



Gambar 5.11 Lingkaran Mohr uji Triaksial tanah asli sampel 3.

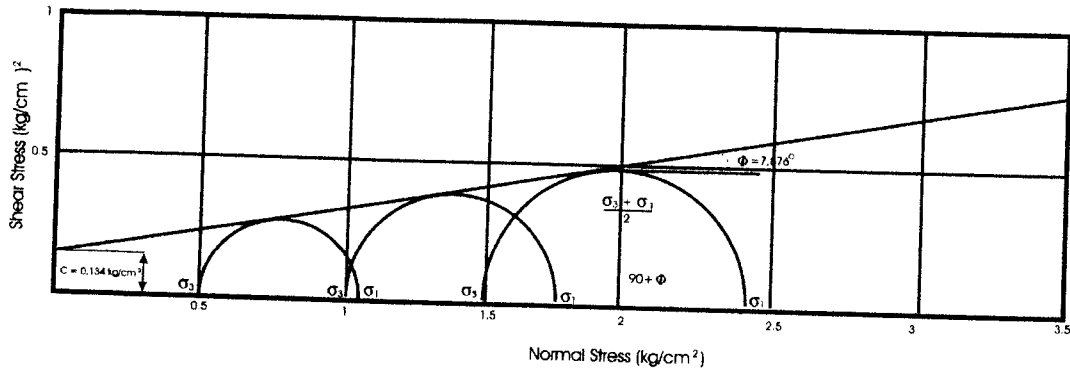
Gambar 5.6 sampai dengan 5.11 menggambarkan hasil pengujian Triaksial

Tipe *Unconsolidated Undrained* dengan kondisi pengujian sebagai berikut:

1. Kecepatan pengujian : 0,5 pulse/menit
2. Tegangan utama mayor / Tegangan normal ( $\sigma_1$ ) rata-rata : 0,964 kg/cm<sup>2</sup>, 1,613 kg/cm<sup>2</sup> dan 2,297 kg/cm<sup>2</sup>.  
Tegangan utama minor / Tegangan Cell ( $\sigma_3$ ) : 0,5kg/cm<sup>2</sup>, 1 kg/cm<sup>2</sup> dan 1,5kg/cm<sup>2</sup>.
3. benda uji
  - Tinggi (H) : 7,6 cm
  - Diameter (D) : 3,9 cm
  - Luas (A) : 11,95 cm<sup>2</sup>
  - Volume (V) : 90,79 cm<sup>3</sup>
  - Berat (Wt) : 150 gram
4. Kadar air = 50,92 %
5. Berat Volume ( $\gamma$ ) : 1,65 gr/cm<sup>3</sup>

dari data sampel diatas didapat kohesi dan sudut geser rata – rata,

$$(c)=0,134 \text{ kg/cm}^2 , \phi = 7,876^\circ.$$



Gambar 5.11: Diagram Mohr hasil rata-rata pengujian Triaksial type UU

Dari hasil pengujian tersebut perilaku hubungan antara *stress*(tegangan) dan *strain*(regangan) menunjukkan bahwa untuk tegangan normal yang berbeda menunjukkan perilaku kecenderungan yang sama yaitu mobilisasi *stress* dimulai dari awal dan akhir mencapai puncak pada titik terkuat dan kemudian grafik menunjukkan penurunan.

Untuk tegangan normal yang semakin besar maka mobilisasi *stress* semakin besar dibandingkan untuk tegangan normal yang lebih kecil. Demikian juga kondisi ini berlaku untuk *strain*, untuk mencapai titik maksimum, juga semakin besar. Ini sesuai dengan rumus sebagai berikut

$$\sigma = E.\epsilon \dots\dots\dots(5.1)$$

Apabila  $\sigma$  semakin besar maka regangan( $\epsilon$ ) juga semakin besar.

Hasil dari Uji Triaksial Tipe *Unconsolidated Undrained* menunjukkan nilai parameter kuat geser tanah yang di presentasikan pada Tabel 5.10.

#### 5.4 Pengujian Geser Langsung Tipe *Unconsolidated Undrained*

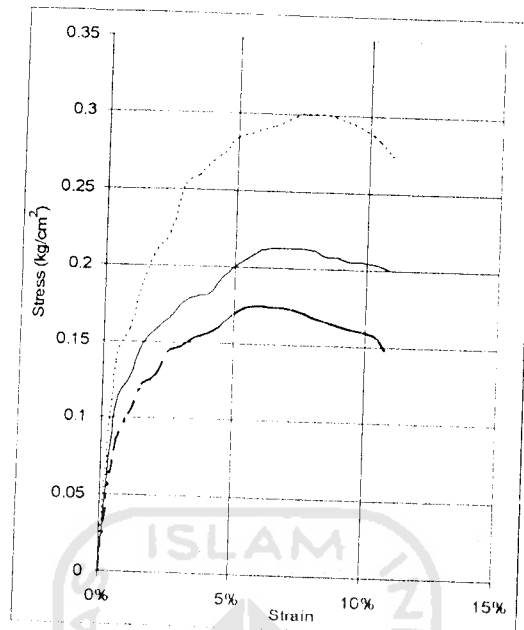
Pengujian geser langsung dilakukan untuk mendapatkan nilai dari kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ). Pengujian geser langsung dilakukan dengan jumlah sampel 3 buah, yaitu untuk pembebanan 8kg, 16kg, 32kg. Masing-masing sisi tanah adalah 6,05 cm, tinggi tanah adalah 2,35 cm, dengan volume tanah adalah  $67,56 \text{ mm}^3$ . Hasil pengujian geser langsung didapat data:

Tabel 5.13 Tabel perhitungan pengujian geser langsung tipe UU

Sampel Nomer	Sudut geser dalam $\phi$	Kohesi ( $c$ )
1	$3,4^0$	$0,13 \text{ kg/cm}^2$
2	$3,1^0$	$0,17 \text{ kg/cm}^2$
3	$2,9^0$	$0,19 \text{ kg/cm}^2$
Rata - rata	$3,13^0$	$0,16 \text{ kg/cm}^2$

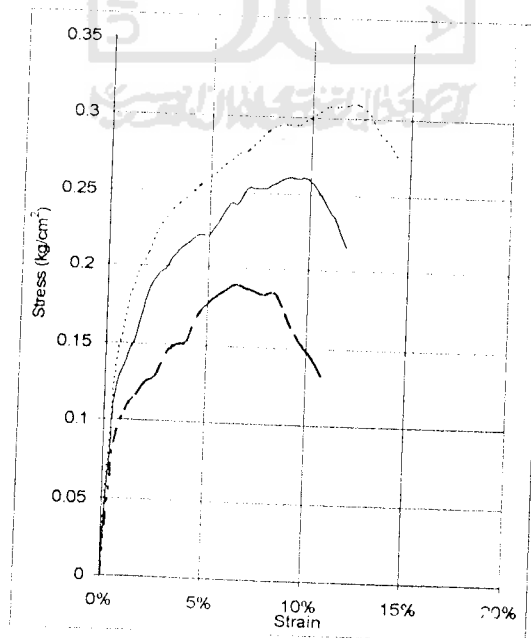


## 1. Hasil pada Sampel 1



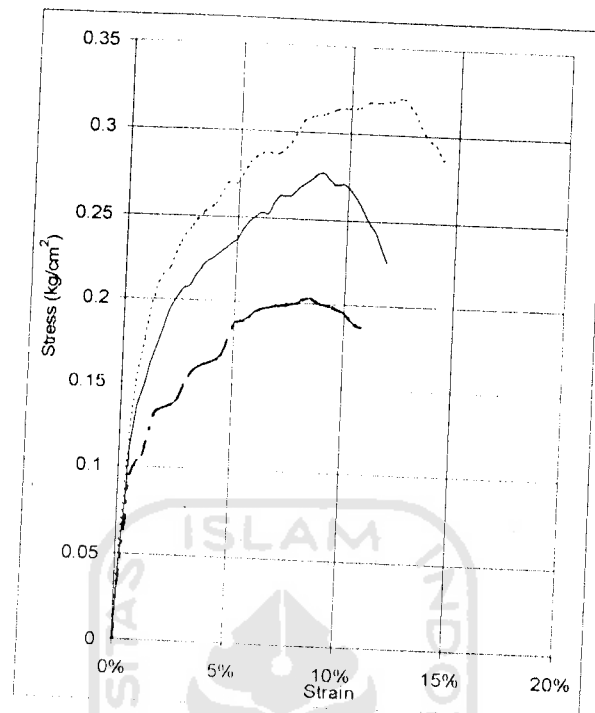
Gambar 5.12 Kurva hubungan Tegangan dengan regangan pada pengujian geser langsung tanah asli sampel 1.

## 2. Hasil pada sampel 2



Gambar 5.13 Kurva hubungan Tegangan dengan regangan pada pengujian geser langsung tanah asli sampel 2.

### 3. Hasil pada sampel 3



Gambar 5.14 Kurva hubungan Tegangan dengan regangan pada pengujian geser langsung tanah asli sampel 3.

Untuk semua pengujian geser langsung tipe UU sesuai hasil pengujian yang terlihat dari gambar 5.11 sampai gambar 5.13, terlihat bahwa mobilisasi geser semakin besar dengan bertambahnya getaran, tegangan geser naik hingga mencapai puncak dan kemudian kecenderungan menurun.

Semakin besar tegangan normal ( $\sigma_n$ ) yang diaplikasikan, maka mobilisasi geser juga semakin besar atau kuat dan titik puncak juga semakin besar, tegangan geser akan semakin besar sesuai dengan membesarnya perpindahan geser sampai tegangan mencapai tegangan geser runtuh, Bila tegangan runtuh telah dicapai, maka tegangan geser yang ada akan berkurang atau menurun secara lambat laun.

### 5.5 Analisis Kuat Geser

Analisis kuat geser dilakukan untuk formula Coulomb dengan asumsi tegangan normal pada bidang runtuh ( $\sigma$ ) konstan sebesar  $2 \text{ kg/cm}^2$ , adapun formula Coulomb adalah sebagai berikut:

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \dots\dots\dots(5.2)$$

$\tau$  = kuat geser tanah ( $\text{kg/cm}^2$ )

$c$  = Kohesi tanah ( $\text{kg/cm}^2$ )

$\sigma$  = Tegangan normal pada bidang runtuh ( $\text{kg/cm}^2$ )

$\phi$  = sudut gesek dalam tanah ( $^\circ$ )

Tabel Hasil Analisis Kuat Geser Tanah Undisturbed berdasarkan Uji Triaksial Tipe UU

Tabel 5.14 Tabel perhitungan Analisis kuat geser pada Uji Triaksial UU

Sampel Nomer	$c$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$\phi$ ( $^\circ$ )	$\tau$ ( $\text{kg/cm}^2$ )
1	0,119	8,135	0,404
2	0,108	7,707	0,378
3	0,174	7,785	0,447
Rata - Rata	0,133	7,875	0,409

Tabel Hasil Analisis Kuat Geser Tanah Undisturbed berdasarkan Uji Geser Langsung Tipe UU

Tabel 5.15 Perhitungan Analisis kuat geser pada uji geser langsung UU

Sampel Nomer	$c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	$\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0,13	3,4	0,248
2	0,17	3,1	0,278
3	0,19	2,9	0,291
Rata - Rata	0,163	3,13	0,272



## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, dan sebagaimana yang telah dibahas pada bab-bab sebelumnya, maka diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Tanah dari desa Bawuran, kecamatan Pleret, Bantul, Yogyakarta mengandung Lempung 52,51 %, Lanau 26,675 %, dan sisanya adalah Pasir 20,815 % tanah tersebut termasuk jenis tanah Lempung organik (OH) dengan plastisitas tinggi (CH), dengan Indeks Plastisitas 27,23 %.
2. Pada pengujian Triaksial Tipe UU dan Geser langsung Tipe UU didapat nilai  $C$ , dan  $\phi$ , yaitu
  - a) Pengujian Triaksial Tipe UU dari 3 pengujian didapat nilai rata-rata, yaitu nilai  $c = 0,134 \text{ kg/cm}^2$ , dan  $\phi = 7,876^\circ$
  - b) Pengujian Geser langsung Tipe UU dari 3 pengujian didapat nilai rata-rata, yaitu nilai  $c = 0,16 \text{ kg/cm}^2$ , dan  $\phi = 3,5^\circ$ .
3. Dengan nilai parameter geser  $c$  dan  $\phi$  didapat kuat geser ( $\tau$ ), sebesar :
  - a) Pengujian Triaksial Tipe UU dari 3 pengujian didapat nilai rata-rata sebesar  $\tau = 0,409 \text{ kg/cm}^2$ .

- b) Pengujian Geser langsung Tipe UU dari 3 pengujian didapat nilai rata-rata sebesar  $\tau = 0,272 \text{ kg/cm}^2$

## 6.2 Saran

Untuk Penelitian terhadap tanah Lempung Pleret (Bantul) berikutnya, perlu dilakukan dengan pengambilan tanah pada titik sampel yang lain, untuk mendapatkan gambaran menyeluruh tentang karakteristik tanah lempung desa Bawuran, Kecamatan Pleret, Bantul, Yogyakarta.



## DAFTAR PUSTAKA

- Budi Susilo S, 1989, *Mekanika tanah* (Terjemahan dari R.F. Craig), Erlangga, Jakarta
- Bowles, Joshep E, 1984, *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknik Tanah (Mekanika Tanah)*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.
- Braja M. Das, 1988, "*Mekanika Tanah*" *Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis*, Jilid I, Erlangga, Jakarta.
- Braja M. Das, 1994 "*Mekanika Tanah*" *Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis*, Jilid II, Erlangga, Jakarta.
- Djarmiko Soedarmo G & Edy Purnomo SJ, 1993, *Mekanika Tanah I*, Kanisius, Jogjakarta.
- Dunn, Anderson & Kiefer, 1980, *Dasar-Dasar Analisis Geoteknik*, Departemen Teknik Sipil Universitas Negeri Utah.
- Hary Christady H, 1992, *Mekanika Tanah I*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Marwan Hamdono Prasadja, 2003, *Analisis perubahan Parameter Kuat Geser Tanah Terhadap Kuat Dukung Tanah Lempung Dengan Variasi Campuran Kapur Karbid*, Tidak Dipublikasikan.
- Meilya S. dan Beny S., 1997, *Analisis Daya Dukung Tanah Lempung Terhadap Penambahan Clean Set Cement*, Tidak Dipublikasikan.
- Muhammad Rully Anriady dan Youshef Hirapako, 2002, *Stabilisasi Tanah Lempung dengan Kalsir*, Tidak Dipublikasikan.
- Nanang Haryo Edhy dan Yosika Alinsari 2003, *Peningkatan Kuat Geser Tanah Lempung dengan Variasi Campuran Kapur Karbid Dan Clean Set Cement (Tanah Lempung Banjar Cahyana, Banjarnegara)*, Tidak Dipublikasikan
- Peck, Ralp B., 1987, *Mekanika tanah dalam praktek rekayasa*, Erlangga, Jakarta.
- Wesley, L.D., 1977, *Mekanika Tanah*, Badan Penerbit Pekarjaan Umum, Jakarta.

UNTUK DOSEN

**KARTU PRESENSI KONSULTASI  
 TUGAS AKHIR MAHASISWA**

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

NO	N A M A	NO.MHS.	BiD.STUDI
1.	M Djoko Susilo	99 511 131	Teknik Sipil
2.	Budi Prihartanto	99 511 132	Teknik Sipil
<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>			
Pengukuran Parameter Geser Tanah, Tanah Lempung Pleret Berdasarkan Uji Geser langsung			

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



Jogjakarta, 28-Jul-06  
 a.n. Dekan

*(Signature)*  
 Ir. H. Faisol AM, MS

atatan :  
 minar :  
 dang :  
 ndadaran :





UNTUK MAHASISWA

**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	M Djoko Susilo	99 511 131	Teknik Sipil
2.	Budi Prihartanto	99 511 132	Teknik Sipil

**JUDUL TUGAS AKHIR**

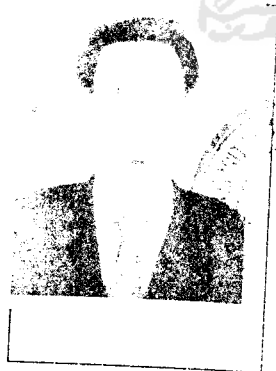
Pengukuran Parameter Geser Tanah, Tanah Lempung Pleret Berdasarkan Uji Geser langsung

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

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

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

Foto  
4 x 6



Jogjakarta , 28-Jul-06  
a.n. Dekan

*(Signature)*  
 Ir. H. Faisol AM, MS

catatan	:
seminar	:
sidang	:
pendadaran	:

# LAMPIRAN

الكتاب المقدس

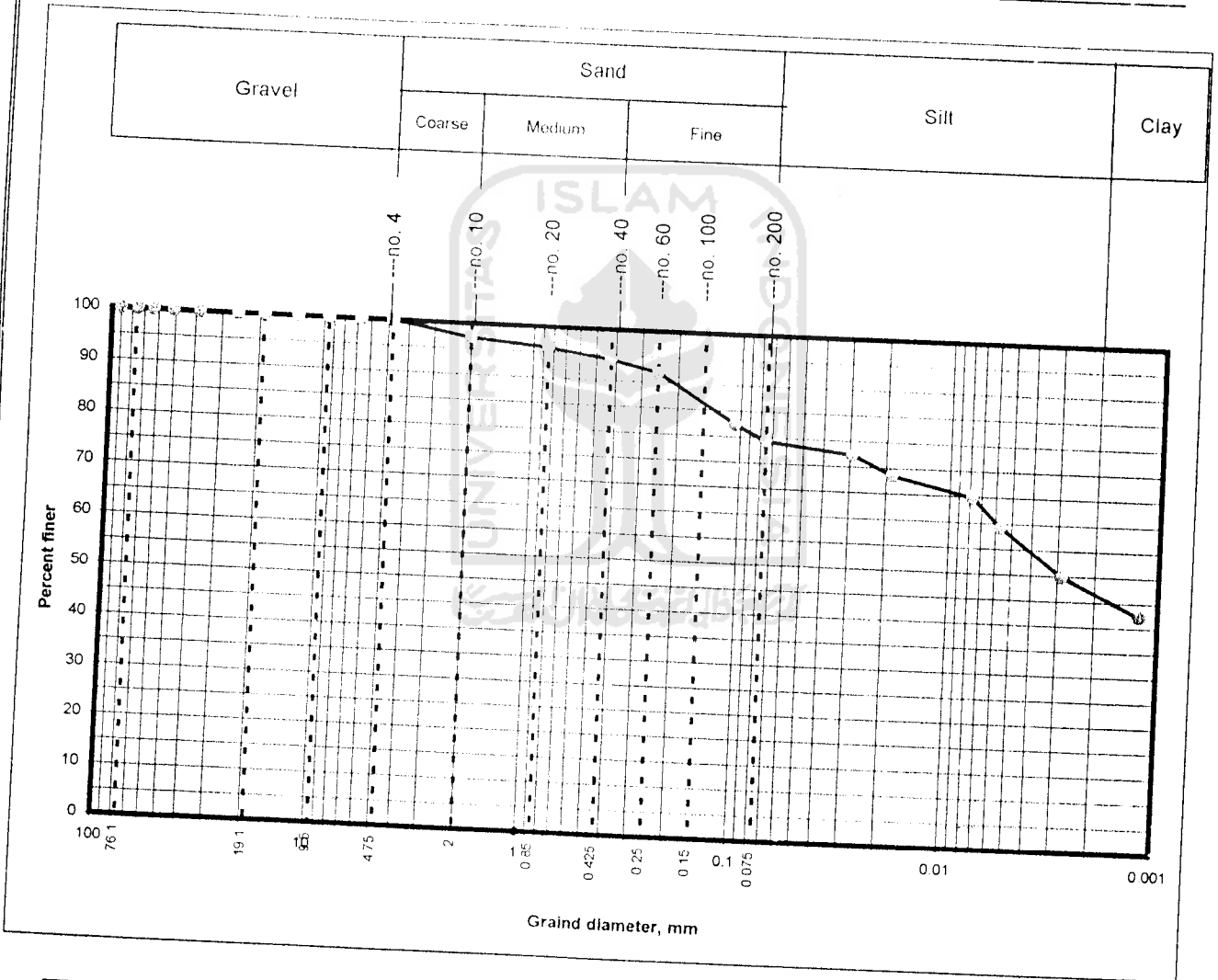




**SOIL MECHANIC LABORATORY**  
**FACULTY OF ENGINEERING AND PLANNING**  
**INDONESIAN ISLAMIC UNIVERSITY**

**GRAIN SIZE ANALYSIS**  
**ASTM D1140 - 54**

Project : TUGAS AKHIR  
 Location : Pleret  
 Sample no. : 1  
 Depth : -  
 Kode : 1  
 Tested by : M Djoko S + Budi P  
 Date : 16 agustus 2006  
 Berat jenis : 2.63



Finer # 200	79.266 %
Gravel	0.000 %
Sand	20.734 %
Silt	24.246 %
Clay	55.020 %

Yogyakarta ; 16 agustus 2006  
 Kepala Laboratorium

*[Signature]*  
 Dr. Ir. Edy Purwanto, DEA

# GRAIN SIZE ANALYSIS

Project TUGAS AKHIR                      Tested by M Djoko S + Budi P  
 Sample no : 1                                      Date 16 agustus 2006  
 Depth : \_\_\_\_\_                                Location Pleret  
 Kode : 1    Bantui

Soil sample (disturbed/undisturbed)  
 Mass of soil = 51.35 gr                      Hydrometer type = 152 H  
 Specific Gravity,  $G_s$  = 2.630                      Hydr. Correction,  $a$  = 1.005  
 $K_2 = aW \times 100$  = 1.956437                      Meniscus correction,  $m$  = 1

### Sieve Analysis

Sieve No	Opening (mm)	Mass retained (gr)	Mass retained (gr)	% finer by mass $e/W \times 100\%$	Remarks
	90	0	51.35	100.00	
	75	0	51.35	100.00	
	63	0	51.35	100.00	
	50.8	0	51.35	100.00	
	38.1	0	51.35	100.00	
1	25.4	0	51.35	100.00	
3/4	19	0	e1 = 51.35	100.00	
	13.2	0	e2 = 51.35	100.00	
3/8	9.5	0	e3 = 51.35	100.00	
1/4	6.7	0	e4 = 51.35	100.00	
4	4.750	d1 = 0.00	e5 = 51.35	100.00	$e7 = W - S_d$
10	2.000	d2 = 0.05	e6 = 50.40	98.15	$e6 = d7 + e7$
20	0.850	d3 = 0.93	e7 = 49.47	96.34	$e5 = d6 + e6$
40	0.425	d4 = 1.05	e9 = 48.42	94.29	$e4 = d5 + e5$
60	0.250	d5 = 4.76	e10 = 43.66	85.02	$e3 = d4 + e4$
140	0.106	d6 = 1.81	e11 = 41.85	81.50	$e2 = d3 + e3$
200	0.075	d7 = 1.23	e12 = 40.62	79.10	$e1 = d2 + e2$
		$S_d = 10.73$			

### Hidrometer Analysis

Time	elapsed time min. T	R1	R2	t	R'	L	K	D	Rc = R1 - R2 + C	P
					R1 + m			(mm)		(%)
10.00										
10.02	2	36	-2.0	24	37	10.237	0.0131	0.029724	39.3	76.89
10.05	5	34	-2.0	24	35	10.564	0.0131	0.019097	37.3	72.98
2.55	30	30	-2.0	24	31	11.219	0.0131	0.008035	33.3	65.15
11.00	60	28	-2.0	24	29	11.547	0.0131	0.005764	31.3	61.24
14.01	250	24	-2.0	24	25	12.202	0.0131	0.002903	27.3	53.41
10.00	1440	20	-2.0	24	21	12.857	0.0131	0.001241	23.3	45.58

Remarks :

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

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

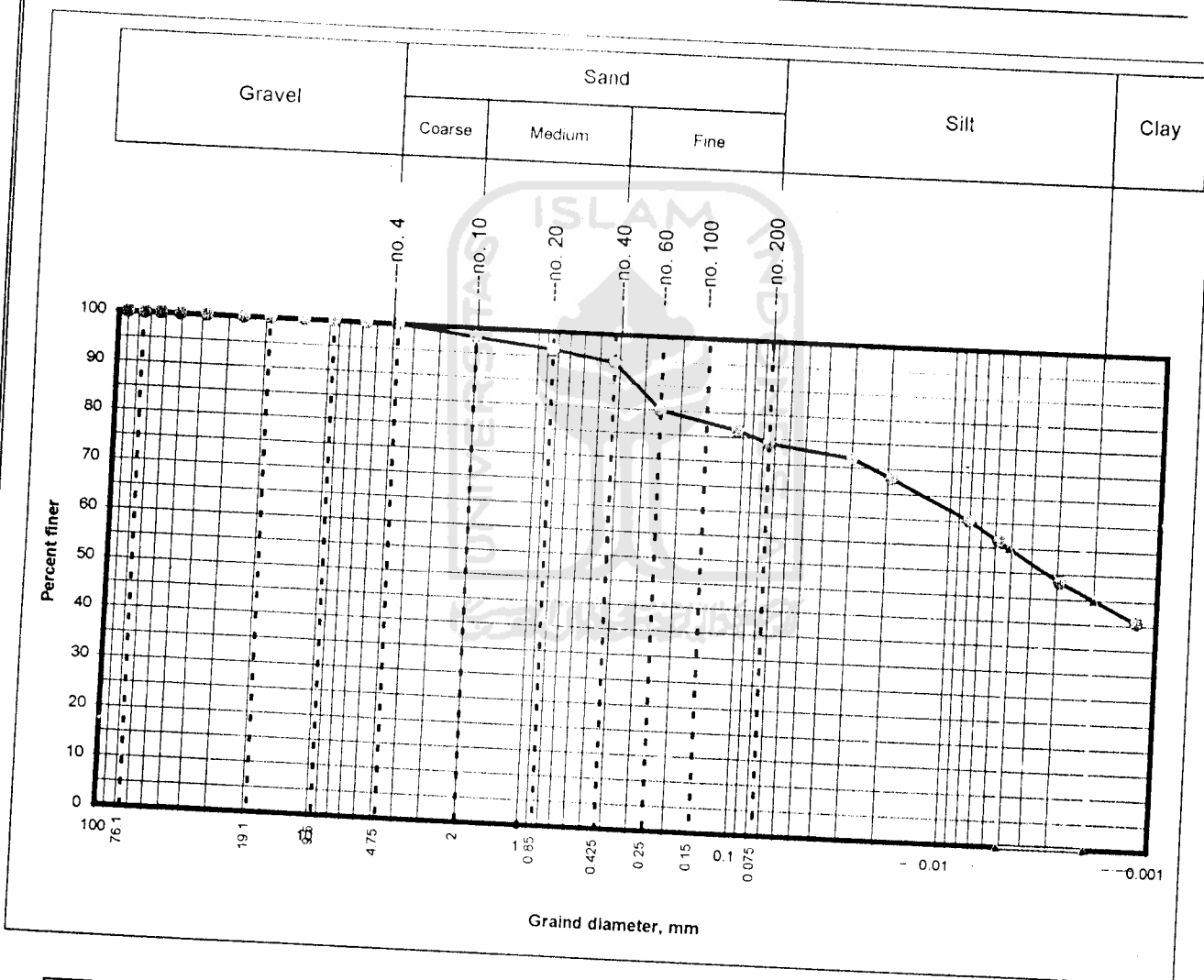
**SOIL MECHANICS LABORATORY**  
**CIVIL ENGINEERING DEPARTEMENT**  
**ISLAMIC UNIVERSITY OF INDONESIA**



**SOIL MECHANIC LABORATORY**  
**FACULTY OF ENGINEERING AND PLANNING**  
**INDONESIAN ISLAMIC UNIVERSITY**

**GRAIN SIZE ANALYSIS**  
**ASTM D1140 - 54**

Project : TUGAS AKHIR  
 Location : Pleret  
 Sample no. : 1  
 Depth : -  
 Kode : 1  
 Tested by : M Djoko S + Budi P  
 Date : 16 agustus 2006  
 Berat jenis : 2.63



Finer # 200	79.104 %
Gravel	0.000 %
Sand	20.896 %
Silt	29.104 %
Clay	50.000 %

Yogyakarta ; 16 agustus 2006  
 Kepala Laboratorium

*(Signature)*  
 Dr. Ir. Edy Purwanto, DEA



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

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

Lokasi : Pleret, Bantul  
 Jenis Pengujian : KADAR AIR TANAH  
 Kedalaman : 1 Meter

Dikerjakan : M Djoko S & Budi P  
 Tanggal : 14 Agustus 2006

NO	NO. PENGUJIAN	Satuan	I			II			III		
			1	2	3	4	5	6	1	2	3
1	Berat Container	(W1) gram	13.14	6.5	6.3	6.3	6.3	9.4	13.1		
2	Berat Container + tanah basah	(W2) gram	79.1	87.7	85	84	80.5	87.3			
3	Berat Container + tanah kering	(W3) gram	55.4	58.4	56.7	56	54.8	60.4			
4	Berat Air	(W2-W3) gram	23.7	29.3	28.3	28	25.7	26.9			
5	Berat Tanah Kering	(W3-W1) gram	42.26	51.9	50.4	49.7	45.4	47.3			
6	Kadar Air (w) = (W2-W3) / (W3-W1) x 100%	w %	56.08	56.45	56.15	56.34	56.61	56.87			
7	Kadar Air Rata - Rata	(wrt) %				56.42					



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

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

Lokasi : Pleret Bantul  
 Jenis Pengujian : BERAT JENIS TANAH  
 Kedalaman : 1 Meter

Dikerjakan : M Djoko S & Budi P  
 Tanggal : 16 Agustus 2006

No	NO. PENGUJIAN	II					
		1	2	3	4	5	6
1	Berat Picknometer						
2	Berat Pick + Tanah Kering	20.9	18.2	27.6	19	19.9	22
3	Berat Pick + Tanah Basah	35.9	31.5	43.4	34.5	37.02	40.3
4	Berat Pick + Air	76.8	89.81	86.8	77.92	80.39	92.44
5	Temperatur	67.5	81.5	76.9	68.37	69.85	81.09
6	Berat Jenis Air Pada (t° 0)	26	26	26	26	26	26
7	Berat Jenis Air Pada 27,5° C	0.99682	0.99682	0.99682	0.99682	0.99682	0.99682
8	Berat Tanah Kering (Wt)	0.99641	0.99641	0.99641	0.99641	0.99641	0.99641
9	A = Wt + W4	15	13.3	15.8	15.5	17.12	18.3
10	I = A - W3	82.5	94.8	92.7	83.87	86.97	99.39
11	Gs t° 0 = Wt / I	5.7	4.99	5.9	5.95	6.58	6.95
12	Gs 27,5° = Gs (t°) * (Bj air t° / Bj air 27,5° C)	2.63	2.67	2.68	2.61	2.60	2.63
13	Berat Jenis rata - rata Gs rt	2.63	2.67	2.68	2.61	2.60	2.63
		2.637					





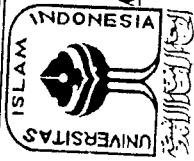
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

Lokasi : Pleret Bantul  
Jenis Pengujian : **BERAT VOLUME TANAH**  
Kedalaman : 1 Meter

Dikerjakan : M Djoko S & Budi P  
Tanggal : 16 Agustus 2006

NO	NO. PENGUJIAN		I	II	III
1	Diameter ring	(d) cm	3.9	3.9	3.9
2	Tinggi Ring	(t) cm	7.6	7.6	7.6
3	Volume ring	(V) cm <sup>3</sup>	90.74	90.74	90.74
4	Berat ring	(W1) gram	111.67	111.67	111.67
5	Berat ring + tanah	(W2) gram	261.67	259.37	258.77
6	Berat tanah	(W2-W1) gram	150	147.7	147.1
7	Berat Volume Tanah	$(\gamma) = \frac{W_2 - W_1}{V}$ gram/cm <sup>3</sup>	1.65	1.63	1.62
8	Berat Volume Rata - Rata	( $\gamma_n$ )	1.63		



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

**PENGUJIAN BATAS SUSUT TANAH**

PROYEK : Tugas Akhir  
 Asal sampel : Pleret, Bantul  
 No. sampel : 1

DIKERJAKAN : M Djoko + Budi P  
 TANGGAL : 16-Aug-06

1	No Pengujian (kode sampel)		1
2	Berat jenis tanah		2.66
3	Berat Cawan Susut	W1 (gr)	38.25
4	Berat cawan susut + tanah basah	W2 (gr)	61.25
5	Berat cawan susut + tanah kering	W3 (gr)	49.96
6	Berat air	Wa (gr)	52.65
7	Berat tanah Kering	Wo (gr)	11.29
8	Berat air raksa yang terdesak tanah kering + gelas ukur	Wr (gr)	11.71
9	Berat gelas ukur	W4 (gr)	157.18
10	Volume tanah kering	Vo (Cm <sup>3</sup> )	60.32
11	Batas Susut Tanah	SL (%) = $\frac{(W3-W2)}{(W3-W1)} \times 100\%$	7.12
12	Batas susut tanah rata-rata	SL (%)	23.23
			23.79



**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 : Pleret, Bantul.

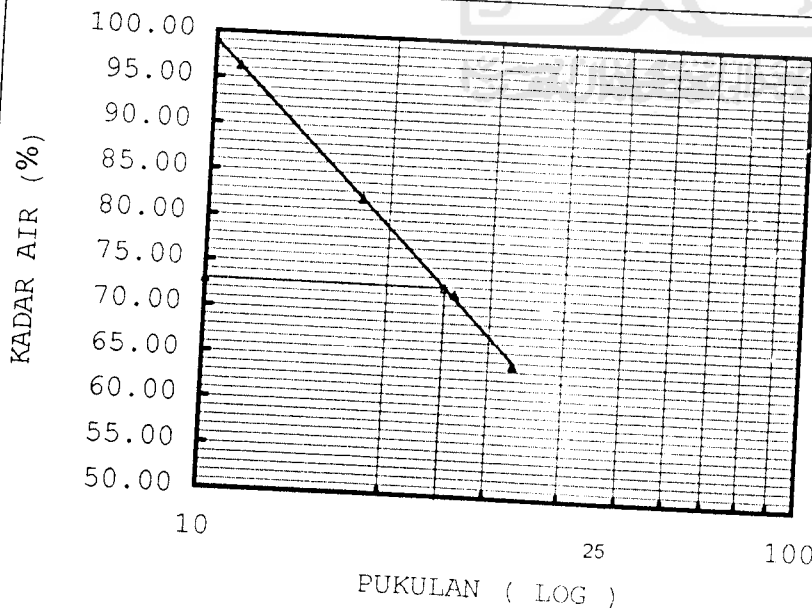
Tanggal : 16 Agustus 2006  
 Dikerjakan : M Djoko S & Budi P

NO	NO. PENGUJIAN	I		II		III		IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	NO CAWAN								
2	Berat cawan kosong	21.46	21.64	21.67	21.99	21.94	21.80	21.90	21.90
3	Berat cawan + tanah basah (gr)	32.92	33.16	32.41	34.96	31.86	32.16	31.26	32.83
4	Berat cawan + tanah kering (gr)	27.33	27.48	27.57	29.10	27.72	27.80	27.60	28.52
5	Berat air (3) - (4)	5.59	5.68	4.84	5.86	4.14	4.36	3.66	4.31
6	Berat tanah kering (4) - (2)	5.87	5.84	5.90	7.11	5.78	6.00	5.70	6.62
7	KADAR AIR = $\frac{(5)}{(6)} \times 100\%$	95.23	97.26	82.03	82.42	71.63	72.67	64.21	65.11
8	KADAR AIR RATA-RATA =		96.25		82.23		72.15		64.66
9	PUKULAN		11		18		26		33

**PENGUJIAN BATAS PLASTIS**

NO	NO. PENGUJIAN	I		II	
		1	2	3	4
1	NO CAWAN				
2	BERAT CAWAN KOSONG	21.80	21.82		
3	BERAT CAWAN + TANAH BASAH	31.98	40.30		
4	BERAT CAWAN + TANAH KERING	29.14	35.37		
5	BERAT AIR (3)-(4)	2.84	4.93		
6	BERAT TANAH KERING (4)-(2)	7.34	13.55		
7	KADAR AIR = $\frac{(5)}{(6)} \times 100\%$	38.69	36.38		
8	KADAR AIR RATA-RATA =		37.54		

KESIMPULAN	
FLOW INDEX	25.030
BATAS CAIR	72.88
BATAS PLASTIS	37.54
INDEX PLASTISITAS	35.34



Yogyakarta, 16 Agustus 2006  
 Kepala Laboratorium

Dr. Ir. Eddy Purwanto, DEA



**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 LOADING DATA**

Project : Tugas Akhir  
 Location : Pleret, Bantul  
 Description of soil : Clay

Sample No. : Undisturbed I  
 Date : 8/15/2006  
 Tested by : M Djoko S & Budi P

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 <sup>2</sup>	11.9459
Coeff. proving ring K =	0.165		Volume	V cm <sup>3</sup>	90.7889
k = K / A	0.013812263		Wight	W gram	150.0000
Cell pessure	0.50		Rate of compression : 0.5 %	Wet de. sity	gr/cm <sup>3</sup>

Time	Strain			Reading of proving ring		Pore pressure	
	Axial defor- mation	Strain %				u kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0	0	0	1	0	0		
30	20	0.263	0.997	8.4	0.115717688		
	40	0.526	0.995	11.8	0.162126893		
	60	0.789	0.992	14	0.191845068		
	80	1.053	0.989	17	0.232336808		
	100	1.316	0.987	19	0.258979937		
	120	1.579	0.984	21	0.285477674		
	140	1.842	0.982	23	0.311830018		
	160	2.105	0.979	24	0.324515492		
	180	2.368	0.976	25	0.337128269		
	200	2.632	0.974	27	0.363117133		
	220	2.895	0.971	28	0.37554817		
	240	3.158	0.968	29	0.387906511		
	260	3.421	0.966	30	0.400192155		
	280	3.684	0.963	31.5	0.419056799		
	300	3.947	0.961	32	0.424545356		
	320	4.211	0.958	32	0.423382218		
	340	4.474	0.955	32.5	0.428816254		
	360	4.737	0.953	33	0.434213941		
	380	5.000	0.950	33	0.433014455		
	400	5.263	0.947	33	0.431814969		
	420	5.526	0.945	32.4	0.42278611		
	440	5.789	0.942	32.3	0.420307172		
	460	6.053	0.939	31.9	0.413942627		
	480	6.316	0.937	31.5	0.40760716		
	500	6.579	0.934	30.7	0.396139346		
	520	6.842	0.932	29.8	0.383442969		
	540	7.105	0.929	28.8	0.369528931		
	560	7.368	0.926	28	0.358246492		
	580	7.632	0.924	27.6	0.352125479		



**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 : Pleret, Bantul  
 Description of soil : Clay

Sample No. : Undisturbed I  
 Date : 8/15/2006  
 Tested by : M Djoko S & Budi P

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 <sup>2</sup>	11.9459
Coeff. proving ring K =	0.165		Volume	V cm <sup>3</sup>	90.7889
k = K / A	0.0138123		Wight	W gram	150.0000
Cell pessure	1.00	Rate of compression : 0.5 %	Wet density	gr/cm <sup>3</sup>	1.6522

Time	Strain		Reading of proving ring	Pore pressure	
	Axial defor- mation	Strain %		u kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0	0	0	0	0	
	20	0.263	0.997	18.7	0.257609615
	40	0.526	0.995	23.2	0.318757959
	60	0.789	0.992	25.9	0.354913375
	80	1.053	0.989	28	0.38267239
	100	1.316	0.987	29.8	0.406189585
	120	1.579	0.984	31	0.421419423
	140	1.842	0.982	32	0.43385046
	160	2.105	0.979	33.1	0.447560949
	180	2.368	0.976	33.7	0.454448906
	200	2.632	0.974	34.9	0.469362516
	220	2.895	0.971	35.5	0.476141429
	240	3.158	0.968	36.6	0.489564768
	260	3.421	0.966	37.5	0.500240194
	280	3.684	0.963	38.4	0.510850193
	300	3.947	0.961	39.3	0.521394766
	320	4.211	0.958	39.7	0.525258565
	340	4.474	0.955	40.7	0.537009893
	360	4.737	0.953	41.1	0.540793726
	380	5.000	0.950	42.1	0.552421471
	400	5.263	0.947	42.6	0.557433869
	420	5.526	0.945	43.7	0.570239291
	440	5.789	0.942	44.3	0.576458444
	460	6.053	0.939	44.6	0.578741102
	480	6.316	0.937	44.6	0.577119979
	500	6.579	0.934	44.2	0.57033743
	520	6.842	0.932	43.8	0.563583961
	540	7.105	0.929	42.5	0.54531179
	560	7.368	0.926	42.3	0.541208094
	580	7.632	0.924	41.5	0.529464035



**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 : Pleret, Bantul  
 Description of soil : Clay

Sample No. : Undisturbed I  
 Date : 8/16/2006  
 Tested by : M Djoko S & Budi P

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 <sup>2</sup>	11.9459
Coeff. proving ring K	0.165		Volume	V cm <sup>3</sup>	90.7889
k = K / A	0.0138123		Wight	W gram	150.0000
Cell pessure	1.50	Rate of compression : 0.5 %	Wet density	gr/cm <sup>3</sup>	1.6522

Time	Strain		Reading of proving ring	Pore pressure	
	Axial defor- mation	Strain %		u	
				kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0	0	0	1	0	
	20	0.263	0.997	32	0.440829238
	40	0.526	0.995	40	0.549582687
	60	0.789	0.992	42	0.575535203
	80	1.053	0.989	45	0.615009198
	100	1.316	0.987	46	0.627004058
	120	1.579	0.984	47.1	0.64028564
	140	1.842	0.982	49	0.664333517
	160	2.105	0.979	50	0.676073941
	180	2.368	0.976	51.1	0.689090182
	200	2.632	0.974	51.5	0.692612309
	220	2.895	0.971	52	0.697446601
	240	3.158	0.968	52.9	0.70759498
	260	3.421	0.966	54	0.720345879
	280	3.684	0.963	55	0.731686475
	300	3.947	0.961	56	0.742954374
	320	4.211	0.958	57	0.754149576
	340	4.474	0.955	58	0.765272083
	360	4.737	0.953	58	0.763163896
	380	5.000	0.950	58.6	0.768928698
	400	5.263	0.947	59.2	0.774649883
	420	5.526	0.945	59.2	0.772498078
	440	5.789	0.942	59.5	0.774250054
	460	6.053	0.939	59.8	0.775980222
	480	6.316	0.937	59.8	0.773806608
	500	6.579	0.934	60	0.774213706
	520	6.842	0.932	60.9	0.783613315
	540	7.105	0.929	61.2	0.785248978
	560	7.368	0.926	61.1	0.781745025
	580	7.632	0.924	61.7	0.78717906
	600	7.895	0.921	61.4	0.781119838
	620	8.158	0.918	61.8	0.783962256
	640	8.421	0.916	60.8	0.769066821
	660	8.684	0.913	59.5	0.750460248
	680	8.947	0.911	59.6	0.749555182
	700	9.211	0.908	58.9	0.73861078

	720	9.474	0.905	58.9	0.736469879		
	740	9.737	0.903	60.8	0.75801701		
	760	10.000	0.900	60.8	0.755807048		
	780	10.263	0.897	60.8	0.753597086		
	800	10.526	0.895	60.8	0.751387124		
	820	10.789	0.892	60.8	0.749177162		
	840	11.053	0.889	60.8	0.7469672		
	860	11.316	0.887	60.8	0.744757237		
	880	11.579	0.884	60.8	0.742547275		
	900	11.842	0.882	60.8	0.740337313		





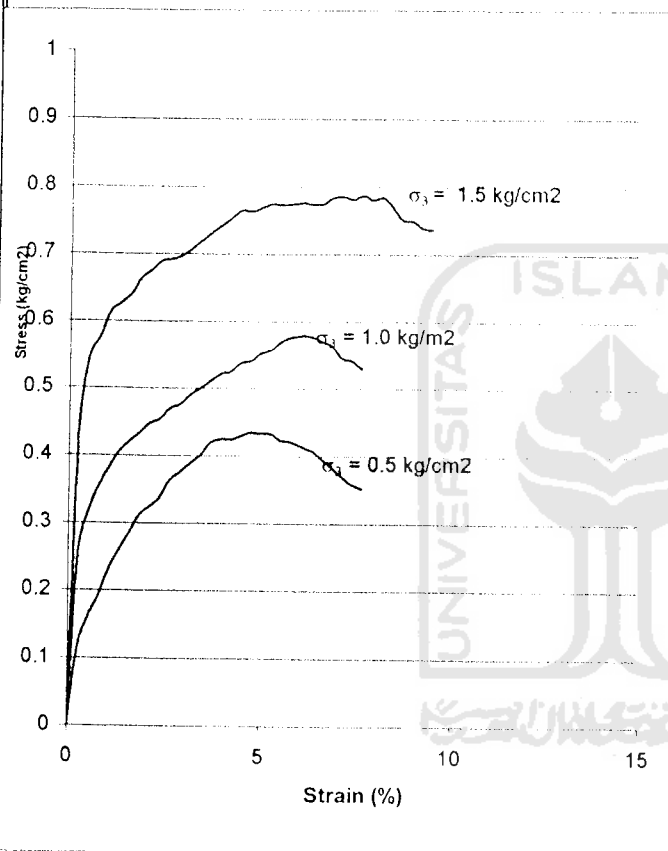
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**TRIAXIAL COMPRESSION TEST RESULT**  
**UNCONSOLIDATED UNDRAINED (TXUU)**

Project : Tugas Akhir  
 Location : Pleret, Bantul  
 Description of soil : Clay

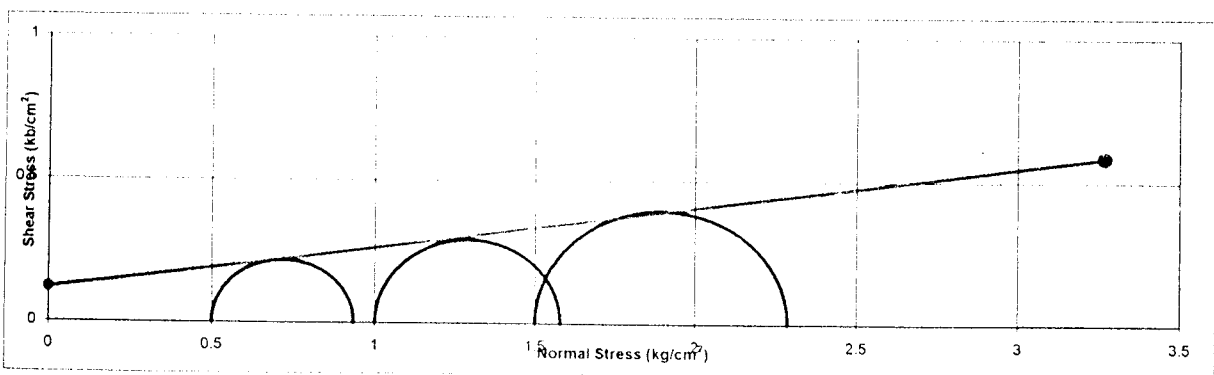
Sample No. : Undisturbed I  
 Date : 16 Agustus 2006  
 Tested by : Team of Research



Piece No :	1	2	3
H cm	7.6	7.6	7.6
D cm	3.9	3.9	3.9
A cm <sup>2</sup>	11.95	11.95	11.95
V cm <sup>3</sup>	90.79	90.79	90.79
Wt gram	150.00	150.00	150.00
Water Content			
Wt Container (cup), gr	8.75	9.08	
Wt of Cup + Wet soil, gr	29.83	34.45	
Wt of Cup + Dry soil, gr	22.71	25.90	
Water Content %	51.00	50.83	
Average water content %	50.92		

$\gamma_d$ gram/cm <sup>3</sup>	1.652185	1.652185	1.652185
$\gamma_d$ gram/cm <sup>3</sup>	1.094759	1.094759	1.094759

$\sigma_3$	0.500	1.000	1.500
$\Delta\sigma = P/A$	0.434	0.579	0.787
$\sigma_1 = \Delta\sigma + \sigma_3$	0.934	1.579	2.287
$(\sigma_1 + \sigma_3)/2$	0.717	1.289	1.894
$(\sigma_1 - \sigma_3)/2$	0.217	0.289	0.394
Angle of shearing resistance ( $\phi$ )	8.135		
Apperen cohesion (kg/cm <sup>2</sup> )	0.119		



Mengetahui  
 Kepala Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto, DEA





**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 : Pleret, Bantul  
 Description of soil : Clay

Sample No. : Undisturbed 2  
 Date : 8/15/2006  
 Tested by : M Djoko S & Budi P

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 <sup>2</sup>	11.9459
Coeff. proving ring K =	0.165		Volume	V cm <sup>3</sup>	90.7889
k = K / A	0.013812263		Wight	W gram	150.0000
Cell pessure	0.50	Rate of compression : 0.5 %	Wet density	gr/cm <sup>3</sup>	1.6522

Time	Strain		Reading of proving ring	Pore pressure
	Axial deformation	Strain %		
			kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0	0	0	0	0
30	20	0.263	6.4	0.088165858
	40	0.526	8.8	0.120908191
	60	0.789	11.5	0.15758702
	80	1.053	13	0.177669324
	100	1.316	15	0.204457845
	120	1.579	16	0.217506799
	140	1.842	17	0.230483057
	160	2.105	18.8	0.254203802
	180	2.368	20.6	0.277793694
	200	2.632	21.6	0.290493706
	220	2.895	22.4	0.300438536
	240	3.158	23.3	0.311662817
	260	3.421	24.6	0.328157567
	280	3.684	25.7	0.341897134
	300	3.947	26.4	0.350249919
	320	4.211	27.4	0.362521024
	340	4.474	28.6	0.377358303
	360	4.737	29.6	0.389476747
	380	5.000	30.2	0.396273834
	400	5.263	30.6	0.400410244
	420	5.526	30.9	0.403212679
	440	5.789	30.7	0.399487003
	460	6.053	30.6	0.397073492
	480	6.316	30	0.388197295
	500	6.579	29.2	0.376784004
	520	6.842	28.6	0.368002312
	540	7.105	28.1	0.360547325
	560	7.368	27.2	0.348010873
	580	7.632	25.4	0.324057506



**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 LOADING DATA**

Project : Tugas Akhir  
 Location : Pleret, Bantul  
 Description of soil : Clay

Sample No. : Undisturbed 2  
 Date : 8/15/2006  
 Tested by : M Djoko S & Budi P

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 <sup>2</sup>	11.9459
Coeff. proving ring K =	0.165		Volume	V cm <sup>3</sup>	90.7889
k = K / A	0.013812263		Wight	W gram	150.0000
Cell pessure	0.50	Rate of compression : 0.5 %	Wet density	gr/cm <sup>3</sup>	1.6522

Time	Strain		Reading of proving ring	kg/cm <sup>2</sup>	Pore pressure	
	Axial deformation	Strain %			u kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0	0	0	1	0		
30	20	0.263	0.997	6.4	0.088165858	
	40	0.526	0.995	8.8	0.120908191	
	60	0.789	0.992	11.5	0.15758702	
	80	1.053	0.989	13	0.177669324	
	100	1.316	0.987	15	0.204457845	
	120	1.579	0.984	16	0.217506799	
	140	1.842	0.982	17	0.230483057	
	160	2.105	0.979	18.8	0.254203802	
	180	2.368	0.976	20.6	0.277793694	
	200	2.632	0.974	21.6	0.290493706	
	220	2.895	0.971	22.4	0.300438536	
	240	3.158	0.968	23.3	0.311662817	
	260	3.421	0.966	24.6	0.328157567	
	280	3.684	0.963	25.7	0.341897134	
	300	3.947	0.961	26.4	0.350249919	
	320	4.211	0.958	27.4	0.362521024	
	340	4.474	0.955	28.6	0.377358303	
	360	4.737	0.953	29.6	0.389476747	
	380	5.000	0.950	30.2	0.396273834	
	400	5.263	0.947	30.6	0.400410244	
	420	5.526	0.945	30.9	0.403212679	
	440	5.789	0.942	30.7	0.399487003	
	460	6.053	0.939	30.6	0.397073492	
	480	6.316	0.937	30	0.388197295	
	500	6.579	0.934	29.2	0.376784004	
	520	6.842	0.932	28.6	0.368002312	
	540	7.105	0.929	28.1	0.360547325	
	560	7.368	0.926	27.2	0.348010878	
	580	7.632	0.924	25.4	0.324057506	



**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 : Pleret, Bantul  
 Description of soil : Clay

Sample No. : Undisturbed 2  
 Date : 8/16/2006  
 Tested by : M Djoko S & Budi P

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 <sup>2</sup>	11.9459
Coeff. proving ring K	0.165		Volume	V cm <sup>3</sup>	90.7889
k = K / A	0.0138123		Wight	W gram	150.0000
Cell pessure	1.50		Rate of compression : 0.5 %	Wet density	gr/cm <sup>3</sup>

Time	Strain		Reading of proving ring	Pore pressure u	Pore pressure	
	Axial defor- mation	Strain %			kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0	0	0	1	0	0	
	20	0.263	0.997	25	0.344397881	
	40	0.526	0.995	30	0.412187015	
	60	0.789	0.992	39	0.534425546	
	80	1.053	0.989	41	0.560341713	
	100	1.316	0.987	41.7	0.568392809	
	120	1.579	0.984	44	0.598143697	
	140	1.842	0.982	45.5	0.616881123	
	160	2.105	0.979	47	0.635509504	
	180	2.368	0.976	48	0.647286276	
	200	2.632	0.974	49	0.658990352	
	220	2.895	0.971	49.5	0.663915514	
	240	3.158	0.968	49.5	0.662116285	
	260	3.421	0.966	49.6	0.66165103	
	280	3.684	0.963	50	0.665169522	
	300	3.947	0.961	50	0.663352119	
	320	4.211	0.958	51	0.674765411	
	340	4.474	0.955	52	0.686106006	
	360	4.737	0.953	53	0.697373905	
	380	5.000	0.950	54	0.708569108	
	400	5.263	0.947	54.5	0.713148963	
	420	5.526	0.945	54.5	0.711167134	
	440	5.789	0.942	55	0.715693328	
	460	6.053	0.939	55	0.713694184	
	480	6.316	0.937	56	0.724634951	
	500	6.579	0.934	57	0.735503021	
	520	6.842	0.932	58	0.746298395	
	540	7.105	0.929	58.6	0.751888727	
	560	7.368	0.926	58.5	0.748479279	
	580	7.632	0.924	57.8	0.737422199	
	600	7.895	0.921	57.4	0.730232552	
	620	8.158	0.918	56.3	0.714192153	

	640	8.421	0.916	55.2	0.698231719		
	660	8.684	0.913	54.8	0.691180195		
	680	8.947	0.911	53.7	0.675354249		
	700	9.211	0.908	52.4	0.657100253		
	720	9.474	0.905	51.6	0.645192628		
	740	9.737	0.903	60.8	0.75801701		
	760	10.000	0.900	60.8	0.755807048		
	780	10.263	0.897	60.8	0.753597086		
	800	10.526	0.895	60.8	0.751387124		
	820	10.789	0.892	60.8	0.749177162		
	840	11.053	0.889	60.8	0.7469672		
	860	11.316	0.887	60.8	0.744757237		
	880	11.579	0.884	60.8	0.742547275		
	900	11.842	0.882	60.8	0.740337313		





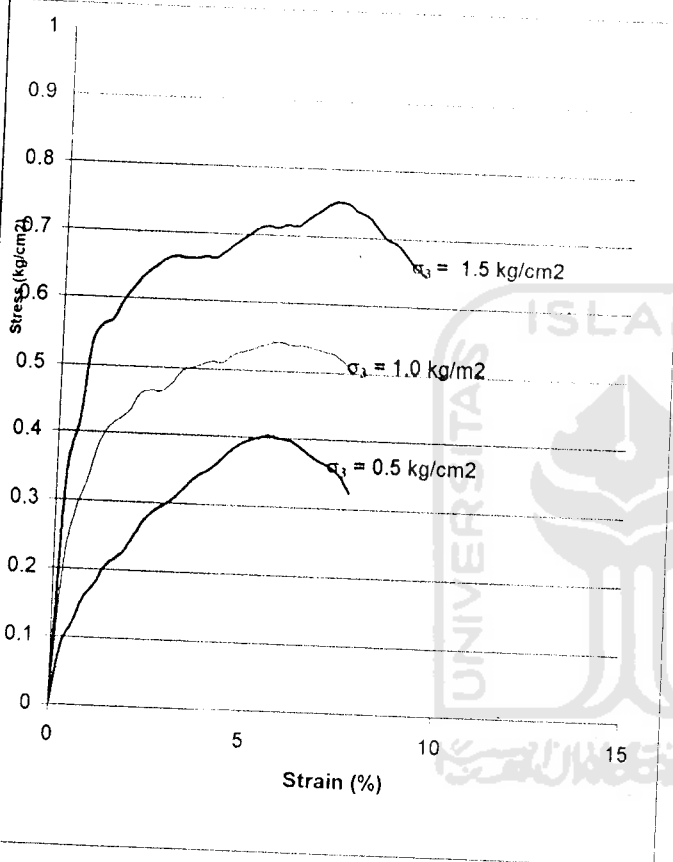
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**TRIAXIAL COMPRESSION TEST RESULT**  
**UNCONSOLIDATED UNDRAINED (TXUU)**

Project : Tugas Akhir  
 Location : Pleret, Bantul  
 Description of soil : Clay

Sample No. : Undisturbed 2  
 Date : 16 Agustus 2006  
 Tested by : Team of Research

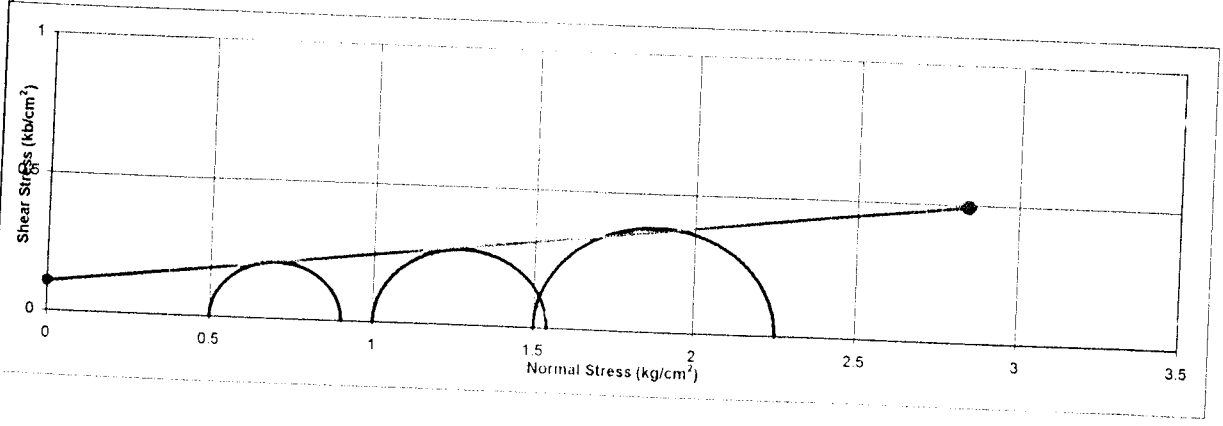


Piece No :	1	2	3
H cm	7.6	7.6	7.6
D cm	3.9	3.9	3.9
A cm <sup>2</sup>	11.95	11.95	11.95
V cm <sup>3</sup>	90.79	90.79	90.79
Wt gram	150.00	150.00	150.00

Water Content		
Wt Container (cup), gr	8.75	9.08
Wt of Cup + Wet soil, gr	29.83	34.45
Wt of Cup + Dry soil, gr	22.71	25.90
Water Content %	51.00	50.83
Average water content %	50.92	

γ <sub>d</sub> gram/cm <sup>3</sup>	1.652185	1.652185	1.652185
γ <sub>d</sub> gram/cm <sup>3</sup>	1.094759	1.094759	1.094759

σ <sub>3</sub>	0.500	1.000	1.500
Δσ = P/A	0.403	0.542	0.752
σ <sub>1</sub> = Δσ + σ <sub>3</sub>	0.903	1.542	2.252
(σ <sub>1</sub> + σ <sub>3</sub> )/2	0.702	1.271	1.876
(σ <sub>1</sub> - σ <sub>3</sub> )/2	0.202	0.271	0.376
Angle of shearing resistance (φ)	7.707		
Apperen cohesion (kg/cm <sup>2</sup> )	0.108		



Mengetahui  
 Kepala Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto, DEA



**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 : Pleret, Bantul  
 Description of soil : Clay

Sample No. : Undisturbed 3  
 Date : 8/15/2006  
 Tested by : M Djoko S & Budi P

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 <sup>2</sup>	11.9459
Coeff. proving ring K =	0.165		Volume	V cm <sup>3</sup>	90.7889
k = K / A	0.013812263		Wight	W gram	150.0000
Cell pessure	0.50	Rate of compression : 0.5 %	Wet density	gr/cm <sup>3</sup>	1.6522

Time	Strain		Reading of proving ring	Pore pressure
	Axial deformation	Strain %		
0	0	0	0	0
30	20	0.263	13.4	0.184597264
	40	0.526	16.1	0.221207032
	60	0.789	18	0.246657944
	80	1.053	18.8	0.256937176
	100	1.316	20.4	0.278062669
	120	1.579	21.8	0.296353014
	140	1.842	22.9	0.310474235
	160	2.105	24.5	0.331276231
	180	2.368	25.5	0.343870834
	200	2.632	26.7	0.359082498
	220	2.895	28	0.37554817
	240	3.158	29.4	0.393256945
	260	3.421	31.5	0.420201763
	280	3.684	33.7	0.448324258
	300	3.947	36.6	0.485573751
	320	4.211	38.8	0.51335094
	340	4.474	40.3	0.531732154
	360	4.737	41.6	0.547372725
	380	5.000	42	0.551109306
	400	5.263	42.4	0.554816808
	420	5.526	42.5	0.554580546
	440	5.789	42.5	0.553035753
	460	6.053	41.5	0.538514703
	480	6.316	41.6	0.538300249
	500	6.579	41.2	0.531626745
	520	6.842	41	0.527555762
	540	7.105	40.3	0.517083886
	560	7.368	39.7	0.507942348
	580	7.632	39.8	0.507775147



**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 : Pleret, Bantul  
 Description of soil : Clay

Sample No. : Undisturbed 3  
 Date : 8/15/2006  
 Tested by : M Djoko S & Budi P

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 <sup>2</sup>	11.9459
Coeff. proving ring K =	0.165		Volume	V cm <sup>3</sup>	90.7889
k = K / A	0.0138123		Wight	W gram	150.0000
Cell pessure	1.00	Rate of compression : 0.5 %	Wet density	gr/cm <sup>3</sup>	1.6522

Time	Strain		Reading of proving ring	Pore pressure	
	Axial deformation	Strain %		u	kg/cm <sup>2</sup>
0	0	0	0	0	
20	0.263	0.997	19.6	0.270007939	
40	0.526	0.995	24.8	0.340741266	
60	0.789	0.992	29	0.397393355	
80	1.053	0.989	30.3	0.414106193	
100	1.316	0.987	31.6	0.430724527	
120	1.579	0.984	33.1	0.44996719	
140	1.842	0.982	34.9	0.473168158	
160	2.105	0.979	36.9	0.498942568	
180	2.368	0.976	38.2	0.515131995	
200	2.632	0.974	40.8	0.548710334	
220	2.895	0.971	42.9	0.575393446	
240	3.158	0.968	45.2	0.604599113	
260	3.421	0.966	46.7	0.622965788	
280	3.684	0.963	47.7	0.634571724	
300	3.947	0.961	49.1	0.651411781	
320	4.211	0.958	50.3	0.665503925	
340	4.474	0.955	51.9	0.684786571	
360	4.737	0.953	52.6	0.692110705	
380	5.000	0.950	53.7	0.704632613	
400	5.263	0.947	53.8	0.703989252	
420	5.526	0.945	55	0.717692471	
440	5.789	0.942	55	0.715693328	
460	6.053	0.939	55.1	0.71499181	
480	6.316	0.937	55.4	0.716871005	
500	6.579	0.934	55	0.709695897	
520	6.842	0.932	54.4	0.699976426	
540	7.105	0.929	54	0.692866745	
560	7.368	0.926	53	0.678109432	
580	7.632	0.924	51.2	0.65321828	



**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 : Pleret, Bantul  
 Description of soil : Clay

Sample No. : Undisturbed 3  
 Date : 8/16/2006  
 Tested by : M Djoko S & Budi P

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 <sup>2</sup>	11.9459
Coeff. proving ring K	0.165		Volume	V cm <sup>3</sup>	90.7889
k = K / A	0.0138123		Wight	W gram	150.0000
Cell pessure	1.50	Rate of compression : 0.5 %	Wet density	gr/cm <sup>3</sup>	1.6522

Time	Strain		Reading of proving ring	Pore pressure	
	Axial deformation	Strain %		u	
		%	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0	0	0	0	0	
	20	0.263	25.7	0.354041022	
	40	0.526	31	0.425926583	
	60	0.789	34	0.46590945	
	80	1.053	36.9	0.504307542	
	100	1.316	39.7	0.541131763	
	120	1.579	41.9	0.56959593	
	140	1.842	45	0.610102209	
	160	2.105	48	0.649030983	
	180	2.368	49.6	0.668862485	
	200	2.632	51.9	0.697991822	
	220	2.895	53.3	0.714882766	
	240	3.158	54.2	0.724983892	
	260	3.421	55	0.733685618	
	280	3.684	56	0.744989865	
	300	3.947	57	0.756221416	
	320	4.211	58	0.767380271	
	340	4.474	58.6	0.773188691	
	360	4.737	59	0.776321894	
	380	5.000	60	0.787299008	
	400	5.263	61	0.798203427	
	420	5.526	62	0.809035149	
	440	5.789	62.5	0.813287872	
	460	6.053	63	0.817504247	
	480	6.316	64	0.828154229	
	500	6.579	65	0.838731515	
	520	6.842	65.5	0.842802498	
	540	7.105	66	0.846837133	
	560	7.368	66.5	0.85083542	
	580	7.632	66	0.842039189	
	600	7.895	66	0.839640217	
	620	8.158	66	0.837241245	



	640	8.421	0.916	66	0.834842273		
	660	8.684	0.913	65	0.819830523		
	680	8.947	0.911	65	0.817467899		
	700	9.211	0.908	64	0.802565194		
	720	9.474	0.905	64	0.800238918		
	740	9.737	0.903	64	0.797912642		
	760	10.000	0.900	63.5	0.789370848		
	780	10.263	0.897	63.5	0.787062746		
	800	10.526	0.895	63	0.778575474		
	820	10.789	0.892	63	0.776285546		
	840	11.053	0.889	63.25	0.777067029		
	860	11.316	0.887	63	0.77170569		
	880	11.579	0.884	62.75	0.766362525		
	900	11.842	0.982	62.5	0.761037534		





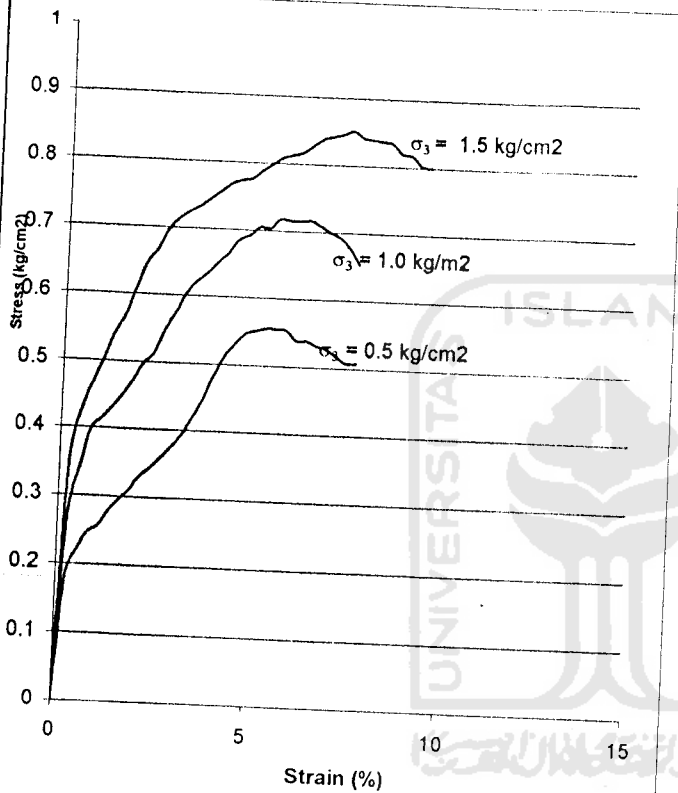
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**TRIAXIAL COMPRESSION TEST RESULT**  
**UNCONSOLIDATED UNDRAINED (TXUU)**

Project : Tugas Akhir  
 Location : Pleret, Bantul  
 Description of soil : Clay

Sample No. : Undisturbed 3  
 Date : 16 Agustus 2006  
 Tested by : Team of Research

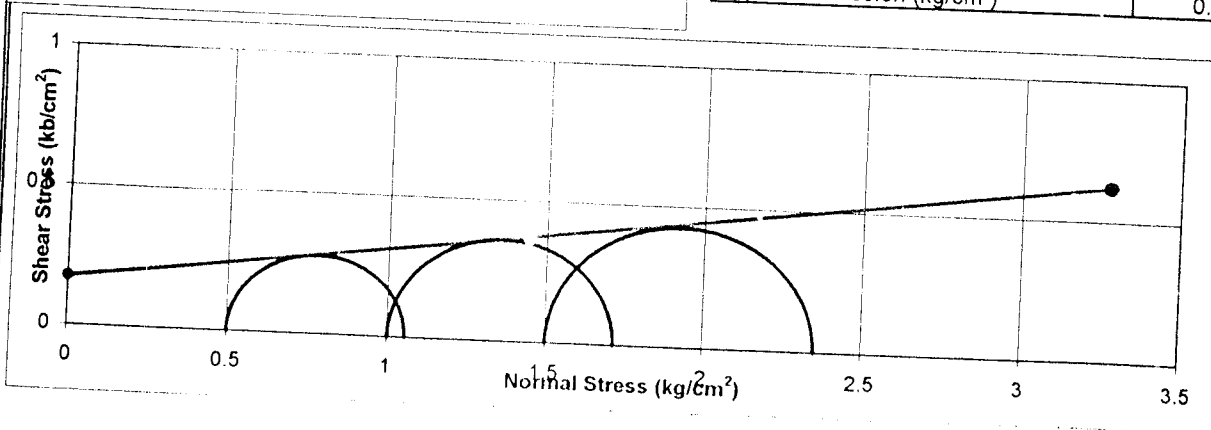


Piece No :	1	2	3
H cm	7.6	7.6	7.6
D cm	3.9	3.9	3.9
A cm <sup>2</sup>	11.95	11.95	11.95
V cm <sup>3</sup>	90.79	90.79	90.79
Wt gram	150.00	150.00	150.00

Water Content			
Wt Container (cup), gr	8.75	9.08	
Wt of Cup + Wet soil, gr	29.83	34.45	
Wt of Cup + Dry soil, gr	22.71	25.90	
Water Content %	51.00	50.83	
Average water content %	50.92		

$\gamma_d$ gram/cm <sup>3</sup>	1.652185	1.652185	1.652185
$\gamma$ gram/cm <sup>3</sup>	1.094759	1.094759	1.094759

$\sigma_3$	0.500	1.000	1.500
$\Delta\sigma = P/A$	0.555	0.718	0.851
$\sigma_1 = \Delta\sigma + \sigma_3$	1.055	1.718	2.351
$(\sigma_1 + \sigma_3)/2$	0.777	1.359	1.925
$(\sigma_1 - \sigma_3)/2$	0.277	0.359	0.425
Angle of shearing resistance (o)	7.785		
Apperen cohesion (kg/cm <sup>2</sup> )	0.174		



Mengetahui  
 Kepala Laboratorium

Dr. Ir. Epy Purwanto, DEA



DIRECT SHEAR TEST

Project : TA  
 Location : Pleret  
 Boring No. : BH2  
 Kedalaman : 1 meter

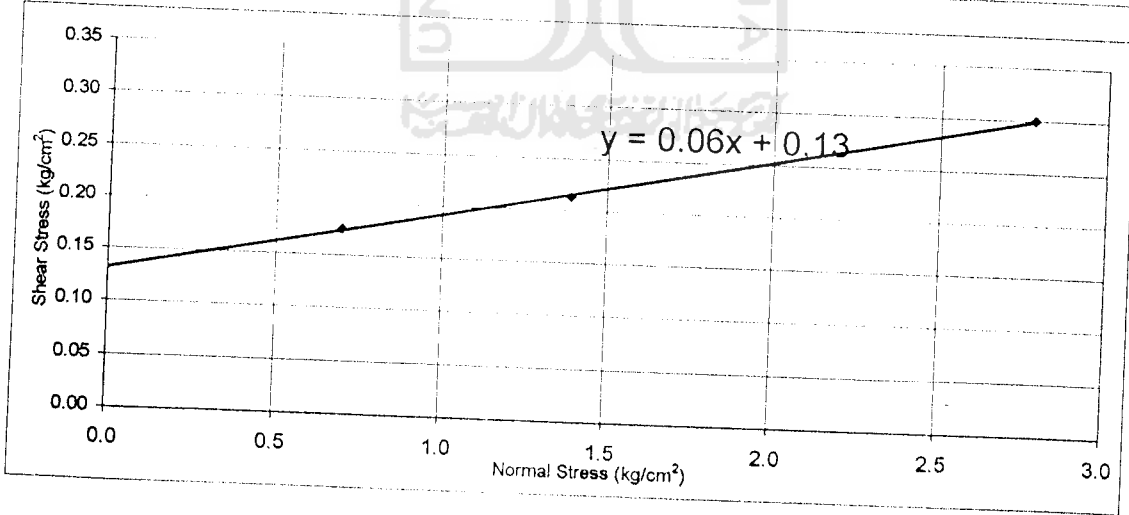
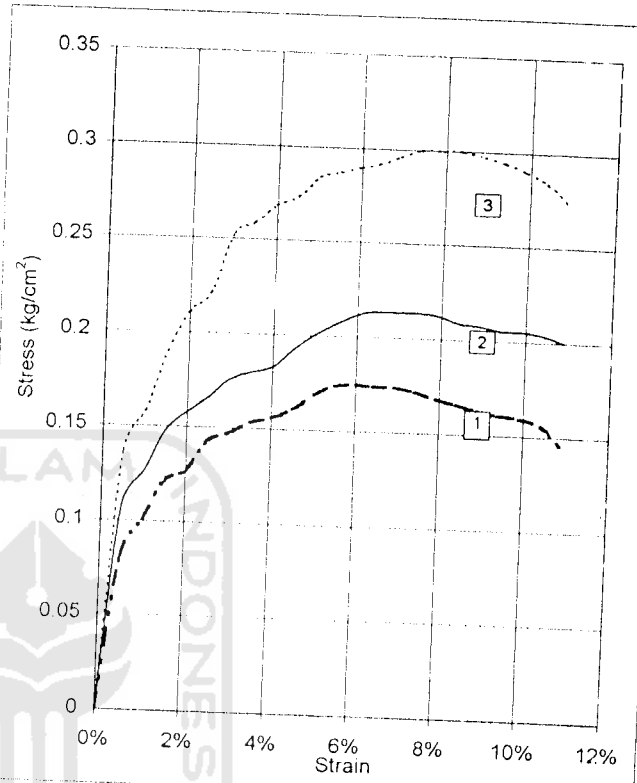
Date : 16 Agustus 2006  
 Tested by : M Djoko + Budi P  
 Jenis Tanah : Lempung Lanau

Sample data	
diam (cm)	6.05
Area (cm <sup>2</sup> )	28.75
Ht, Lo (cm)	2.35
Vol (mm <sup>3</sup> )	67.56
Wt ring (gr)	69.80

LRC = 0.3026 kg/div

Water Content			
Wt Container (cup), gr	13.14	6.50	9.82
Wt of Cup + Wet soil, gr	79.10	87.70	83.40
Wt of Cup + Dry soil, gr	56.00	59.30	57.65
Water Content %	53.90	53.79	53.85
Average water content %	53.85		
Wt Soil + ring (gr)	194.60	195.80	195.85
Wet Unit wt (gr/cm <sup>3</sup> )	1.847	1.865	1.866
Dry Unit wt (gr/cm <sup>3</sup> )	1.201	1.212	1.213
Normal Stress $\sigma_n$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0.696	1.391	2.793
Shear stress at failure $\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0.175	0.213	0.300

Angle Of Internal friction,  $\phi$  = 3.4 °  
 Cohesion = 0.13 kg/cm<sup>2</sup>





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
 JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

DIRECT SHEAR TEST

Project : TA  
 Location : Pleret  
 Boring No. : BH2  
 Kedalaman : 1 meter

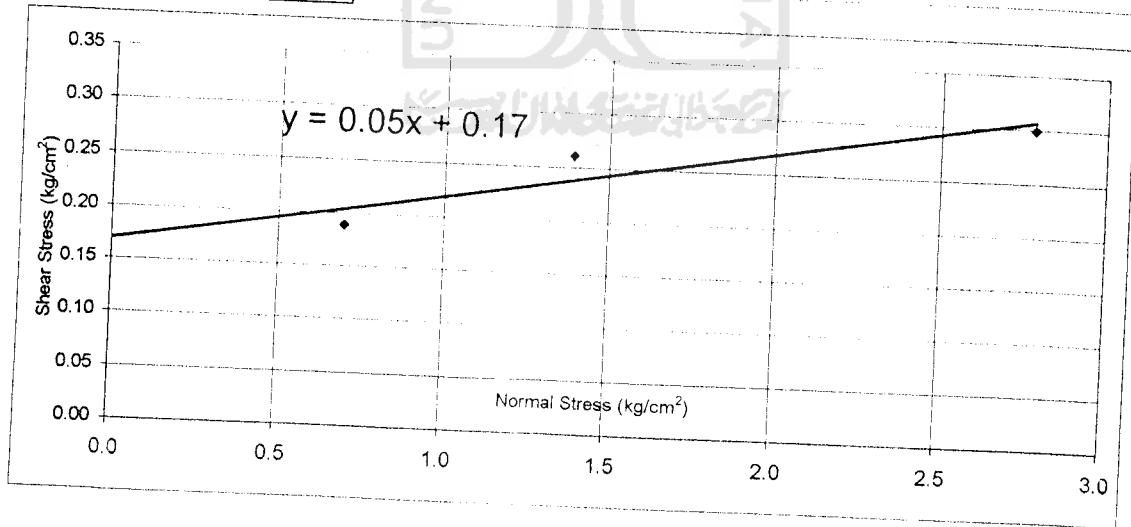
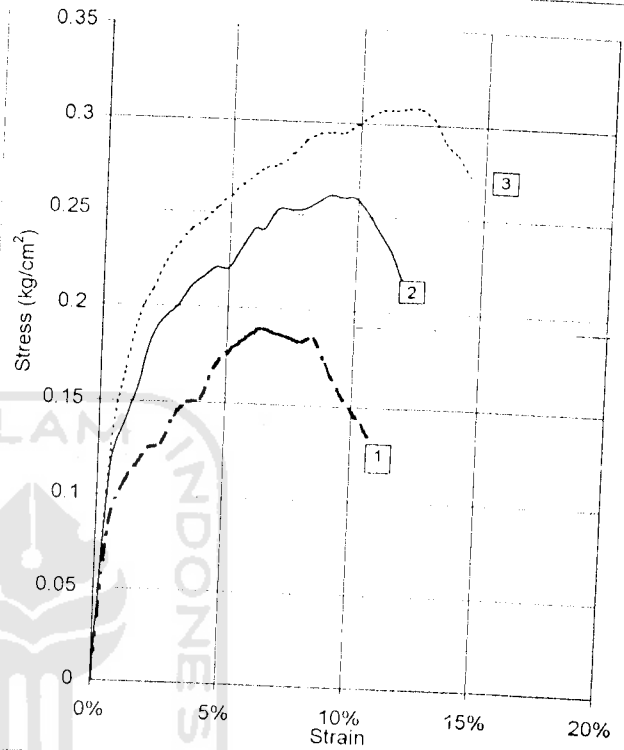
Date : 16 Agustus 2006  
 Tested by : M Djoko + Budi P  
 Jenis Tanah : Lempung Lanau

Sample data	
diam (cm)	6.05
Area (cm <sup>2</sup> )	28.75
Ht, Lo (cm)	2.35
Vol (mm <sup>3</sup> )	67.56
Wt ring (gr)	69.80

LRC = 0.3026 kg/div

Water Content			
Wt Container (cup), gr	6.30	6.30	6.30
Wt of Cup + Wet soil, gr	85.00	84.00	84.50
Wt of Cup + Dry soil, gr	56.70	49.70	53.20
Water Content %	56.15	79.03	67.59
Average water content %	67.59		
Wt Soil + ring (gr)	190.30	195.80	197.93
Wet Unit wt (gr/cm <sup>3</sup> )	1.784	1.865	1.897
Dry Unit wt (gr/cm <sup>3</sup> )	1.065	1.113	1.132
Normal Stress $\sigma_n$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0.696	1.391	2.783
Shear stress at failur $\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0.189	0.261	0.299

Angle Of Internal friction,  $\phi$  = 3.1 °  
 Cohesion = 0.17 kg/cm<sup>2</sup>





DIRECT SHEAR TEST

Project : TA  
 Location : Pleret  
 Boring No. : BH2  
 Kedalaman : 1 meter

Date : 16 Agustus 2006  
 Tested by : M Djoko + Budi P  
 Jenis Tanah : Lempung Lanau

Sample data	
diam (cm)	6.05
Area (cm <sup>2</sup> )	28.75
Ht. Lo (cm)	2.35
Vol (mm <sup>3</sup> )	67.56
Wt ring (gr)	69.80

LRC = 0.3026 kg/div

Water Content			
Wt Container (cup), gr	13.50	8.65	12.60
Wt of Cup + Wet soil, gr	80.60	83.26	79.30
Wt of Cup + Dry soil, gr	57.60	56.60	60.60
Water Content %	52.15	55.60	53.88
Average water content %	53.88		
Wt Soil + ring (gr)	191.56	194.40	196.35
Wet Unit wt (gr/cm <sup>3</sup> )	1.802	1.844	1.873
Dry Unit wt (gr/cm <sup>3</sup> )	1.171	1.198	1.217
Normal Stress $\sigma_n$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0.696	1.391	2.783
Shear stress at failure $\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0.204	0.277	0.314

Angle Of Internal Friction, $\phi$	2.9 °
Cohesion =	0.19 kg/cm <sup>2</sup>

