

## TUGAS AKHIR

# STABILISASI TANAH DENGAN CAMPURAN KAPUR TERHADAP NILAI KUAT TEKAN BEBAS (STUDI KASUS : TANAH GEDEBAGE)

Diajukan untuk memenuhi syarat akademis dalam menyelesaikan  
Pendidikan Tingkat Sarjana (Strata-1) Prodi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik – Universitas Sangga Buana (USB) - YPKP

Disusun Oleh :

IKHSAN PRATAMA PUTRA

2112177076



PRODI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SANGGA BUANA (USB) - YPKP  
BANDUNG  
2024

LEMBARAN PENGESAHAN

STABILISASI TANAH DENGAN CAMPURAN  
KAPUR TERHADAP NILAI KUAT TEKAN  
BEBAS  
(STUDI KASUS : TANAH GEDEBAGE)

*Disusun Oleh :*

**IKHSAN PRATAMA PUTRA**  
2112177076

*Naskah Tugas Akhir ini diperiksa dan disetujui sebagai kelengkapan persyaratan kelulusan dan guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP*

**Disetujui Oleh :**

**Dosen Pembimbing**

**Ir. H. Chandra Afride, ST., MT., IPU**  
432.200.167

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Sipil**

**Muhammad Syukri, ST., MT**  
432.200.200

Penguji :

Penguji I,



Muhammad Syukri, ST., MT

NIK. 432.200.200

Penguji II,



Dwi Haryono Aji Wibowo, ST., MT

NIK.432.200.159



## SURAT PERNYATAAN KEABSAHAN

Dengan ini penulis menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini yang berjudul “Stabilisasi Tanah Dengan Campuran Kapur Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas (Studi Kasus : Tanah Gedebage)” tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepanjang pengetahuan penulis juga tidak terdapat karya atau pendapat yang dituliskan atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam Tugas Akhir ini sebagaimana disebutkan dalam Daftar Pustaka. Selain itu penulis menyatakan pula, bahwa Tugas Akhir ini dibuat oleh penulis sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar, maka penulis bersedia dikenai sanksi/resiko sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandung, Januari 2024

Pembuat Pernyataan



Ikhsan P. P

## ABSTRAK

Pertumbuhan infrastruktur di Indonesia khususnya konstruksi semakin pesat dan banyak, seperti struktur bangunan, struktur jalan, dan struktur jembatan. Semua infrastruktur/struktur tersebut berada di atas tanah. Tanah merupakan material yang sangat berpengaruh dan berperan penting dalam suatu pekerjaan konstruksi, baik untuk perkerasan jalan, bangunan bawah tanah, ataupun jembatan.

Dalam penelitian ini digunakan tanah di daerah Gedebage, Kota Bandung dan dilakukan stabilisasi tanah dengan campuran kapur dalam pengujian kuat tekan bebas (UCS).

Hasil pengujian UCS pada tanah asli kondisi tidak terganggu didapat nilai  $q_u = 3,78 \text{ kg/cm}^2$  dan  $c_u = 1,89 \text{ kg/cm}^2$ , sedangkan untuk tanah asli kondisi terganggu didapat nilai  $q_u = 3,47 \text{ kg/cm}^2$ ,  $c_u = 1,73 \text{ kg/cm}^2$ ,  $S_T = 1,09$ .

Hasil pengujian UCS untuk campuran tanah + kapur didapat peningkatan 117,52% (tidak terganggu, kapur 4%), 115,52% (terganggu, kapur 4%), 132,142% (tidak terganggu, kapur 6%), 129,07% (terganggu, kapur 6%), 147,46% (tidak terganggu, kapur 8%), dan 143,41% (terganggu, kapur 8%).

Kata Kunci : stabilisasi tanah, uji kuat tekan bebas, kapur, tidak terganggu, terganggu

## ABSTRACT

*The growth of infrastructure in Indonesia, especially construction, is increasingly rapid and numerous, such as building structures, road structures and bridge structures. All infrastructure/structures are above ground. Soil is a very influential material and plays an important role in construction work, whether for road pavement, underground buildings or bridges.*

*In this research, soil was used in the Gedebage area, Bandung City and soil stabilization was carried out with a lime mixture in the unconfined compressive strength (UCS) test.*

*The UCS test results on original soil in undisturbed conditions obtained values of  $q_u = 3.78 \text{ kg/cm}^2$  and  $c_u = 1.89 \text{ kg/cm}^2$ , while for original soil in disturbed conditions obtained values of  $q_u = 3.47 \text{ kg/cm}^2$ ,  $c_u = 1,73 \text{ kg/cm}^2$ ,  $S_T = 1.09$ .*

*The UCS test results for the soil + lime mixture showed an increase of 117.52% (not disturbed, 4% lime), 115.52% (disturbed, 4% lime), 132.142% (not disturbed, 6% lime), 129.07% (disturbed, 6% lime), 147.46% (not disturbed, 8% lime), and 143.41% (disturbed, 8% lime).*

*Key Words : soil stabilization, unconfined compressive strength test, lime, undisturbed, remolded*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, berkat rahmat dan ridho Allah Yang Maha Esa, penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir dengan judul “Stabilisasi Tanah Dengan Campuran Kapur Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas (Studi Kasus : Tanah Gedebage)”.

Segala dorongan dan dukungan serta kebaikan semua pihak bersama ini penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada Yang Terhormat :

1. Dr. Didin Saepudin,SE.,M.Si, selaku Rektor Universitas Sangga Buana YPKP
2. Dr. Teguh Nurhadi Suharsono,ST.,MT selaku Wakil Rektor I Universitas Sangga Buana YPKP
3. Bambang Susanto,SE.,M.Si selaku Wakil Rektor II Universitas Sangga Buana YPKP
4. Dr. Nurhaeni Sikki,S.AP.M.AP selaku Wakil Rektor III Universitas Sangga Buana YPKP
5. Slamet Risnanto,ST.,M.Kom selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP
6. Dr. Djoko Pitoyo,ST.,M.Sc, selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP
7. H. Muhammad Syukri, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana YPKP
8. Ir. H. Chandra Afriade Siregar,ST.,MT., IPU selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktunya untuk membimbing saya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik .
9. Dosen-dosen di Program Studi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP.

10. Staff administrasi program studi Teknik Sipil yang telah memberikan pelayanan dengan baik

11. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Bandung,

2024

Penulis



# DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	i
<b>LEMBAR UJIAN SIDANG</b> .....	ii
<b>SURAT PENYATAAN KEABSAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN HAK CIPTA</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>FORMULIR ASISTENSI TA</b> .....	vii
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II STUDI PUSTAKA</b> .....	6
2.1 Tanah.....	6
2.2 Klasifikasi Tanah .....	7
2.2.1 Sistem Klasifikasi USCS.....	8
2.1.2 Sistem Klasifikasi \AASTHO .....	10
2.3 Sifat Fisik Tanah .....	12
2.3.1 Warna Tanah .....	12
2.3.2 Penentuan Kadar Air .....	12
2.3.3 Penentuan Berat Jenis Tanah.....	13



2.3.4	Berat Isi Tanah .....	14
2.3.5	Uji Batas Atterberg.....	15
2.3.6	Analisa Ukuran Butir Tanah.....	17
2.3.6.1	Analisa Tapis.....	17
2.3.6.2	Pengujian Hidrometer .....	19
2.4	Sifat Mekanik Tanah.....	20
2.4.1	Pemadatan Tanah .....	19
2.4.2	Pengujian UCS ( <i>Unconfined Compressive Strength</i> ).....	21
2.5	Stabilisasi Tanah .....	25
2.5.1	Stabilisasi Tanah dengan Cara Mekanis.....	25
2.5.2	Stabilisasi Tanah dengan Bahan Pencampur.....	26
2.6	Tanah Lempung Ekspansif.....	26
2.7	Kapur.....	28
2.7.1	Struktur Batu Kapur.....	29
2.7.2	Jenis Kapur .....	29
2.7.3	Manfaat Kapur.....	30
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>33</b>
3.1	Bagan Alir Penelitian.....	33
3.2	Lokasi Penelitian dan Pengambilan Sampel.....	34
3.3	Pengujian Sifat Fisik Tanah.....	35
3.3.1	Uji Kadar Air .....	35
3.3.2	Pengujian Berat Isi Tanah.....	37
3.3.3	Uji Berat Jenis Butir Tanah .....	38
3.3.4	Uji Batas Atterberg .....	42
3.3.5	Analisis Saringan .....	46
3.3.6	Analisis Hydrometer.....	47
3.4	Pengujian Sifat Mekanik Tanah.....	50
3.4.1	Uji Pemadatan.....	50
3.4.2	Uji UCS ( <i>Unconfined Compressive Strength</i> ).....	52

<b>BAB IV</b>	<b>ANALISA DAN PEMBAHASAN</b> .....	54
4.1	Pengujian Sifat Fisik Tanah.....	54
4.1.1	Uji Kadar Air ( <i>Water Content</i> ).....	54
4.2	Uji Berat.....	55
4.2.2	Uji Berat Isi Tanah .....	55
4.2.3	Uji Berat Jenis Tanah ( <i>Spesific Gravity</i> ) .....	56
4.2.4	Uji Atterberg Limit.....	57
4.2.5	Uji Saringan.....	58
4.2.6	Uji Hidrometer.....	59
4.3	Uji Compaction (Standar Method Proctor A).....	60
4.4	Uji UCS ( <i>Unconfined Compressive Strength</i> ).....	63
4.4.1	Uji UCS Tanah Asli.....	63
4.4.2	Uji UCS Campuran Tanah + 4% Kapur .....	65
4.4.3	Uji UCS Campuran Tanah + 6% Kapur .....	67
4.4.4	Uji UCS Campuran Tanah + 8% Kapur .....	69
4.5	Rekapitulasi Hasil Uji UCS .....	71
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	75
5.1	Kesimpulan .....	75
5.2	Saran.....	77
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	78

## DAFTAR TABEL

2.1	Simbol Pada Klasifikasi Tanah USCS .....	9
2.2	Klasifikasi AASHTO .....	11
2.3	Penentuan Kadar Air Di Laboratorium .....	12
2.4	Batas Batas Atterberg .....	15
2.5	Analisa Tapis .....	18
2.6	Spesifikasi Uji Pemadatan ASTM dan AASHTO .....	20
2.7	Konsistensi Tanah Kohesif .....	24
2.8	Sensivity (Derajat Kepekaan) St unyuk Tanah Clay .....	24
2.9	Derajat Pengembangan Tanah Ekspansif Berdasarkan IP .....	27
3.1	Berat Benda Uji Berdasarkan Uji Kadar Air .....	37
3.2	Tipe Tanah dan Nilai GS .....	38
3.3	Nilai $\alpha$ .....	41
3.4	Uji Pemadatan Standar Proctor Metode A .....	50
4.1	Pengujian Kadar Air .....	54
4.2	Berat Isi Tanah Kondisi Asli .....	55
4.3	Berat Isi Tanah Kondisi Kering .....	56
4.4	Berat Jenis Tanah (Specific Gravity) .....	56
4.5	Uji Batas Atterberg .....	57
4.6	Uji Saringan .....	58
4.7	Uji Hidrometer .....	59
4.8	Kadar Air Pengujian Standar Proctor Metode A .....	61
4.9	Uji Pemadatan Standar Proctor Metode A .....	62
4.10	Nilai UCS Tanah Asli (Undisturbed) .....	63
4.11	Nilai UCS Tanah Asli (Remolded) .....	64
4.12	Nilai UCS Campuran Tanah + 4% Kapur (Undisturbed) .....	65
4.13	Nilai UCS Campuran Tanah + 4% Kapur (Remolded) .....	66
4.14	Nilai UCS Campuran Tanah + 6% Kapur (Undisturbed) .....	67
4.15	Nilai UCS Campuran Tanah + 6% Kapur (Remolded) .....	68

4.16	Nilai UCS Campuran Tanah + 8% Kapur (Undisturbed) .....	69
4.17	Nilai UCS Campuran Tanah + 8% Kapur (Remolded).....	70
4.18	Rekapitulasi Hasil Pengujian UCS.....	71



## DAFTAR GAMBAR

2.1	Notasi Simbol USCS .....	10
2.2	Sieve Sheker .....	18
2.3	Tabung Gelas 1000 ml (Hidrometer Jar).....	19
2.4	Peralatan UCS Test .....	24
3.1	Bagan Alir Penelitian .....	33
3.2	Peta Pengambilan Lokasi Sampel Tanah .....	34
3.3	Lokasi Pengambilan Sampel Tanah .....	35
4.1	Grafik Uji Batas Cair.....	58
4.2	Grafik Distribusi Butiran Tanah.....	60
4.3	Bahan dan Peralatan Compaction Test.....	61
4.4	Grafik Hasil Pemadatan Standar Proctor Metode A .....	62
4.5	Grafik Pengujian UCS Tanah Asli (Undisturbed).....	64
4.6	Grafik Pengujian UCS Tanah Asli (Remolded) .....	65
4.7	Grafik Pengujian UCS Campuran Tanah + 4% Kapur (Undisturbed) .....	66
4.8	Grafik Pengujian UCS Campuran Tanah + 4% Kapur (Remolded)..	67
4.9	Grafik Pengujian UCS Campuran Tanah + 6% Kapur (Undisturbed) .....	68
4.10	Grafik Pengujian UCS Campuran Tanah + 6% Kapur (Remolded)..	69
4.11	Grafik Pengujian UCS Campuran Tanah + 8% Kapur (Undisturbed) .....	70
4.12	Grafik Pengujian UCS Campuran Tanah + 8% Kapur (Remolded)..	71
4.13	Grafik Peningkatan Nilai $q_u$ (Undisturbed) .....	72
4.14	Grafik Peningkatan Nilai $q_u$ (Remolded).....	72
4.15	Grafik Peningkatan Nilai Sensitivity.....	73

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pertumbuhan infrastruktur di Indonesia khususnya konstruksi semakin pesat dan banyak, seperti struktur bangunan, struktur jalan, dan struktur jembatan. Semua infrastruktur atau struktur tersebut terletak di atas permukaan tanah. Dalam situasi ini, tanah yang stabil diperlukan untuk memberikan daya dukung yang memadai dan tinggi untuk menopang beban. Namun, untuk tanah dengan daya dukung rendah atau kondisi kurang baik, stabilisasi diperlukan karena sifat tanah berbeda-beda di setiap lokasi. Ini termasuk meningkatkan sifat teknis fisik, kimia, dan mekanik tanah. Banyak orang menggunakan tanah lempung untuk memperbaiki tanah.

Tanah lempung ini sangat cocok untuk dijadikan tanah timbunan karena biasanya terdiri dari partikel mikroskopis dan submikroskopis dengan bentuk lempengan pipih yang tidak dapat dilihat dengan mikroskopis biasa. Mereka juga terdiri dari partikel dari mineral lempung (juga dikenal sebagai mineral cly) dan mineral-mineral yang sangat halus lainnya (Das, 1994). Salah satu cara untuk meningkatkan stabilitas tanah adalah dengan menggunakan zat aditif. Zat aditif yang paling umum digunakan termasuk abu terbang (juga dikenal sebagai abu burung), semen, serbuk gypsum, kapur, dan abu sekam padi. Dalam penelitian ini, campuran kapur berdampak pada nilai kuat tekan bebas/UCS (kuat tekan tekan tidak terkonfirmasi) dan stabilitas tanah lempung di daerah Gedebage.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini mengenai adalah :

1. Bagaimana karakteristik sifat-sifat fisik dan mekanis dari sampel tanah asli yang digunakan di lokasi Gedebage ?
2. Berapa nilai kuat tekan bebas tanah asli dan tanah yang distabilisasi dengan campuran kapur ?
3. Berapa besar pengaruh stabilisasi tanah dengan campuran kapur terhadap nilai UCS ?

## **1.3 Maksud Dan Tujuan Penelitian**

Maksud dari penelitian ini adalah mengkaji pengaruh campuran kapur dalam stabilisasi tanah terhadap nilai kuat tekan bebas.

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tentang :

1. Nilai parameter sifat-sifat fisik dan mekanis tanah yang berasal dari Gedebage, Kota Bandung.
2. Nilai kuat tekan bebas tanah asli dan tanah yang distabilisasi dengan kapur.
3. Besar peningkatan kuat tekan bebas tanah yang distabilisasi dengan campuran kapur.

## **1.4 Batasan Masalah**

Pembatasan masalah yang akan dibahas meliputi:

1. Sampel tanah yang di gunakan adalah tanah dasar yang berasal dari daerah Gedebage, Kota Bandung.
2. Pengujian sifat fisik yang di lakukan di laboratorium adalah pengujian kadar air, berat volume, berat jenis, analisi dan uji jydrometer.
3. Pengujian UCS (*Unconfined Compressive Strength*) untuk sampel tanah asli dan sampel tanah + campuran kapur.

### **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Balai Geoteknik Terowongan Struktur (BGTS) PUPR.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Tahapan-tahapan penyusunan laporan Tugas Akhir terdiri dari 5 bab, dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

#### **BAB I      Pendahuluan**

Bab ini membahas latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan dan ruang lingkup penelitian, serta maksud dan tujuan penelitian.

#### **BAB II     Tinjauan Pustaka**

Bab ini membahas teori, perspektif, dan temuan penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian ini. Bagian ini juga memberikan kerangka dasar yang lengkap untuk konsep yang digunakan.



### **BAB III Metodologi Penelitian**

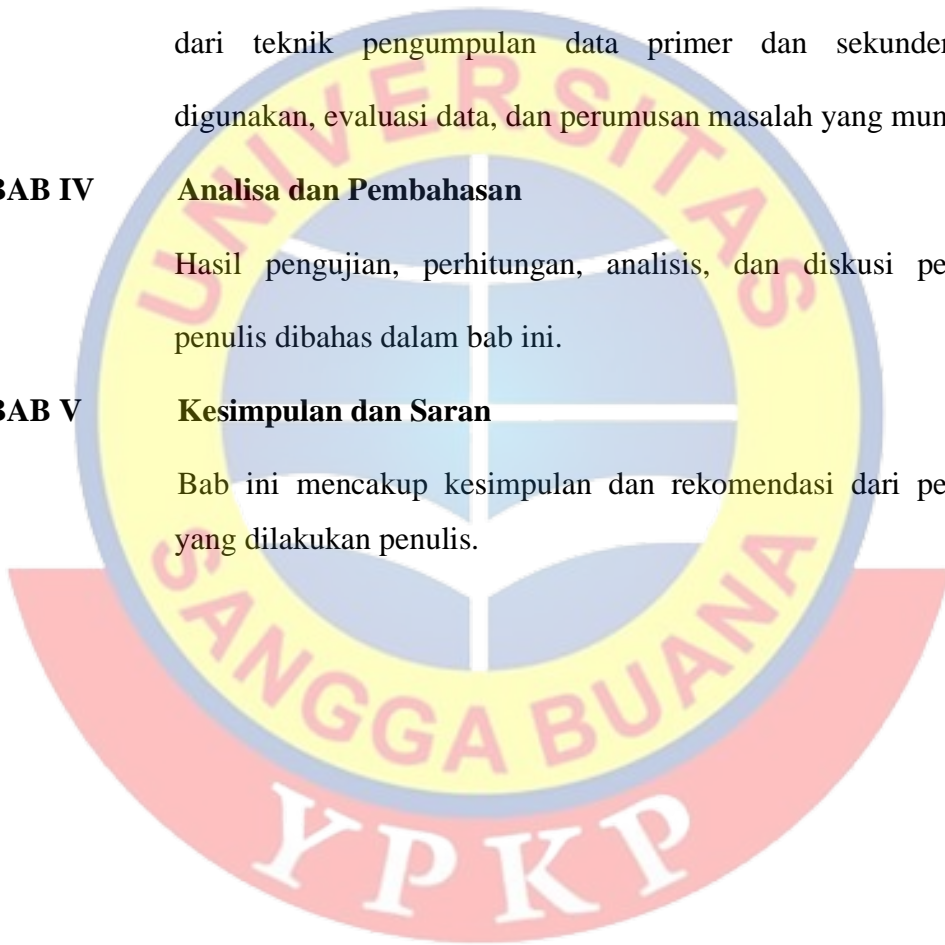
Bab ini menjelaskan lokasi penelitian, bahan, dan peralatan yang digunakan, serta teknik analisis yang digunakan. Ini juga memberikan penjelasan umum tentang kondisi dan mencakup tahapan penulisan, yang mencakup kerangka penulisan yang terdiri dari teknik pengumpulan data primer dan sekunder yang digunakan, evaluasi data, dan perumusan masalah yang muncul.

### **BAB IV Analisa dan Pembahasan**

Hasil pengujian, perhitungan, analisis, dan diskusi penelitian penulis dibahas dalam bab ini.

### **BAB V Kesimpulan dan Saran**

Bab ini mencakup kesimpulan dan rekomendasi dari penelitian yang dilakukan penulis.



## BAB II

### STUDI PUSTAKA

#### 2.1 Tanah

Tanah adalah campuran butiran mineral-mineral, endapan-endapan, dan bahan organik yang terletak di atas batuan dasar. Menurut Bowles (1991), tanah adalah campuran partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh kategori berikut :

- a. Berangkal (boulders): potongan batuan yang besar, biasanya lebih besar dari 250 mm hingga 300 mm. Kerakala (cobbles): potongan batuan antara 150 mm dan 250 mm.
- b. Kerikil, atau gravel, adalah partikel batuan berukuran antara 5 mm dan 150 mm.
- c. Pasir (sand), partikel batuan yang kasar (3-5 mm) hingga halus (kurang dari 1 mm), berukuran 0,074 mm hingga 5 mm.
- d. Lanau (silt), dengan partikel batuan dari 0,002 mm hingga 0,074 mm. Lanau dan lempung banyak ditemukan di deposit yang disedimentasikan di dalam danau atau di dekat garis pantai di muara sungai.
- e. Lempung, atau pasir, adalah sumber kohesi pada tanah yang kohesif. Partikel mineral ini berukuran lebih kecil dari 0,002 mm.
- f. Koloid, partikel mineral yang berukuran lebih kecil dan "diam"

Dalam mekanika tanah, istilah "tanah" dapat digunakan untuk semua bahan seperti lempung, pasir, kerikil, dan batu-batu besar. Teknik sipil untuk

membedakan dan menyatakan berbagai jenis tanah sangat berbeda dari teknik geologi atau ilmu tanah.

## **2.2 Klasifikasi Tanah**

Sistem klasifikasi tanah mengatur berbagai jenis tanah yang berbeda tetapi menggunakannya untuk membentuk kelompok dan subkelompok. Sistem ini memberikan penjelasan singkat tentang sifat-sifat umum tanah yang berbeda tetapi tidak memberikan penjelasan yang sangat rinci atau detail. Sistem-sistem yang telah ada dan dikembangkan sebagian besar bergantung pada

Sistem klasifikasi tanah dapat dibagi menjadi 2 (dua), yaitu :

1. Klasifikasi berdasarkan tekstur dan berdasarkan ukuran.

Sistem klasifikasi ini biasanya didasarkan pada kondisi permukaan tanah yang bersangkutan, sehingga kondisinya dipengaruhi oleh ukuran butiran tanah dalam tanah. Klasifikasi ini sangat sederhana karena didasarkan pada distribusi ukuran tanah saja. Dalam klasifikasi ini, bagian tanah dibagi menjadi kerikil (gevel), pasir (sand), lanau (silt), dan lempung (Das, 1993).

2. Klasifikasi berdasarkan cara pemakaian

Sistem klasifikasi ini menggunakan sifat plastisitas tanah dan menunjukkan sifat tanah yang penting. Saat ini, ada dua (dua) sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan dalam bidang teknik. Kedua sistem tersebut mengambil ukuran butir dan batas-batas Atterberg.

### **2.2.1 Sistem Klasifikasi Tanah USCS (Unified Soil Classification System)**

Casagrande adalah orang pertama yang menyarankan agar tanah diklasifikasikan dengan sistem ini. Selanjutnya, US Bureau of Reclamation

(USBR) dan US Army Corps of Engineer (USACE) mengembangkan klasifikasi ini. Setelah itu, American Society for Testing and Materials (ASTM) menetapkan sistem klasifikasi tanah yang terpadu (USCS) ini sebagai metode standar untuk mengklasifikasikan tanah. Sistem ini telah banyak digunakan dalam berbagai pekerjaan geoteknik dalam bentuknya saat ini. Dalam sistem ini, tanah dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu :

- 1) Tanah berbutir kasar, terdiri dari pasir dan kerikil dan kurang dari 50% tanahnya lolos saringan No. 200 ( $F_{200} < 50$ ). Semua lambang golongan diawali dengan huruf G yang artinya kerikil, tanah berkerikil, atau huruf S yang artinya pasir, atau tanah berpasir.
- 2) Tanah berbutir halus yang lebih dari 50% lolos saringan No. 200 ( $F_{200}$  minimal 50 persen). Golongan ini mempunyai lambang M untuk lanau anorganik, C untuk tanah liat anorganik, dan O untuk lanau organik dan tanah liat. Gambut dan tanah yang banyak mengandung bahan organik digunakan dengan simbol Pt.

Simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi adalah W - untuk gradasi yang baik (well graded), P - gradasi yang buruk (poorly graded), L - plastisitas tingkat rendah (low plasticity) dan H - plastisitas tingkat tinggi (high plasticity). Adapun menurut Bowles, 1991 kelompok-kelompok tanah utama pada sistem klasifikasi Unified diperlihatkan pada Tabel 2.1 berikut ini

Tabel 2.1 Simbol Pada Klasifikasi Tanah USCS

Jenis tanah	Prefiks	Sub Kelompok	Sufiks
-------------	---------	--------------	--------

Kerikil	G	Gradasi Baik	W
		Gradasi Buruk	P
Pasir	S	Berlanau	M
		Lempung	C
Lanau	M		
Lempung	C	WL<50%	L
Organik	O	WL>50%	H
Gambut	Pt		

Sumber : Bowles,1989 dalam Larasati (2016)

Dimana :

W = Well Graded (tanah dengan gradasi baik),

P = Poorly Graded (tanah dengan gradasi buruk),

L = Low Plasticity (plastisitas rendah, LL 50

H = high plasticity (plastisitas tinggi, LL> 50).

Simbol kelompok	Nama	Keterangan yang dibutuhkan untuk menerangkan tanah
GW	Kerikil bergradasi baik, campuran kerikil-pasir: sedikit atau tidak ada butir halus.	<p>Berikan nama : tentukan perkiraan persentase pasir dan kerikil, ukuran maksimum, bersudut atau bundar (angularity), kondisi permukaan, dan kekerasan butir-butir kasar : nama lokal atau geologi, dan keterangan-keterangan penting lainnya : dan simbol dalam kurung.</p> <p>Untuk tanah tidak terganggu tambahkan keterangan mengenai sertifikasi, derajat kekompakan, sementasi, kondisi kelembaban, dan karakter-karakter drainase.</p> <p>Contoh: Pasir berlanau : mengandung kerikil, sekitar 20 persen keras, partikel kerikil bersudut dengan ukuran maksimum 1 mm, pasir bundar dan agak bersudut (subangular) dari kasar sampai halus: sekitar 15 persen butir halus nonplastis daengan kekuatan kering yang rendah : cukup padat, dan lembab di tempat : pasir alunial : (SM)</p>
GP	Kerikil bergradasi buruk, campurn kerikil-pasir : sedikit atau tidak ada butir halus.	
GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir- lanau bergradasi buruk.	
GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir- lempung bergradasi buruk.	
SW	Pasir bergradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tanpa butir halus.	
SP	Pasir bergradasi buruk, pasir berkerikil : sedikit atau tanpa butir halus.	
SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau bergradasi buruk.	
SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung bergradasi buruk.	
ML	Lanau inorganis dan pasir sangat halus, tepung batuan, pasir halus berlanau, pasir halus berlanau atau berlempung denga sedikit plastisitas.	<p>Berikan nama : tentukan drajat dan karakter plastisitas, jumlah dan ukuran maksimum butir-butir kasar : warna, dalam kondisi basah, bau apabila ada, nama lokal atau geologis, dan keterangan-keterangan penting lainnya : dan simbol dalam tanda kurung.</p> <p>Untuk tanah tidak teganggu tambahkan keterangan mengenai struktur sertifikasi, konsisten dan sudah dibentuk, kondisi kelembaban dan drainase</p> <p>Contoh: Lanau berlempung, coklat : agak plastis : persentase kecil dari pasir, banyak lobang-lobang akar yang vertkal, teguh dan kering di tempat : lus : (ML)</p>
CL	Lempung inorganis dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasi, lempung berlanau, lempung kurus.	
OL	Lanau organis dan lanau-lempung organis dengan plastisitas rendah.	
MH	Lanau inorganis, tanah berpasi atau berlanau halus mengandung mika atau diatoma, lanau elastis.	
CH	Lempung inorganis dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk	
OH	Lempung organis dengan plastisitas sedang sampai tinggi	
Pt	Gambut (peat), rawang (muck), gambut rawa (peat-bog), dan sebagainya.	

Sumber : Buku Mekanika Tanah 1, Chandra Afriade Siregar, ST,MT

Gambar 2.1 Notasi Simbol USCS

### 2.2.2 Sistem Klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*)

Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highwaand Transportation Official*) ini dikembangkan pada tahun 192 9sebagai Public Road

Sistem Klasifikasi Administrasi: Klasifikasi ini bertujuan untuk menilai kualitas bidang tanah yang digunakan untuk proyek jalan, termasuk lapis dasar (subbase) dan tanah dasar (subgrade). Karena sistem ini digunakan untuk pekerjaan jalan tersebut, tujuan awalnya harus dipikirkan kembali. Dalam sistem ini, tanah biasanya dikelompokkan ke dalam 7 (tujuh) kelompok utama. Kelompok A-1 mencakup tanah dengan butiran yang memenuhi syarat untuk

ayakan No. 200 sebesar 35% atau kurang, sedangkan kelompok A-4, A-5, A-6, dan A-7 mencakup butiran yang memenuhi syarat untuk ayakan No. 200.

Tabel 2.2 Klasifikasi AASHTO

Klasifikasi Umum	Tanah berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)							Tanah lanau - lempung (lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Klasifikasi Kelompok	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5*
Analisis ayakan (% lolos)											
No. 10	Maks 50	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
No. 40	Maks 30	Maks 50	Min 51	---	---	---	---	---	---	---	---
No. 200	Maks 15	Maks 25	Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36
Sifat fraksi yang lolos ayakan No. 40											
Batas Cair (LL)	---	---	---	Maks 40	Min 41	Maks 40	Min 41	Maks 40	Min 41	Maks 40	Min 41
Indek Plastisitas (PI)	Maks 6	---	NP	Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11	Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik							Biasa sampai jelek			

Keterangan : \* Untuk A-7-5,  $PI \leq LL - 30$

\*\* Untuk A-7-6,  $PI > LL - 30$

Sumber : Das, 1995

## 2.3 Sifat Fisik Tanah

### 2.3.1 Warna tanah

Tanah dapat dilihat secara visual warnanya untuk dapat menentukan antara lain :

- Keadaanya (basah/kering)
- Warna dan butir butir mineralnya
- Jumlah kandungan organisanya
- Jumlah persenyawaan yang teroksidasi

Kesimpulan sementara jika tanah dilihat dari warnanya, antara lain :

- a. Persenyawaan besi di bawah pengaruh keadaan basah, adioksidasi dan dehidras warna kuning, dan merah.
- b. Kandungan bahan organis yang tinggi atau adanya persenyawaan ruangan akan menghasilkan warna hitam.
- c. Warna hijau dan biru jarang dijumpai pada tanah. Kalau ada disebabkan adanya persenyawaan besi.
- d. Warna abu-abu ditimbulkan karena adanya kuarsa, kaolinit, atau sedikit bahan organis.

### 2.3.2 Penentuan Kadar Air (W) - (SNI 1965:2008 dan ASTM D-2216)

Tabel 2.3 Penentuan Kadar Air Di Laboratorium

Ukuran butir maksimum saringan no.	Berat contoh minimum yang disarankan (gram)	Ketelitian timbangan
#1/4	1000	1 gr
Lolos # No.10	100	0.1 Gr
Lolos # No. 40	10	0.01 gr

Perhitunganya :

Berat Cawan + Tanah Basah = w1 Gram

Berat Cawan + Tanah kering = w2 Gram

Berat Cawan kosong = w3 Gram

Berat air (Ww/Ba) = w1 – w2 Gram

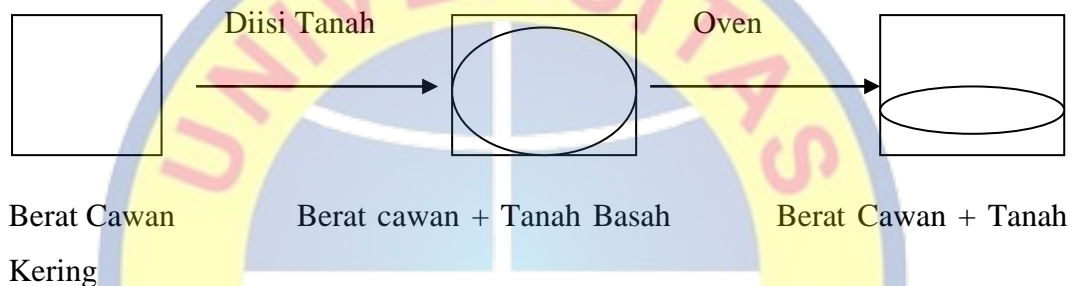
Berat Butir (Ws/Bb) = w2 – w3 Gram



$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% = \frac{B_a}{B_b} \times 100\% = \frac{w_1 - w_2}{w_2 - w_3} \times 100\% \dots \dots \dots (2.1)$$

Pengeringan dilakukan dalam oven selama minimum 4 jam atau sampai beratnya tidak berubah. dari oven contoh tanah dimasukkan kedalam desicator untuk pendinginan.

Temperatur oven untuk tanah anorganis = 100°C dan tanah organis 60°C



### 2.3.3 Penentuan Berat Jenis Tanah (Gs) - (SNI 1964:2008 dan ASTM D854)

Berat jenis (Gs) adalah perbandingan berat butir tanah dan berat isi butir tanah pada volume yang sama pada suhu tertentu, sedangkan berat air suling adalah perbandingan berat butir air suling dan berat tanah. Nilai berat jenis butir digunakan untuk berbagai tujuan, seperti:

- Menghitung kadar pori contoh tanah
- Memperkirakan berat volume tanah
- Mengklasifikasikan mineral pembentuk tanah

Sebaliknya, berat isi air merupakan perbandingan berat air dan isi air. Berat jenis tanah dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$G_s = \frac{B_b G_{at}}{B_b + B_1 - B_2} \dots \dots \dots (2.2)$$

$$G_{at} = \frac{\gamma_w}{\gamma_w 4^\circ C} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

B<sub>b</sub> = berat contoh tanah kering

B<sub>1</sub> = berat piknometer/ botol ukur + air, pada T°C

B<sub>2</sub> = berat piknometer / botol ukur + air + contoh tanah kering pada T°C

G<sub>at</sub> = berat jenis air pada suhu T°C

### 2.3.4 Berat Isi Tanah ( $\gamma$ )

Berat isi tanah adalah berat suatu volume tanah dalam keadaan yang utuh, dinyatakan dalam satuan berat dibagi satuan volume biasanya dalam gram/cm<sup>3</sup>.

Untuk mengetahui berat isi dari tanah, harus dilakukan uji di laboratorium, biasanya dilakukan bersamaan dengan percobaan konsolidasi atau triaxial.

$$\gamma = \frac{\text{Berat tanah yang terkandung dalam silinder}}{\text{Volume ring}} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

$$\text{volumer ring} = \frac{1}{4} \pi d^2$$

### 2.3.5 Uji Batas Atterberg (*Atterberg Limit*) - (SNI 03-1966-1990 dan ASTM D-423)

Batas Atterberg pertama dikenalkan oleh Albert Atterberg pada tahun 1911 dengan maksud untuk mengklasifikasikan tanah berbutir halus serta untuk memastikan karakter indeks property tanah. Batas Atterberg mencakup batas cair, batas plastis, serta batas susut.

Tanah yang berbutir halus pada umumnya mempunyai karakter plastis. Karakter plastis itu berupa kekuatan tanah disesuaikan pergantian bentuk tanah sesudah bercampur dengan air pada volume yang tetap. Tanah itu berupa cair, plastis, dan semi padat atau padat bergantung jumlah air yang bercampur pada tanah tersebut.

Batas Atterberg memperlihatkan terjadinya bentuk tanah dari benda padat menjadi cairan kental sesuai sama kadar airnya. Dari test batas Atterberg ini bakal diperoleh parameter batas cair, batas plastis, batas lengket serta batas kohesi yang disebut kondisi ketekunan tanah. Batas-batas Atterberg bisa dilihat pada gambar tersebut :

Tabel 2.4 Batas-Batas Atterberg

PL (%)	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non Kohesi
< 7	Plastisitas Rendah	Lanau	Kohesi Sebagian
7 – 17	Plastisitas Sedang	Lempung Berlanau	Kohesi
>17	Plastisitas Tinggi	Lempung	Kohesi

Terdapat tiga macam batas susut atau yang biasa dikenal dengan nama Atterberg Limits. Tiga macam Atterberg Limits tersebut yaitu:

1. Liquid Limit (LL)

Liquid Limit/ Batas Cair (LL) adalah kadar air tanah yang untuk nilai-nilai di atasnya, tanah akan berperilaku sebagai cairan kental (batas antara keadaan

cair dan keadaan plastis), yaitu batas atas dari daerah plastis. Liquid limit dapat ditentukan menggunakan alat Casagrande.

Tujuan pengujian batas cair adalah untuk menentukan kadar air tanah pada batas cair dengan cara Cassagrande yang akan digunakan untuk menentukan sifat dan klasifikasi tanah.

## 2. Plastic Limit (PL)

Batas plastis (PL) adalah kadar air yang untuk nilai-nilai dibawahnya, tanah tidak lagi berpengaruh sebagai bahan yang plastis. Retak terjadi ketika tanah plastis digiling menjadi batang berdiameter 3 mm. Indeks plastis tanah diwakili oleh persentase (%), yang menunjukkan perbedaan antara batas plastis dan cair. Tujuan pengujian batas plastis adalah untuk menentukan batas plastis suatu tanah. Batas plastis tanah adalah kadar air (dinyatakan dalam %) bagi tanah tersebut yang masih dalam keadaan plastis.

Dengan rumus sebagai berikut :

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots(2.5)$$

## 3. Batas Kerusakan

Suatu kondisi tanah di mana air yang dikandungnya secara bertahap hilang dari tanah. Tanah akan menyusut sampai tingkat keseimbangan penambahan kehilangan air tidak menyebabkan perubahan volume.

### 2.3.6 Analisa Ukuran Butir Tanah (*Grain Size Analysis*) – (SNI-03-3423-1994)

Analisa Ukuran Butir ( grain size analysis ) antara lain berguna untuk membantu mengidentifikasi suatu tanah apakah :

- a) Dapat mudah menyerap air
- b) Dapat dipergunakan untuk bahan timbunan jalan dan bendungan
- c) Kapilaritas tanah cukup tinggi
- d) Dapat dipergunakan untuk campuran aspal atau beton
- e) Dapat dipergunakan untuk filter bendungan – bendungan.

Untuk mendapatkan distribusi butiran tanah dilakukan pemeriksaan gradasi ukuran butir dilakukan dengan menggunakan analisa Sieve Analysis. Dalam analisa ukuran butir tanah ada 2 pengujian yang dilakukan yaitu analisa tapis untuk agregat kasar dan analisa hidrometer untuk agregat halus.

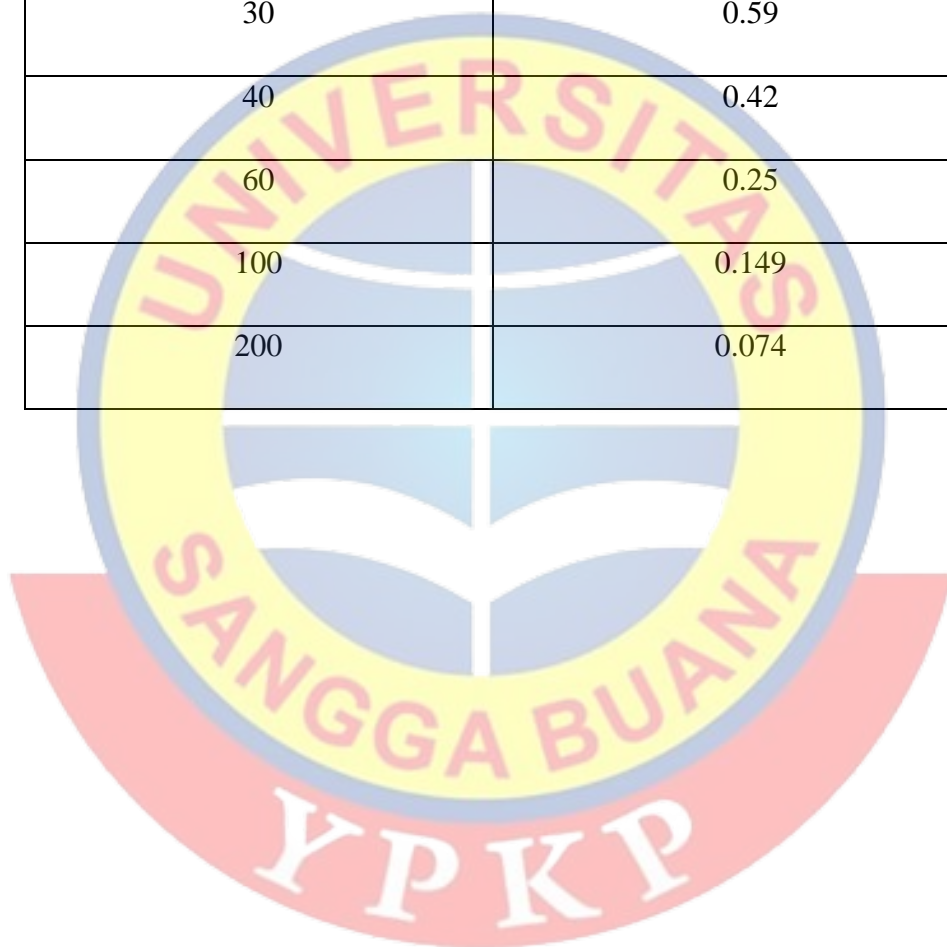
#### 1. Analisa Tapis (*Sieve Analysis*) - ( SNI 1968-1990-F dan ASTM D-421 )

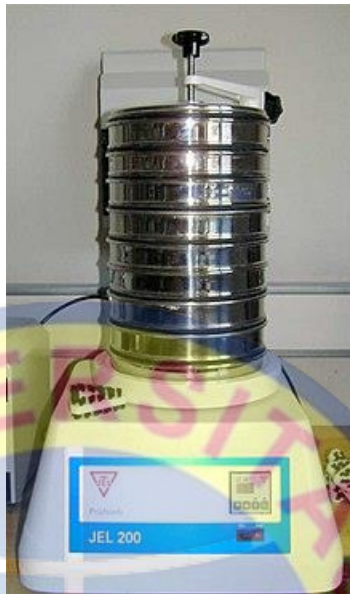
Mempergunakan satu set tapis/saringan dengan bukaan yang berbeda-beda. tapis dengan bukaan besar terletak diatas dan terakhir adalah pan. Analisa tapis dipergunakan untuk tanah berbutir kasar, yaitu tanah yang butir – butiranya lebih besar dari tapis no . 200 atau 0.074 mm. Tujuan dari percobaan sieve analisis ini adalah untuk mengetahui apakah tanah yang akan diuji bergradasi buruk, seragam, atau bergradasi baik, dan juga untuk mengetahui ukuran butir tanah.

Tabel 2.5 Analisa Tapis

Tapis (saringan ) nomor (#No.)	Bukaan (diameter ) Tapis (mm)
3	6.35
4	4.76

6	3.36
8	2.38
10	2.00
20	0.84
30	0.59
40	0.42
60	0.25
100	0.149
200	0.074





Gambar 2.2 Sieve Sheker

## 2. Pengujian Hidrometer (*Hydrometer Analysis*) – (ASTM D-422-63)

Hidrometer adalah alat yang digunakan untuk menghitung berat jenis cairan atau kepadatan relatifnya, juga dikenal sebagai rasio kepadatan cairan dengan densitas air. Hidrometer biasanya terbuat dari kaca dan terdiri dari batang berbentuk silinder dan bola. membuatnya tegak dengan melapisinya dengan merkuri (raksa). Prinsip Archimedes, yang menentukan bahwa benda padat yang tersuspensi pada fluida (dalam hal ini, tanah) akan terkena gaya ke atas sebesar gaya berat fluida yang dipindahkan, menentukan cara hydrometer bekerja. Oleh karena itu, kedalaman tenggelam hydrometer berkorelasi dengan kerapatan zat. Skala pembacaan hydrometer menunjukkan seberapa jauh tenggelamnya.

Dasar tes ini adalah hukum stokes untuk jatuhnya bola dalam cairan kental. Ketika bola jatuh dalam cairan kental, kecepatan terminal jatuh bergantung pada diameter butir, dan kepadatan tanah dalam suspensi dan cairan. Diameter





Dalam percobaan ini, tanah dipadatkan dalam tiga lapis dengan 25 kali pukulan per lapis menggunakan alat tumbuk dengan diameter 50,8 mm, berat 2,5 kg, dan tinggi jatuh sekitar 30 cm. Cetakan berdiameter 102 mm dan tinggi 115 mm digunakan.

Tabel 2.6 Spesifikasi Uji Pematatan ASTM dan AASHTO

Deskripsi	Unit	Standar proctor (D 698 , T-99)		Modified proctor (D1557, T-180)	
		Metode A	Metode B	Metode A	Metode B
Mold :	Ft <sup>3</sup>	1/30	1/13,33	1/30	1/13,33
Volume	Cm <sup>3</sup>	943,90	2124,30	943,90	2124,30
Tinggi	Inch	4,58	4,58	4,58	4,58
	Mm	116,33	116,33	116,33	116,33
Diameter	Inch	4	6	4	6
	mm	101,60	152,40	101,60	152,40
Berat palu	Lbs	5,50	5,50	10	10
	Kg	2,5	2,5	4,54	4,5
Tinggi Jatuh Palu	Inch	12	12	18	18
	mm	304,80	304,80	457,20	457,20
Jumlah lapis tanah		3	3	5	5
Jumlah pukulan tiap		25	56	25	56

lapis				
Tanah lolos saringan	No.4	No.4	No.4	No.4

#### 2.4.2 Pengujian UCS (*Unconfined Compressive Strength*)– (SNI 03-3638-2012 dan ASTM D-2166)

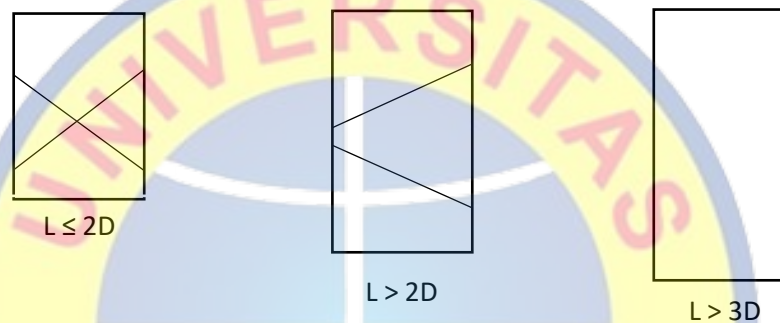
Pengujian utama terdiri dari pengujian UCS (*Unconfined Compression Strength Test*). Pengujian UCS tanah dilakukan bersamaan dengan pengujian proktor menggunakan mould UCS pada kondisi kadar air yang optimum, tanah asli lalu kemudian diperam didalam desikator selama 0 (nol) hari dan 7 (tujuh) hari. Sebelum pengujian UCS, benda uji diberikan perlakuan proses pembasahan dan pengeringan.

Dalam pengujian UCS ini kekuatan geser tanah terdiri dari tiga bagian :

1. Bagian kohesif dan perekatnya bergantung pada jenis tanah
2. Area interlocking yang bergantung pada kepadatan butir tanah
3. Tegangan efektif pada bidang geser sebanding dengan tegangan komponen yang memiliki sifat gesekan (frictional).

Keruntuhan tanah terbagi menjadi tiga kategori, yaitu:

- $L \leq 2D$  : Daerah keruntuhan merupakan contoh tanah yang akan mengalami tumpang tindih (*overlapping failure zone*)
- $L > 2D$  : Overlapping Failure Zone tidak akan ada.
- $L > 3D$  : Contoh tanah adalah kolom yang mengalami bahaya tekuk (*buckling*) sebelum bidang keruntuhan.



Tegangan axial yang searah dengan sumber sampel tanah digunakan dalam pengujian ini. Dengan asumsi-asumsi ini, hipotesis berikut dibuat:

- ◆ Tidak ada tegangan atau support lateral. ( $\sigma_3 = 0$ )
- ◆ Sudut geser yang dalam dibandingkan dengan tanah = 0 ( $\phi = 0$ )
- ❖ *Regangan aksial pada beban baca :*

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

dimana :

$\Delta L$  = perubahan panjang (cm)

$L_0$  = Panjang contoh tanah mula-mula (cm)

- ❖ *Luas Penampang perbaikan:*

$$A = \frac{A_0}{1 - \varepsilon}$$

dimana :

$A_0$  = Luas penampang mula-mula ( $\text{cm}^2$ )

$A$  = Luas penampang setelah dikoreksi ( $\text{cm}^2$ )

❖ *Volume Penampang koreksi :*

$$Vt = A_0 \cdot L_0$$

$$Vt' = A \cdot (L_0 - \Delta L)$$

dimana :

$Vt$  = Volume penampang awal ( $\text{cm}^3$ )

$Vt'$  = Volume penampang setelah koreksi dilakukan ( $\text{cm}^3$ )

❖ *Tekanan aksial yang bekerja pada benda uji pada setiap pembebanan :*

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (\text{kg/cm}^2) \quad \dots\dots\dots (2.6)$$

❖ *Nilai kuat tekan tidak terkonfirmasi ( $q_u$ ):*

$$q_u = \frac{k \cdot R}{A} \quad (\text{kg/cm}^2) \quad \dots\dots\dots (2.7)$$

dimana :

$k$  = kalibrasi proving ring

$R$  = pembacaan dial maksimum - pembacaan awal

$A$  = luas penampang contoh tanah pada saat pembacaan  $R$

❖ *Kekuatan geser undrained ( $C_u$ ) :*

$$C_u = \frac{q_u}{2} \quad (\text{kg/cm}^2) \quad \dots\dots\dots (2.8)$$

❖ *Derajat kepekaan ( $St$ ) :*

$$St = \frac{q_{u\text{undistributed}}}{q_{u\text{remolded}}} \quad \dots\dots\dots (2.9)$$

Tabel 2.7 Konsistensi Tanah Kohesif

<b>Consistency</b>	<b><math>q_u</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
Very Soft	< 0,25
Soft	0,25 – 0,50
Medium	0,50 – 1,00
Stiff	1,00 – 2,00
Very Stiff	2,00 – 4,00
Extremely Stiff/Hard	> 4,00

Tabel 2.8 Sensivity (Derajat Kepekaan)  $S_t$  untuk Tanah Clay

<b>Sensivity</b>	<b>Kondisi</b>
< 2	Insensitive
2 – 4	Normal
4 – 8	Sensitive
8 – 16	Extra Sensitive
> 16	Quick



Gambar 2.4 Peralatan UCS Test

## 2.5 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah usaha untuk meningkatkan kekuatan tanah dan mempertahankan kekuatan geser dan pergerseran. Berikut ini adalah beberapa langkah yang diambil untuk menstabilkan tanah:

- Menambah bahan yang dapat mengubah kondisi tanah secara kimiawi atau fisis.
- Meningkatkan kohesi dan kekuatan geser yang timbul dengan menambah material yang tidak aktif.
- Mengganti tanah dengan kualitas buruk
- Meningkatkan kerapatan atau kepadatan tanah.
- Mengurangi permukaan air tanah.

Untuk menstabilisasi tanah, banyak orang menggunakan salah satu atau semua dari metode berikut (Bowles, 1989):

1. Metode mekanis untuk stabilisasi tanah

Pengaturan gradasi tanah secara proporsional setelah pemadatan untuk mencapai kepadatan maksimum dikenal sebagai stabilisasi tanah mekanis. Penggunaan energi mekanis untuk meningkatkan kerapatan tanah melalui pemadatan partikel dikenal sebagai pemadatan. Sebelum pemadatan, tanah pertama kali dikeringkan, dicampur dengan air, agregat (butir-butir), atau dicampur dengan semen, abu batu bara, kapur, garam, dan bahan lainnya. Pemadatan tanah ini dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan sifat mekanik masa tanah. Pemadatan tanah memiliki beberapa manfaat (Fourman, 1996):

- Mencegah penurunan permukaan tanah, yang merupakan gerakan vertikal di dalam massa tanah akibat penurunan jumlah pori.
- Peningkatan kekuatan tanah.
- Pengurangan volume atau penurunan volume karena kadar air turun dari nilai patokan saat pengeringan.

## 2. Menggunakan Bahan Pencampur untuk Menstabilkan Tanah .

Untuk menstabilkannya, tanah berbutir halus sering dicampur dengan bahan pencampur seperti pasir, abu batu bara, gamping, kapur, abu batu bara, dan semen. Tanah dipadatkan dengan mesin gilas atau giling setelah dicampur dengan air secukupnya untuk membuat beton gradasi rendah. Stabilisasi biasanya dilakukan dengan menggunakan bahan pencampur kimiawi yang dapat mengubah sifat tanah yang tidak menguntungkan; dalam pengujian ini, bahan campuran kapur digunakan.lus.

## 2.6 Tanah lempung yang berkembang biak (Ekspansif)

Tanah ekspansif adalah tanah yang menunjukkan tanda-tanda kembang susut yang signifikan sebagai akibat dari peristiwa kapiler atau perubahan kadar air yang terkandungnya (Muntohar, 2014). Pengembangan atau penyusutan tidak merata di seluruh wilayah menyebabkan perbedaan dalam penurunan permukaan tanah. Seed et al. (1962) menyebutkan beberapa faktor, termasuk jenis lempung, jumlah, kepadatan, perubahan kadar air, struktur tanah, metode pemadatan, konsentrasi elektrolit dalam air, dan tekanan di permukaan tanah yang dikenal sebagai surcharge tekanan. Untuk menentukan dan mengklasifikasikan tanah lempung ekspansif, sifat-sifat indeks tanah ini dapat diuji.

Beberapa peneliti, termasuk van der Werve (1964), Daksanamurthy dan Raman (1973), dan Sridharan (2000), menggunakan grafik plastisitas tanah untuk mengukur derajat pengembangan tanah lempung..

Seed et al. (1962) menemukan bahwa indeks plastisitas tanah dan perubahan volume tanah sangat berkorelasi dengan jumlah partikel di bawah 0,002 mm. Oleh karena itu, indeks plastisitas tanah dapat digunakan sebagai alat awal untuk menentukan potensi pengembangan tanah lempung. Keputusan ini disajikan pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9 Derajat Pengembangan Tanah Ekspansif Berbasis TI

<b>Derajat Pengembangan</b>	<b>Indeks Plastisitas</b>
Sangat Tinggi (Very High)	>55
Tinggi (High)	20 – 50
Sedang (medium)	10 – 35



Rendah (Low)	0 – 5
--------------	-------

*Sumber : Seed et al., 1962*

Penelitian yang dilakukan oleh Basma et al. (1995) didasarkan pada pengamatan di lapangan dan eksperimen laboratorium.

Kadar air awal (initial water content), jenis tanah, dan kepadatan (dry density) sangat memengaruhi pengembangan tanah ekspansif. Pengembangan yang dapat menyebabkan kerusakan dapat disebabkan hanya oleh perubahan kadar air sebesar 1% atau 2%. Menurut Chen (1983), tanah lempung dengan berat volume kering lebih dari 17,3 kN/m<sup>3</sup> biasanya menunjukkan potensi pengembangan yang tinggi. Persentase pengembangan tanah yang telah dipadatkan kembali juga dipengaruhi oleh kadar air awal tanah, menurut El-Sohby dan Rabba (1981). Padatan tanah, yang diukur dengan berat volume kering tanah, dapat dipengaruhi secara langsung oleh kadar air tanah. Oleh karena itu, derajat pengembangan tanah ekspansif juga dapat dihitung dengan menghitung berat volume kering..

Dianggap memiliki potensi pengembangan yang tinggi, tanah lempung yang ditemukan di lapangan, yang kering dan cenderung keras seperti batuan. Sejumlah peneliti telah menyelidiki pengembangan dan sifat mekanis tanah ekspansif yang dipadatkan. Berat volume kering tanah lempung yang dipadatkan cenderung meningkat seiring dengan tekanan pengembangannya.

Pilihan kadar air untuk menghasilkan kepadatan rencana dan metode pemadatan sangat memengaruhi besar dan kecepatan pengembangan akibat proses

pembasahan (Seed et al., 1954; Holtz dan Gibbs, 1956; Daniel dan Benson, 1990; Attom, 1997).

## 2.7 Kapur

Batu kapur  $\text{CaCO}_3$  terbentuk dari kerang, ikan purba, karang, dan kalsium yang mengendap di dasar laut lebih dari tiga puluh hingga lima ratus juta tahun yang lalu. Tekanan dan panas Bumi dapat memadatkan dan mengkristalkan  $\text{CaCO}_3$  di atasnya selama jutaan tahun, menghasilkan marmer.

Pemanasan batu kapur (limestone) sampai  $900^\circ\text{C}$  dapat mengubahnya menjadi "kapur reaktif". Jika dicampur dengan air, itu dapat membentuk reaksi kimia yang menghasilkan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , dan setelah mengering, batu akan kembali ke bentuk aslinya.

Banyak industri, konstruksi, dan industri pertanian menggunakan batu kapur (gamping) sebagai bahan bangunan, bahan penstabil jalan raya, dan pengapuran pertanian. Batu kapur, juga dikenal sebagai gamping, dapat terjadi secara organik, mekanik, atau kimia.

### 2.7.1 Struktur Batu Kapur

Batu kapur memiliki struktur yang berbeda-beda. Menurut Siti Nurhayati (2005:30) struktur batuan gamping sangatlah berbeda-beda variasinya, ada yang menyerupai tanah liat, ada pula yang terdiri dari butiran-butiran bundar kecil yang disebut Oolit dan yang berbutir bundar besar ialah Pisolit.

Endapan biomekanik terbentuk dari fosil binatang atau tumbuhan yang mengandung bahan kapur.

### **2.7.2 Jenis Kapur**

Jenis batu kapur bervariasi. Menurut Geolognesia (2016), berbagai aspek, termasuk bentuk batu gamping, penampilannya (tekstur), dan komposisi mineral penyusunnya, menentukan jenis-jenis ini. Berikut ini adalah contoh beberapa jenis batu gamping yang sering disebut dengan nama:

1. Chalk adalah batu gamping yang sangat halus dan lembut yang biasanya berwarna putih atau abu-abu dan terutama terbuat dari cangkang berkapur organisme laut kecil seperti foraminifera atau berbagai jenis ganggang laut.
2. Coquina adalah batu gamping kasar yang tersemenkan yang terbuat dari sisa-sisa cangkang hewan. Batuan ini sering terbentuk di daerah pantai di mana gelombang laut memotong fragmen cangkang yang sama.
3. Batu gamping fosil terutama terdiri dari cangkang dan rangka fosil hewan.
4. Batu gamping lithografik adalah batu gamping padat dengan permukaan halus yang terletak di dalam lapisan tipis. Batu gamping ini memiliki ukuran butir yang sangat halus dan seragam.

### **2.7.3 Manfaat Kapur**

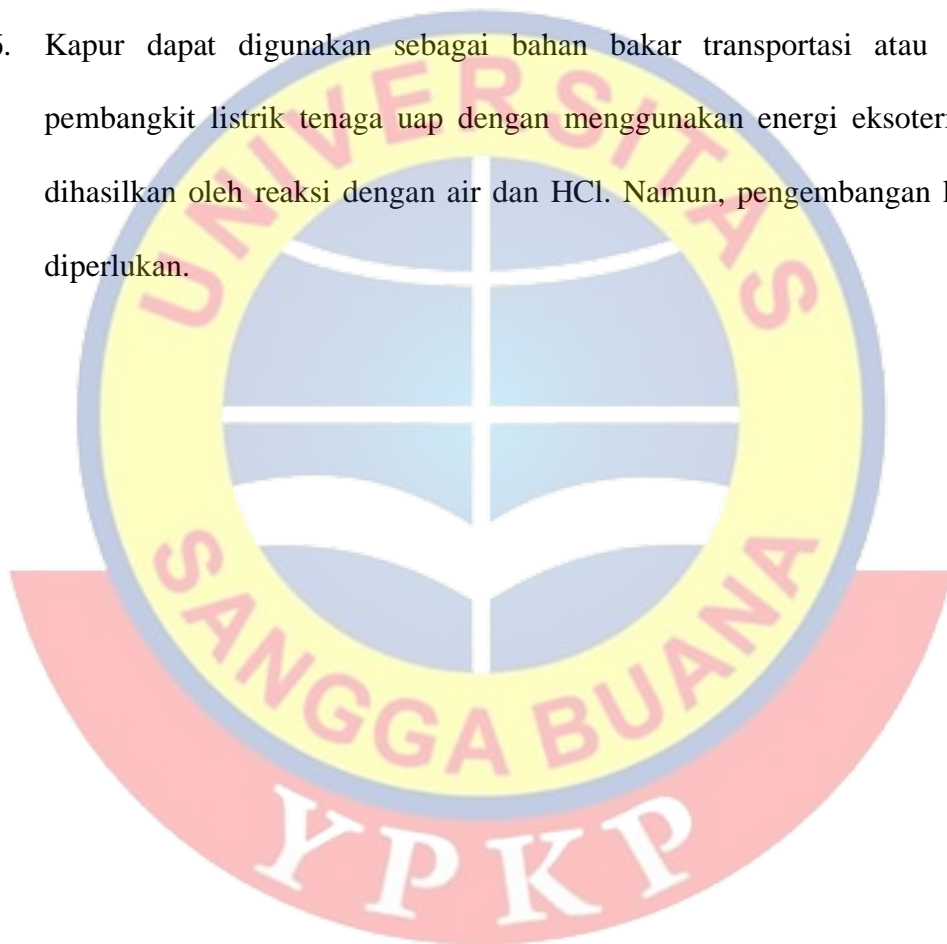
Beberapa manfaat kapur dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Sebagai bahan konstruksi: Kapur biasanya dipotong menjadi blok dan lempengan dengan ukuran tertentu untuk digunakan dalam konstruksi dan arsitektur. Hal ini digunakan untuk memoles batu, tangga, kusen jendela, ubin lantai, dan lainnya. Ini digunakan sebagai bahan untuk lapisan atap yang

tahan cuaca dan tahan panas, sebagai batu hancur untuk dasar jalan dan kereta api pemberat, dan sebagai agregat dalam beton. Selain itu, itu juga digunakan sebagai bahan baku untuk proses pembuatan semen dalam kiln yang terbuat dari shale yang hancur.

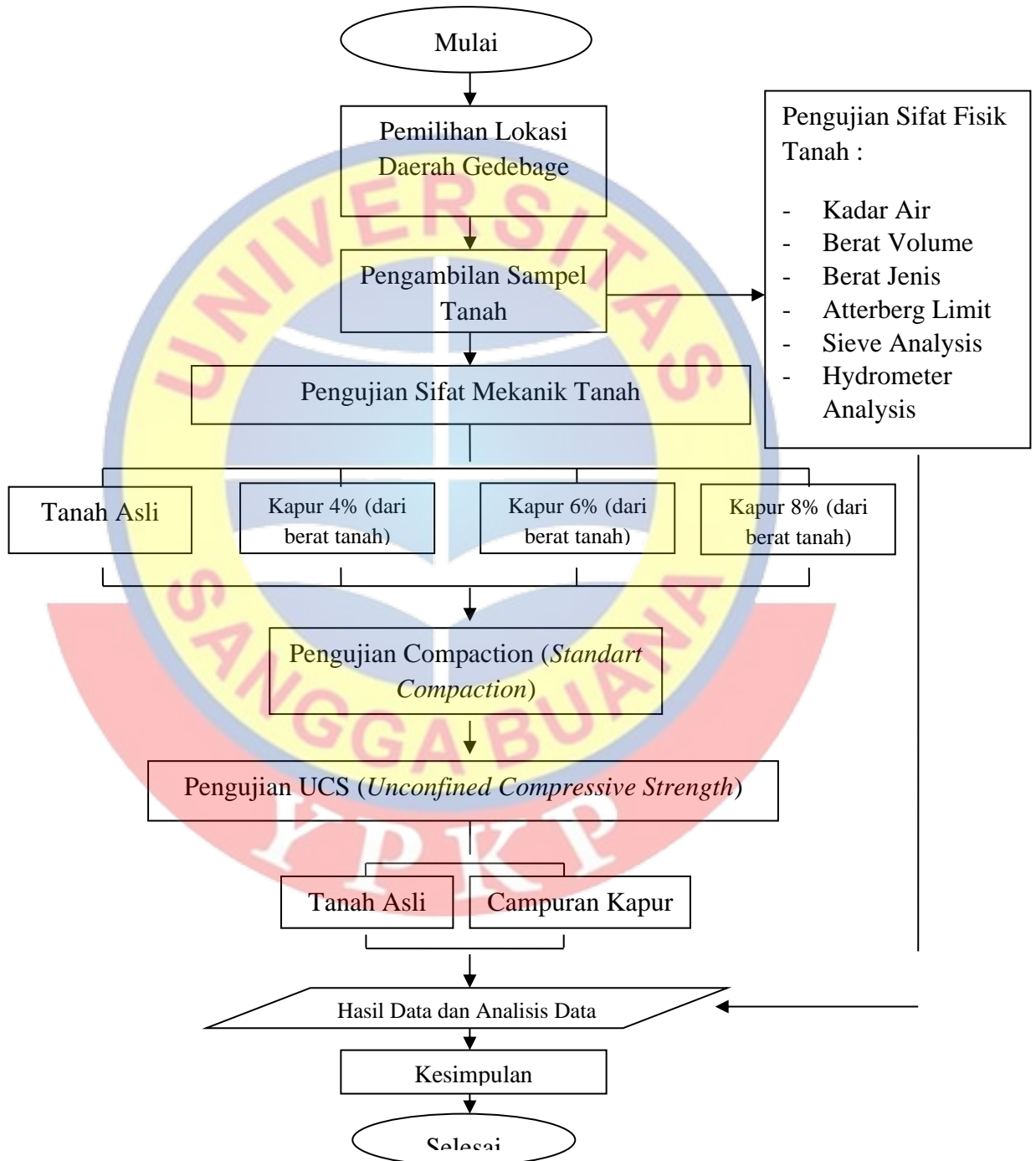
2. Dalam pertanian, kapur berfungsi sebagai penetralisir AgLime dalam tanah yang mengandung asam. Kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) banyak digunakan sebagai agen asamnetralisasi oleh industri kimia dan sebagai agen pengobatan tanah di bidang pertanian (lebih cepat daripada aglime). Jika kalsium karbonat dipanaskan dalam kiln dengan suhu tinggi, produknya akan mengeluarkan gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan kalsium oksida ( $\text{CaO}$ ). Kalsium oksida adalah agen asamnetralisasi kuat.
3. Dalam bidang peternakan: Kalsium karbonat sering diberikan kepada ayam dalam bentuk "bubur jagung ayam" untuk membantu ayam menghasilkan kulit telur yang kuat. Ini juga ditambahkan ke pakan sapi perah untuk mengimbangi kehilangan kalsium hewan yang diperah. Kapur juga digunakan untuk membunuh bakteri dan bau pada kandang ternak.
4. Keselamatan Tambang: Tumbuk kapur, juga disebut sebagai "debu batu", adalah bubuk putih yang dapat disemprotkan ke permukaan batubara terbuka di tambang bawah tanah. Lapisan ini mengurangi jumlah debu batubara yang dilepaskan dan meningkatkan pencahayaan, sehingga meningkatkan udara yang dihirup dan mengurangi risiko ledakan yang disebabkan oleh partikel debu batubara yang mudah terbakar.

5. Di bidang lingkungan, sebagai penetral limbah hasil industri, alat APAR, karat dan kotoran dari besi dihilangkan, saluran pipa produk rumah tangga dibersihkan, dan digunakan untuk remineralisasi dan meningkatkan alkalinitas air dimurnikan untuk mencegah korosi pipa dan mengembalikan tingkat nutrisi penting.
6. Kapur dapat digunakan sebagai bahan bakar transportasi atau sebagai pembangkit listrik tenaga uap dengan menggunakan energi eksoterm yang dihasilkan oleh reaksi dengan air dan HCl. Namun, pengembangan kembali diperlukan.



**BAB III**  
**METODOLOGI PENELITIAN**

**3.1 Bagan Alir Penelitian**



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian.

Metode penelitian ini bersifat eksperimen (research) yang dilakukan di Laboratorium Balai Geoteknik Terowongan Struktur (BGTS) PUPR. Eksperimental ini dilakukan dengan menggunakan sampel tanah, lalu dilakukan pengujian awal untuk mendapatkan soil properties nya .

Pengujian pemadatan selanjutnya dilakukan terhadap sampel tersebut dengan menggunakan bahan campuran berupa kapur, pengujian pemadatan dilakukan menurut standard compaction proctor (ASTM D-698). Penambahan kapur dilakukan dengan komposisi 4%, 6%, dan 8% dari sampel yang digunakan. Setelah uji pemadatan selanjutnya dilakukan pengujian UCS terhadap tanah asli dan tanah dengan campuran komposisi kapur.

### 3.2 Lokasi Penelitian dan Pengambilan Sampel

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Balai Geoteknik Terowongan Struktur (BGTS) PUPR.

Lokasi pengambilan sampel di Gedebage, Kota Bandung. Untuk lokasi penelitian yang daerah Bandung Timur.



Sumber : Google Maps

Gambar 3.2 Peta Pengambilan Lokasi Sampel Tanah



Gambar 3.3 Lokasi Pengambilan Sampel Tanah

### 3.3 Evaluasi Sifat Fisik Tanah

#### 3.3.1 Analisis Kadar Air (*Water Content*)-(SNI 1965:2008 dan ASTM D-2216)

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk menentukan kadar air tanah. Kadar air tanah adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dan berat tanah, yang diwakili dalam persen.

##### 1. Alat yang Di Gunakan

- a. Oven ini memiliki pengatur suhu yang dapat diatur hingga 110 derajat Celcius
- b. Gelas yang cukup besar dan kedap udara terbuat dari bahan kaca atau logam tahan karat.
- c. timbangan dengan ketelitian 0,01 gram, 0,10 gram, dan 1,00 gram
- d. Desikator

##### 2. Prosedur Pengujian



- a. Tentukan berat cawan bersama dengan tutupnya (W1) dan catat nomer dari cawan yang di gunakan.
- b. Masukkan benda uji kedalam cawan. Kemudian cawan ditutup untuk menghindari penguapan dari benda uji.
- c. Tentukan berat cawan + benda uji (W2)
- d. Letakan cawan + benda uji kedalam oven selama sekitar 24 jam atau sampai beratnya tetap.
- e. Tentukan berat tanah kering + cawan ( W3)
- f. Ada minimal dua item yang diuji.

3. Perhitungan

Kadar air tanah dapat di tentukan sebagai berikut :

$$W = \frac{W1 - W2}{W2 - W3} \times 100\% \dots \dots \dots (3.1)$$

W = Kadar air (%)

W1 = Berat Cawan + Tanah Basah (g)

W2 = Berat Cawan + Tanah Kering (g)

W3 = Berat Cawan Kosong (g)

Kadar air rata dari kedua benda uji dapat dihitung, yang merupakan kadar air tanah dari tanah yang diuji.

4. Benda Uji

Berat benda uji yang digunakan untuk mengukur tingkat air tanah adalah:

Tabel 3.1 Uji Kadar Air Menentukan Berat Benda Uji

Ukuran butir terbesar	Berat objek yang diuji	Ketelitian data dalam neraca
-----------------------	------------------------	------------------------------

$\frac{3}{4}$	1000 gr	1 gr
Lolos saringan No.10	100 gr	0,1 gr
Lolos saringan No.40	10 gr	0,01 gr

### 3.3.2 Pengujian Berat Isi Tanah

Pengujian berat isi tanah bertujuan untuk menentukan berat volume tanah dengan keadaan asli (undisturbed sampel), yaitu perbandingan berat tanah dengan volume tanah.

#### 1. Alat Yang Di Gunakan

- a. Ring Contoh.
- b. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.

#### 2. Prosedur Pengujian

- a. bersihkan ring contoh dengan oli supaya tanah tidak melekat pada ring lalu menimbang ring contoh.
- b. Mengukur diameter dan tinggi permukaan samping ring contoh
- c. oli diolesi pada permukaan ring dan alat pendorong sampel dengan merata supaya tanah tidak melekat pada ring.
- d. Mengambil sampel tanah dari tabung contoh yang sudah dipersiapkan.
- e. Memasukkan sampel tersebut ke ring dengan cara menekan ring ke sampel, hingga tanah tertekan padat pada ring.
- f. Meratakan permukaan tanah dengan pisau.
- g. Menimbang ring dan sampel pada timbangan dengan ketelitian 0,01 gram, kemudian mencatatnya.

### 3. Perhitungan

$$\gamma = \frac{W}{V} \dots \dots \dots (3.2)$$

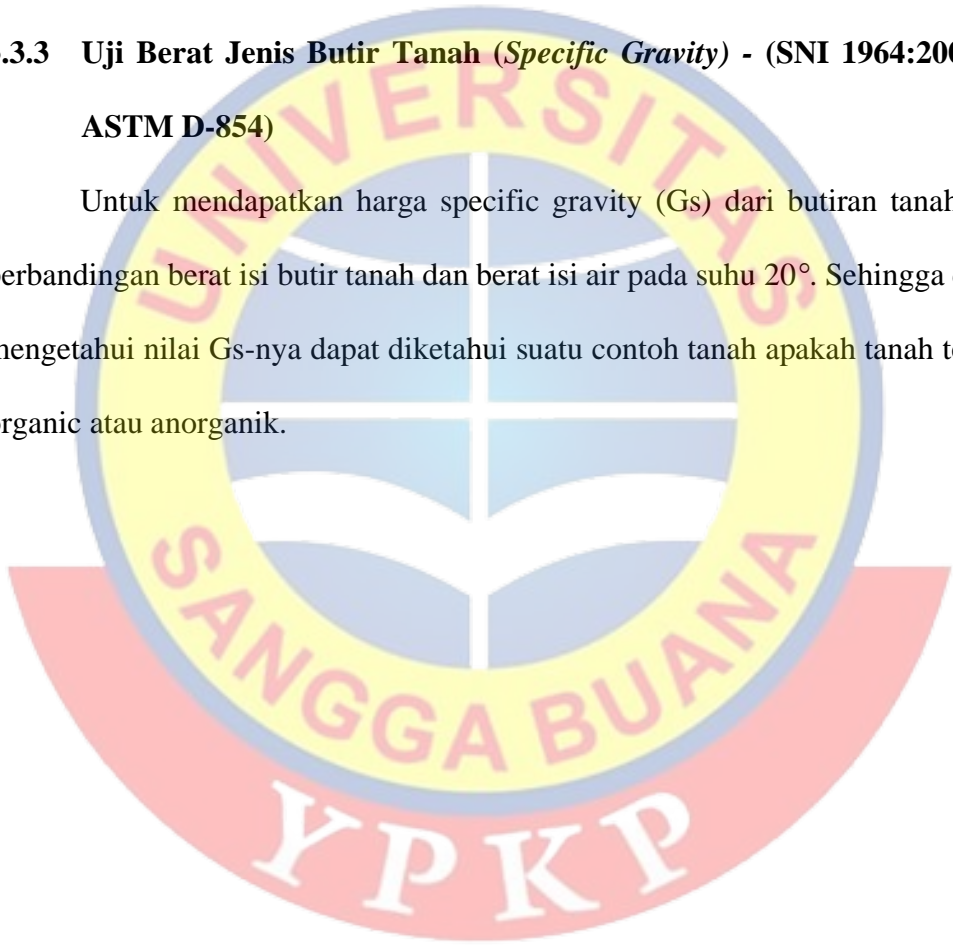
Keterangan:

W : Berat Tanah dalam Ring (Silinder)

V : Volume Ring ( $1/4 \pi d^2$ )

#### 3.3.3 Uji Berat Jenis Butir Tanah (*Specific Gravity*) - (SNI 1964:2008 dan ASTM D-854)

Untuk mendapatkan harga specific gravity ( $G_s$ ) dari butiran tanah, yaitu perbandingan berat isi butir tanah dan berat isi air pada suhu 20°. Sehingga dengan mengetahui nilai  $G_s$ -nya dapat diketahui suatu contoh tanah apakah tanah tersebut organik atau anorganik.



Tabel 3.2 Tipe Tanah dan Nilai Gs

Tipe Tanah	Nilai Gs
1. Anorganic soil	
-sand	2,63 – 2,67
-silt	2,65 – 2,67
-clay and silt clay	2,67 – 2,69
2. Organic Soil	<2,00

1. Perangkat yang digunakan

- a. Piknometer bervolume 500 mililiter
- b. Mesin timbang dengan ketelitian 0,001 gram
- c. Kompor listrik
- d. Thermometer
- e. Alat pembersih
- f. Saringan no.40 ASTM
- g. Cawan

2. Bahan Penggunaan

- a. Aquades
- b. Sampel tanah sebanyak 500 gram yang telah dikeringkan di oven dari saringan nomor 40.

3. Prosedur Pengujian

A. Persiapan Pengujian

- 1) Disiapkan 5 buah piknometer yang sudah dibersihkan dan dikeringkan

- 2) Untuk bahan uji menggunakan sampel tanah sebanyak 500 gram yang lolos saringan no.40 dan sudah dikeringkan dalam oven selama  $\pm 24$  jam.

#### B. Pelaksanaan Pengujian

- 1) Piknometer kering dan kosonh dibersihkan dengan kain bersih.
- 2) Piknometer diisi dengan aquades sampai tanda 500ml kemudian dibersihkan lalu ditimban ( $W_1$ ) gr.
- 3) Temperatur aquades dalam piknometer diukur dengan menggunakan thermometer, misalkan T.
- 4) Masukkan contoh tanah dalam piknometer.
  - Untuk tanah pasir/ non *kohesif*  
Tanah dapat langsung dimasukkan kedalam piknometer
  - Untuk tanah *kohesif*  
Untuk memulai, campurkan aquades dengan tanah sampai menjadi pasta. Kemudian, tambahkan aquades lagi dan rendam selama setengah hingga satu jam. Setelah itu, masukan ke dalam piknometer.
- 5) Tutup piknometer dengan aquades sampai di bawah lehernya dengan pasta tanah atau tanah kering. Udara dipanaskan selama lebih dari atau kurang dari lima belas menit, sampai tidak ada gelembung udara dan air di tanah bersih. Kemudian aquades diisi sampai titik 500 nl dan ditimbang gram ( $W_2$ ). Dengan menggunakan piknometer yang diuur, suhu aquades dapat dihitung dengan nilai koreksi suhu ( $\alpha$ ).

- 6) Tuangkan air sulingan dan campuran tanah dari piknometer ke dalam cangkir sampai Anda membilasnya untuk menghilangkan semua butiran tanah.
- 7) Masukkan cawan yang berisi air sulingan dan campuran tanah ke dalam oven selama kurang lebih 24 jam atau hingga beratnya konstan.
- 8) Timbang berat tanah kering ( $W_3$ ) gr.
- 9) Menemukan nilai spesifik gravitasi ( $G_s$ )

4. Perhitungan

$$G(P, T^\circ C) = \frac{W_3}{(W_1 + W_3) - W_2} \dots \dots \dots (3.3)$$

$$G(P, 20^\circ C) = G(P, T^\circ C) \left\{ \frac{\gamma(p, T^\circ C)}{\gamma(p, 20^\circ C)} \right\} \dots \dots \dots (3.4)$$

dimana :

$\gamma_w$  = berat jenis air

Catatan :

Setidaknya dilakukan dua atau tiga kali pengujian dan kemudian diambil rata-ratanya.

Tabel 3.3 Nilai  $\alpha$

Temperatur , T(°C)	$\alpha$
18	1,004
19	1,002
20	1,000
22	0,9996

24	0,9991
26	0,9986
28	0,9980

$$G(P \ T^{\circ}C) = \frac{W3}{(W1+W3)-W2} \dots\dots\dots (3.5)$$

$$G(P \ 20^{\circ}C) = G(P \ T^{\circ}C) \left\{ \frac{\gamma(p \ T^{\circ}C)}{\gamma(p \ 20^{\circ}C)} \right\}$$

$$= G(P \ T^{\circ}C) \cdot \alpha \dots\dots\dots (3.6)$$

Dimana :

$$\alpha = \left\{ \frac{\gamma(p \ T^{\circ}C)}{\gamma(p \ 20^{\circ}C)} \right\} \dots\dots\dots (3.7)$$

Keterangan :

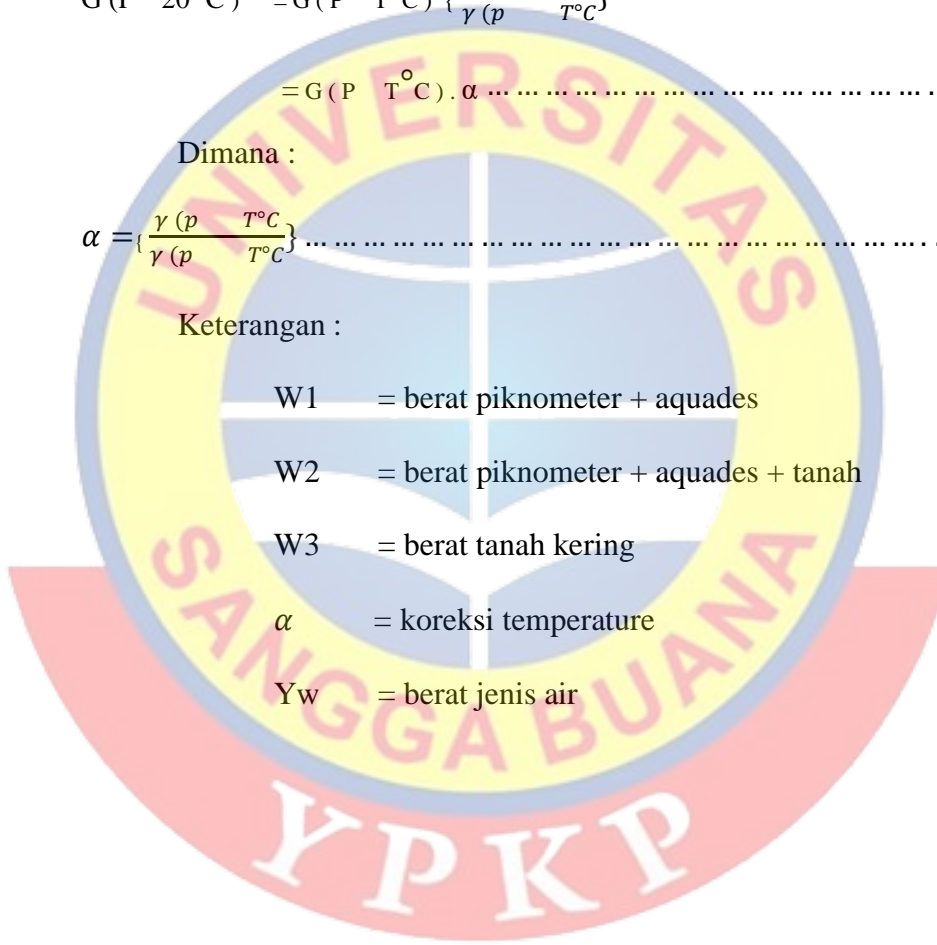
W1 = berat piknometer + aquades

W2 = berat piknometer + aquades + tanah

W3 = berat tanah kering

$\alpha$  = koreksi temperature

$\gamma_w$  = berat jenis air



### 3.3.4 Uji Batas Atterberg (*Atterberg Limit*) (SNI 03-1966-1990, AASHTO T-89 dan ASTM D-423)

Pengujian ini bertujuan mencari sifat batas-batas dari tanah terdapat tiga sifat-sifat dari tanah yaitu batas cair, batas plastis, dan batas susut yang prosedur pengujiannya berbeda-beda. Pengujian ini mengacu pada AASHTO T-89 dan ASTM D-423.

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

Uji batas Atterberg bertujuan untuk menentukan kadar air suatu tanah pada keadaan batas cair.

##### 1) Peralatan :

- a. *grooving tool*
- b. Sendok alat batas cair standard
- c. Gelas takar minimal 4 buah
- d. Botol tempat air suling
- e. Dempul
- f. Plat kaca 45x45 x 0,9
- g. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- h. Spatula dengan panjang 12,5 cm
- i. Air suling
- j. Oven yang dilengkapi dengan pengukuran suhu untuk memanasi sampai
- k.  $(110 \pm 5)$

##### 2) Metode Analisa

###### A. Persiapan analisa

- 1) Membuat tanah keluar dari saringan no.40 kering udara.



- 2) Alat instrumen yang telah dibersihkan
- 3) Mengubah kalibrasi metrik yang digunakan
- 4) Isi botol penyemprot dengan air suling.
- 5) Timbang cangkir yang diperlukan.

B. Melakukan Tes

- 1) Masukkan 100 gram bahan uji yang telah disiapkan ke dalam pelat kaca pengaduk;
- 2) Dengan menggunakan spatula, aduk benda uji dengan air suling sedikit demi sedikit sampai homogen;
- 3) Setelah contoh dicampur secara merata, ambil sebagian benda uji dan letakkan di atas mangkok alat batas cair. Ratakan permukaan sampai sejajar dengan dasar alat, dengan toleransi  $\pm 1$  cm.
- 4) Gunakan alat pembuat alur untuk membagi dua benda uji di dalam mangkok. Alat ini harus tegak di atas permukaan mangkok.
- 5) Atur perangkat sehingga mangkok naik dan jatuh dengan kecepatan dua putaran perdetik. Hal ini harus dilakukan secara konsisten sampai dasar alur benda uji bersinggungan kira-kira 1,25 cm. Kemudian, catat berapa banyak retakan yang terjadi selama pergeseran.
- 6) Ulangi pekerjaan (3) dan (5) beberapa kali sampai diperoleh jumlah ketukan yang sama, hal ini dimaksudkan untuk meyakinkan apakah pengadukan contoh sudah betul - betul merata kadar airnya.
- 7) Kembalikan benda uji ke atas pengaduk. Dam mangkok alat batas cair di bersihkan . benda uji diaduk kembali dengan merubah kadar

airnya. Kemudian ulangi langkah (2) sampai (6) minimal 3 kali berturut turut dengan variasi kadar air yang berbeda, sehingga akan diperoleh perbedaan jumlah pukulan ( ketukan ) sebesar 8 – 10 pukulan.

### 3) Perhitungan

$$W = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100 \dots \dots \dots (3.8)$$

Dimana :

- W = kadar air
- W1 = berat cawan susut
- W2 = berat cawan + tanah basah
- W3 = berat cawan + tanah kering

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

1) Alat yang digunakan dalam penentuan batas plastis ini yaitu :

- a. Plat kaca 45x45x0,9 cm
- b. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- c. Cawan kadar air minimal 2 buah
- d. Spatula dengan panjang 12,5 cm
- e. Botol tempat air suling
- f. Air suling
- g. Oven yang dilengkapi dengan pengukuran suhu untuk memanasi sampai k. (110 ± 5) C
- h. Batas pembanding dengan diameter 3mm panjang 10 cm
- i. Saringan no. 40

2) Prosedur pengujian

- a. Siapkan tanah lolos saringan no. 40 (kering udara)
- b. Alat-alat dibersihkan
- c. Cawan yang diperlukan disiapkan ditimbang
- d. Ambil sample tanah  $\pm 20$  gram yang lolos saringan no.40, letakkan benda uji di atas pelat kaca, kemudian diaduk sehingga kadar airnya merata.
- e. Buat bola-bola tanah dari bahan uji seberat 8 gram. Kemudian, dengan menggerakkan telapak tangan dengan kecepatan 80 hingga 90 roling per menit, roling bola di atas pelat kaca.
- f. Perputaran dihentikan sampai benda uji membentuk batang silinder berdiameter tiga milimeter. Jika, selama proses rolling, ternyata ada retakan pada benda uji sebelum mencapai tiga milimeter, benda uji harus disatukan kembali dengan sedikit air dan diaduk sampai rata..
- g. Ulangi pengadukan di rolong sampai retakan terbentuk tepat pada saat gelengan berdiameter 3 milimeter. h. Periksa kadar air tanah.

3) Perhitungan

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots(3.9)$$

Dimana :

PI = Indeks Plastisitas

LL = Batas Cair

PL = Batas Plastis

**3.3.5 Analisis Saringan ( *Sieve Analysis* ) – (SNI 1968-1990-F dan ASTM D-421)**

Penentuan ukuran butir suatu contoh tanah sebagai dasar untuk mengklasifikasikan macam – macam tanah.

1. Peralatan

- a. Nomor saringan 4,10,20,40,60,100,200, dan pan digunakan sebagai nomor standar.
- b. Pengukuran menggunakan ketelitian 0,1 gram
- c. Oven.
- d. Mesin yang dapat mengguncang saringan
- e. Talam , kuas , sikat kuningan, sendok.

2. Metode Pengujian

A. Persiapan :

- 1) Ambil sedikit contoh tanah, lalu timbang beratnya.
- 2) Rendam contoh tanah selama sekitar dua puluh empat jam.
- 3) Setelah direndam, contoh tanah dicuci dan disaring dengan saringan nomor 200 untuk menghilangkan koloid, clay, dan silika.
- 4) Contoh tanah yang tertinggal diatas saringan , dioven sampai kering , kemudian dilakukan pengujian analisa saringan.

B. Pelaksanaan pengujian

- 1) Setelah contoh tanah di oven, saringan nomor 4 dengan diameter 4,75 mm diletakkan di atas. Kemudian, saringan nomor 10, 20, 40, 60, 100, 200, dan pan digunakan.
- 2) Sampel tanah yang telah disaring diguncang dengan tangan (manual) atau dengan mesin pengguncang selama 15 menit atau kurang.

3) Timbangan dilakukan untuk contoh tanah yang tersisa pada setiap saringan.

4) Kemudian dihitung :

- Jumlah butir tanah yang tertinggal dalam masing – masing saringan
- Presentase komulatif tanah yang tertinggal pada masing – masing saringan.
- Presentase komulatif tanah yang lolos pada masing – masing saringan.

3. Perhitungan

a. Jumlah butir tanah tertinggal dalam saringan dibagi berat mula – mula seluruhnya dikalikan 100%.

$$\text{Presentase tanah tertahan (\% tertahan)} = \frac{W_t}{W_t} \times 100\%$$

b.  $W_{\text{tertahan}} = W_{\text{tanah}} - W_{\text{tanah total sesudah penyaringan}}$

c.  $\text{Prosentase tanah lolos (\% lolos)} = 100\% - \% \text{ tertahan}$

d. Kesalahan penimbangan contoh tanah sebelum dan sesudah penyaringan

tidak boleh melebihi 2%  $= \frac{W_d - W_t}{W_d} \times 100\%$

Dimana :  $W_d$  = berat butiran tanah sebelum lewat saringan

$W_t$  = berat butiran tanah total setelah disaring.

e. Hasil perhitungan dimasukkan kedalam table yang terlampir dibawah.

### 3.3.6 Analisis Hydrometer (*Hydrometer Analysis*) - (ASTM D-422)

Menentukan persentase kadar lumpur dalam tanah .

1. Peralatan yang Digunakan

- a. Hidrometer tipe 152 H
- b. Gelas Ukur Dengan Kapasitas 1000ml
- c. Pengaduk dan Cawan

- d. Stopwatch
  - e. Timbangan Dengan Ketelitian 0,1 gram
2. Material yang Digunakan
- a. Tanah yang telah dibebaskan dari saringan nomor 200;
  - b. Sodium metafosfat ( $\text{NaPO}$ ), juga dikenal sebagai calgon, ditambahkan ke tanah alkali atau basa;
  - c. Sodium silikat, juga dikenal sebagai air gelas, digunakan untuk tanah asam.
3. Prosedur Pengujian
- A. Persiapan Pengujian
- 1) Sebuah contoh tanah diambil dan beratnya ditimbang
  - 2) kemudian, contoh tanah tersebut direndam selama sekitar 24 jam
  - 3) setelah direndam, saringan nomor 200 digunakan
  - 4) Hidrometer digunakan untuk menguji contoh tanah yang lolos saringan nomor 200.
- B. Pelaksanaan Pengujian
- 1) Tanah yang dikeluarkan dari saringan nomor 200 dibiarkan mengendap sepenuhnya;
  - 2) Endapan yang disebutkan di atas dimasukkan ke dalam gelas, dan selama satu menit, dikocok secara horizontal;
  - 3) Siapkan hydrometer dan stopwatch setelah langkah kedua;
  - 4) Setelah tabung dimasukkan, hydrometer dimasukkan untuk satu menit tepat, dibaca lagi untuk menit kedua, dan kemudian diangkat untuk menit dua dan setengah.

- 5) Ulangi pembacaan hingga harga yang sama, biasanya tiga kali berturut-turut, ditemukan. Larutan dapat dianggap homogen jika harganya tetap sama.
- 6) Pastikan air agak tenang agar pengukuran menjadi lebih jelas. Kemudian lakukan pengukuran dengan interval waktu 0 menit, 2 menit, 5 menit, 8 menit, 16 menit, 30 menit, 60 menit, lalu 2 jam, 4 jam, 8 jam, 16 jam, 32 jam, dan 96 jam.

4. Perhitungan

a.  $Z = a - b$

b.  $D = (106 \times 10^{-7} \times \frac{Z}{t})$

Dimana :

a = tinggi alat hydrometer yang diukur dari titik berat ujung hydrometer sampai permukaan ujung hydrometer yang tidak terendam oleh air.

b = strip yang terbaca

t = interval waktu pembacaan

n = prosentase kadar lumpur

D = diameter butiran

### 3.4 Pengujian Sifat Mekanik Tanah

#### 3.4.1 Uji Pematatan (*Compaction Test*) Standar Proctor A (ASTM D698 , AASHTO T-99)

Untuk mencapai kadar air ideal (kandungan air ideal/OMC) pada saat kepadatan kering tertinggi (kandungan kering maksimum/MMD), tujuannya adalah untuk menemukan dan mengetahui hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah.

Tabel 3.4 Uji Pemadatan Standard Proctor Metode A

Deskripsi	Unit	Standar Proctor (D 698,T-99)
Volume Mold	cm <sup>3</sup>	943,90
Tinggi Mold	mm	116,33
Diameter Mold	mm	101,60
Berat Palu	kg	2,5
Tinggi Jatuh Palu	mm	304,80
Jumlah Lapis Tanah	-	3 lapis
Jumlah Pukulan Tiap Lapis	-	25 pukulan
Tanah Lolos Saringan	-	No. 4

(Sumber : Mekanika Tanah II, Chandra Afriade)

### 3.4.2 Uji UCS (Unconfined Compressive Strength) – (SNI 03-3638-2012 dan ASTM D-2166)

Tujuan pengujian UCS di laboratorium ini adalah untuk mengukur kekuatan geser, kohesi, daya dukung, dan kepekaan tanah kohesif.

1. Perlengkapan
  - a. *Mesin Kompresi Tanpa Batas*
  - b. *Contoh Ekstruder*
  - c. *Stopwatch*
  - d. Neraca dengan ketelitian 0,01 gram
  - e. Cetakan silinder  $\phi = 3,5$  cm ; tinggi = 7 cm
  - f. Silinder cetakan tanah dengan oli
  - g. Jangka
  - h. Mesin pemotong
  - i. Oven, Desicator
  - j. Pisau biasa, gergaji kawat



## 2. Material

a. Contoh tanah yang kohesif dengan syarat  $2 L/d = 3$ . Permukaannya rata.

L = panjang contoh tanah

d = diameter contoh tanah

b. Kapur

## 3. Pelaksanaan Tes

- 1) Dengan menggunakan ekstruder, keluarkan sampel tanah dari tabung. Tekan cetakan silinder dengan tinggi 3" dan diameter 1,5" sampai semuanya terisi tanah.
- 2) Ratakan kedua permukaan, ambil contoh tanah dari cetakan, lalu timbang.
- 3) Pasang sample tanah pada mesin penekan.
- 4) Pastikan beban dan deformasi tidak ada.
- 5) Penekanan dilakukan dengan engkol yang diputar untuk mesin manual atau motor untuk mesin elektrik. Kecepatan penekanan dikurangi 1 hingga 2 persen per menit dari tinggi semula.
- 6) Perhatikan dial beban regangan 0,4 persen, 1%, 1,4 persen, 2, dll.
- 7) Buat pola keruntuhan tanah dan lihat kadar airnya setelah mencapai beban batas atau regangan setelah 20%.

## BAB IV

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengujian Sifat Fisik Tanah

##### 4.1.1 Uji Kadar Air (*Water Content*)

Uji kadar air dilakukan untuk mengetahui kadar air tanah yang diambil di lokasi pengambilan sampel. Pengujian ini dilakukan setelah sampel tanah uji dikeringkan dalam oven selama minimum 24 jam. Pengujian kadar air yang dilakukan yaitu terhadap 4 sampel tanah, kadar air yang diperoleh saat pengujian yaitu sebesar 49,02 %.

Tabel 4.1 Uji Kadar Air

No	Parameter	Satuan	Keadaan Tanah <i>Undisturb</i>			
			Sample No. 1	Sample No. 2	Sample No. 3	Sampel No. 4
1	Nomor dalam Gelas	-	1	2	3	4
2	Berat Tanah Basah + Cawan ( $W_1$ )	gr	30	30	30	30
3	Berat Tanah Kering + Cawan ( $W_2$ )	gr	24	23	24	24
4	Berat Air ( $W_3$ ); ( $W_1 - W_2$ )	gr	6	7	6	6
5	Berat Cawan ( $W_4$ )	gr	11	12	10	11
6	Berat Tanah Kering ( $W_5$ ); ( $W_2 - W_4$ )	gr	13	11	14	13

7	Kadar Air (w); ( $W_3 / W_5$ )	%	46,154	63,636	42,857	46,154
8	Kadar Air Rata - Rata (w)	%	54,895		44,505	
<b>9</b>	<b>Kadar Air Total (w)</b>	<b>%</b>	<b>49,02</b>			

## 4.2 Uji Berat

### 4.2.2 Uji Berat Isi Tanah

Pengujian berat volume tanah dilakukan untuk mengetahui berat volume tanah dengan keadaan asli (sampel yang tidak terpengaruh). Sampel untuk kondisi tanah asli mencapai 2,252 gram/cm<sup>3</sup>, dan sampel untuk kondisi tanah kering mencapai 1,769 gram/cm<sup>3</sup>.

Tabel 4.2 Berat Isi Tanah Kondisi Asli

No	Parameter	Satuan	Keadaan Tanah <i>Undisturb</i>	
			Contoh 1	Contoh 2
1.	Nomor Ring	-	1	2
2.	Diameter Ring (D)	cm	6,040	6,025
3.	Tinggi Ring (t)	cm	0,825	0,805
4.	Volume Ring (V)	cm <sup>3</sup>	23,638	22,951
5.	Berat Ring (W <sub>1</sub> )	gr	18,0	17,0
6.	Berat Ring + Tanah (W <sub>2</sub> )	gr	74,0	66,0
7.	Berat Tanah (W <sub>3</sub> ); (6 - 5)	gr	56,0	49,0
8.	Berat Volume Tanah ( $\gamma$ ); (7 / 4)	gr / cm <sup>3</sup>	2,369	2,135
<b>9.</b>	<b>Berat Volume Rata-rata</b>	<b>gr / cm<sup>3</sup></b>	<b>2,252</b>	

Tabel 4.3 Berat Isi Tanah Kondisi Kering

No	Parameter	Satuan	Keadaan Tanah <i>Undisturb</i>	
			Contoh 1	Contoh 2

1	Nomor Ring	-	1	2
2	Diameter Tanah (D)	cm	5,310	5,345
3	Tinggi Tanah (t)	cm	0,970	0,870
4	Volume Tanah (V)	cm <sup>3</sup>	21,481	19,521
5	Berat Ring (W <sub>1</sub> )	gr	18,0	17,0
6	Berat Ring + tanah (W <sub>2</sub> )	gr	50,0	57,0
7	Berat Tanah (W <sub>3</sub> ); (6 - 5)	gr	32,0	40,0
8	Berat Volume Tanah (γ); (7/4)	gr / cm <sup>3</sup>	1,490	2,049
9	<b>Berat Volume Rata-rata</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>1,769</b>	

#### 4.2.3 Uji Berat Jenis Tanah (*Specific Gravity*)

Selain kadar air, hasil dari uji indeks properties adalah specific gravity (Gs). Penelitian ini berguna untuk mengetahui berat jenis tanah uji. Setelah dilakukan penelitian, berat jenis tanah untuk sampel tanah Gedebage Kota Bandung ini yaitu 2,693.

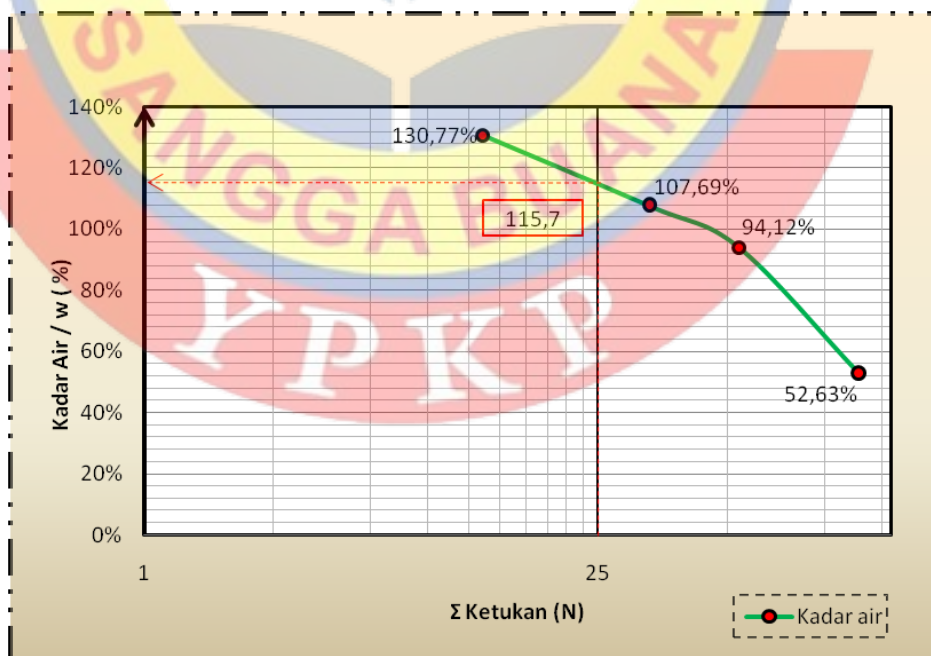
Tabel 4.4 Berat Jenis Tanah (*Specific Gravity*)

No	Parameter	Satuan	Keadaan Tanah <i>Undisturb</i>			
			Sampel No. 1	Sampel No. 2	Sampel No. 3	Sampel No. 4
1	Nomor Piknometer	-	1	2	3	4
2	Suhu (T)	<sup>0</sup> C	97	97	97	97
3	Berat Tanah (W <sub>1</sub> )	gr	25	25	25	25
4	Berat Piknometer	gr	67	65	41	45
5	Berat Piknometer dan Tanah; (3 + 4)	gr	92	90	66	70
6	Berat Air (W <sub>2</sub> )	gr	100	100	100	100
8	Berat Total; (3 + 4 + 6)	gr	192	190	166	170
7	Berat Piknometer + Air; (4 + 6)	gr	167	165	141	145
9	Berat Air Setelah diDinginkan (W <sub>3</sub> )	gr	90	91	91	90

10	Koreksi Suhu (K); $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	1	1	1	1
11	Spesifik Gravity ( $\gamma_s$ ); $(W_1) / (W_2 - W_3)$	-	2,500	2,778	2,778	2,500
12	Spesific Gravity Rata - Rata ( $\gamma_s$ )	-	<b>2,639</b>			

#### 4.2.4 Uji Atterberg Limit

Uji Atterberg Limit ini mencakup penentuan batas-batas Atterberg yang terdiri dari: batas cair dan batas plastis. Dari hasil pengujian didapat hasil Indeks Plastisitas 68,890%, Batas Cair (LL) sebesar 115,70%, dan Batas Plastis (PL) sebesar 46,81%. Berikut merupakan hasil uji batas atterberg



Gambar 4.1 Grafik Uji Batas Cair

#### 4.2.5 Uji Saringan

Uji ini dipergunakan untuk tanah berbutir kasar, yaitu tanah yang butir – butirnya lebih besar dari tapis no. 200 atau 0.074 mm.

Tabel 4.5 Test Saringan

No	Nomor Saringan	Bukaan Saringan (mm)	Berat Tertahan	Kumulatif Tertahan	Persentase (%)	
			(gram)	(gram)	Tertahan	Lolos
1	No.4	4,76	0	0,0	0,0%	100,0%
2	No.8	2,36	17,90	17,9	1,79%	98,21%
4	No.20	1,19	24,80	42,7	4,27%	95,73%
6	No.40	0,59	40,20	82,9	8,29%	91,71%
10	No.100	0,149	12,10	95,0	9,50%	90,50%
11	No.200	0,074	6,60	101,6	10,16%	89,84%
12	<i>Pan</i>	-	898,40	1000,0	100,0%	0,0%
<b>Total</b>			<b>1000,0</b>	<b>1000,0</b>	<b>100,0%</b>	<b>0,0%</b>

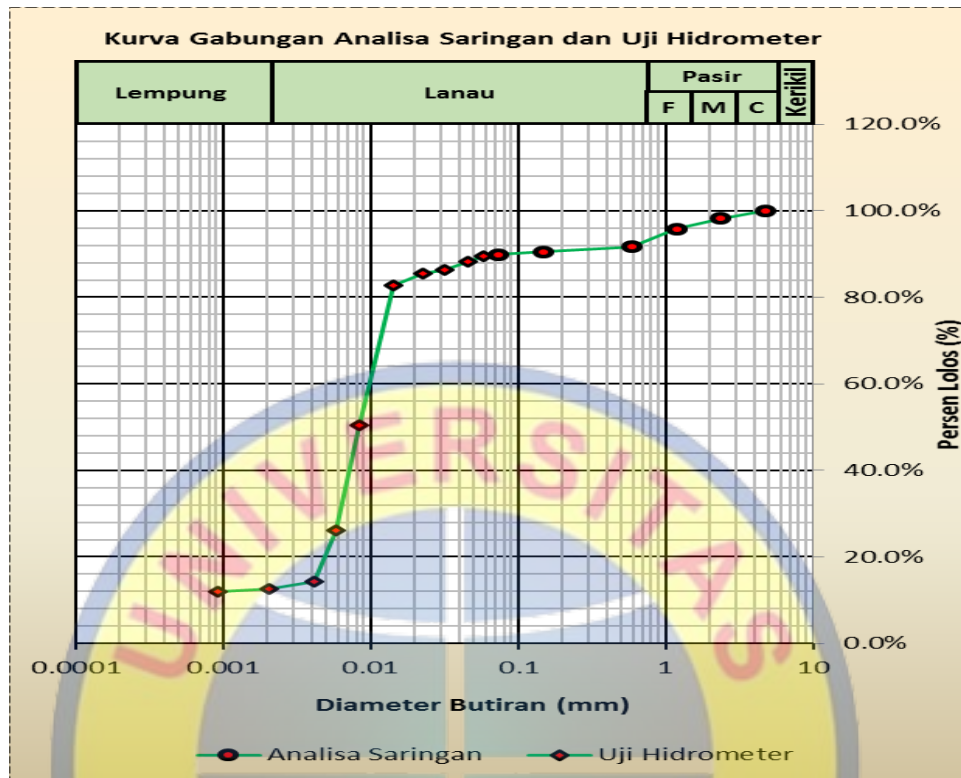
#### 4.2.6 Uji Hidrometer

Uji hidrometer ini bertujuan untuk mengetahui pembagian ukuran butir tanah yang berbutir halus yaitu tanah yang butir – butirnya lebih kecil dari tapis no. 200 atau 0.074 mm. Berikut merupakan hasil uji hidrometer :

Tabel 4.6 Uji Hidrometer

t (Menit)	T (°C)	Ra (mm)	Rc	N	R	L (cm)	L / t	K	D (mm)	Lolos %
0,3	25,00	995,000	994,700	99,691	995,5	6,20	20,667	0,0129	0,059	0,896
0,5	25	980,000	979,700	98,188	980,5	6,20	12,400	0,0129	0,046	0,882
1	25	960,000	959,700	96,183	960,5	6,20	6,200	0,0129	0,032	0,864
2	25	950,000	949,700	95,181	950,5	6,20	3,100	0,0129	0,023	0,855
5	25	920,000	919,700	92,174	920,5	6,20	1,240	0,0129	0,014	0,828
15	25	560,000	559,700	56,094	560,5	6,20	0,413	0,0129	0,008	0,504
30	25	290,000	289,700	29,034	290,5	6,20	0,207	0,0129	0,006	0,261
60	25	160,000	159,700	16,005	160,5	6,20	0,103	0,0129	0,004	0,144
250	25	140,000	139,700	14,001	140,5	6,20	0,025	0,0129	0,002	0,126
1440	25	132,500	132,200	13,249	133,0	7,30	0,005	0,0129	0,001	0,119

Pada uji saringan dan uji hidrometer dihasilkan berupa kurva analisis butiran tanah.



Gambar 4.2 Grafik Distribusi Butiran Tanah

Sebagai hasil dari grafik distrinusi butiran tanah, persentase masing-masing fraksi yang ada dalam tanah dapat ditemukan yaitu :

- Fraksi Spiral : 0,000 %
- Fraksi batuan : 10,160 %
- Fraksi Lanau : 77,599 %
- Fraksi Lempung : 12,241 %

Dari hasil pengujian maka karekteristik tanah yaitu **Lanau Lempungan**.

### 4.3 Uji Compaction (*Standar Method Proctor A*)

Tujuan dari uji kompaksi adalah untuk mencari dan mendapatkan kadar air optimum dan berat isi kering maksimal pada suatu proses pemadatan. Dengan cara



memadatkan 3 lapisan, dimana setiap lapisan 25 kali pukulan. Pengujian *compaction* yang digunakan yaitu Standar Method Proctor A .

Pengujian dilakukan dengan terhadap tanah asli untuk mendapatkan MDD



Gambar 4.3 Bahan dan Peralatan Compaction Test

Tabel 4.7 Kadar Air Pengujian Standar Proctor Metode A

		Kadar Air									
Parameter	Satuan	Mould 1		Mould 2		Mould 3		Mould 4		Mould 5	
No. Cawan	-	13	17	13	17	16	20	9	7	13	17
Berat Cawan	gr	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	34	20	36	25	33	27	33	27	45	44
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	30	17	29	21	26	22	26	21	33	32
Berat Air	gr	4	3	7	4	7	5	7	6	12	12
Berat Tanah Kering	gr	22	9	21	13	18	14	18	13	25	24
Kadar Air	%	18.182	33.333	33.333	30.769	38.889	35.714	38.889	46.154	48.000	50.000
Kadar Air Rata-rata	%	25.758		32.051		37.302		42.521		49.000	

Tabel 4.8 Uji Pemadatan Standar Proctor Metode A

Standard Proctor Metode A		
		Mould

Parameter	Satuan	1	2	3	4	5
Penambahan Air	%	20	30	35	40	50
Berat Mould dan Tanah Basah	gr	5700	7100	6700	7000	5400
Berat Mould	gr	4769	4769	4769	4760	4769
Berat Tanah Basah	gr	931	2331	1931	2240	631
Volume Tanah Basah	cm <sup>3</sup>	807.422	1370.577	1060.714	1356.979	652.379
Berat Isi	gr/cm <sup>3</sup>	1.153	1.701	1.820	1.651	0.967
Kadar Air	%	25.758	32.051	37.302	42.521	49.000
Berat Isi Kering	gr/cm <sup>3</sup>	0.917	1.288	1.326	1.158	0.649
Berat Tanah Kering	gr	740.313	1765.223	1406.393	1571.694	423.490
Volume Tanah Kering	cm <sup>3</sup>	280.528	668.899	532.927	595.564	160.474
Volume Pori	cm <sup>3</sup>	526.894	701.679	527.788	761.415	491.905
Rasio Pori (e)	-	1.878	1.049	0.990	1.278	3.065
Porosity (n)	%	65.256	51.196	49.758	56.111	75.402
A.V.C (Sr=80%)	gr/cm <sup>3</sup>	1.427	1.283	1.183	1.098	1.009
Z.A.V.C	gr/cm <sup>3</sup>	1.571	1.430	1.330	1.244	1.151



Gambar 4.4 Grafik Hasil Metode A Pemasatan Standar

#### 4.4 Uji UCS (*Unconfined Compressive Strength*)

Percobaan UCS bermanfaat untuk mengetahui kekuatan tanah dan kohesi tanah ( $q_u$  dan  $c_u$ ). Nilai UCS yang didapat merupakan nilai kuat tekan bebas tanah dan kohesi yang diuji.

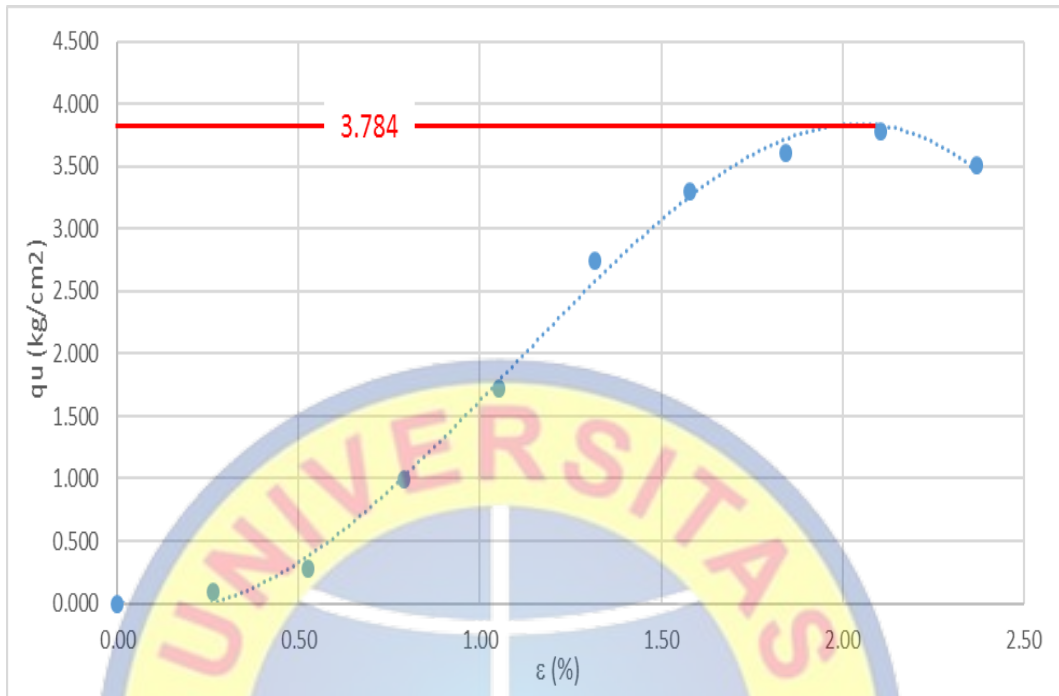
Pada pengujian *unconfined compression strength* (UCS), sampel tanah yang digunakan berasal dari tanah yang telah dibersihkan dan dibentuk kembali dari hasil uji pemadatan standar metode A. Adapun sampel yang diambil adalah tanah asli, tanah dengan campuran kapur sebesar 4%, 6% dan 8%. Sehingga jumlah sampel uji UCS sebanyak 8 benda uji.

#### 4.4.1 Uji UCS Tanah Asli

Dari hasil pengujian UCS tanah asli untuk kondisi *undisturbed* dan *remolded* adalah sebagai berikut :

Tabel 4.10 Nilai UCS Tanah Asli (*Undisturbed*)

Time (Waktu)	$\Delta H$	Dial Reading (Beban Dial R)	$\epsilon$	A	P	$q_u$	$c_u$
detik	mm	div	%	cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0	0.00	0	0.00	11.341	0.000	0.000	0
35	0.20	7	0.26	11.371	1.120	0.098	0.049
70	0.40	20	0.53	11.401	3.200	0.281	0.140
140	0.60	71	0.79	11.431	11.360	0.994	0.497
210	0.80	123	1.05	11.462	19.680	1.717	0.859
280	1.00	197	1.32	11.492	31.520	2.743	1.371
350	1.20	238	1.58	11.523	38.080	3.305	1.652
420	1.40	261	1.84	11.554	41.760	3.614	1.807
490	1.60	274	2.11	11.585	43.840	3.784	1.892
560	1.80	255	2.37	11.616	40.800	3.512	1.756

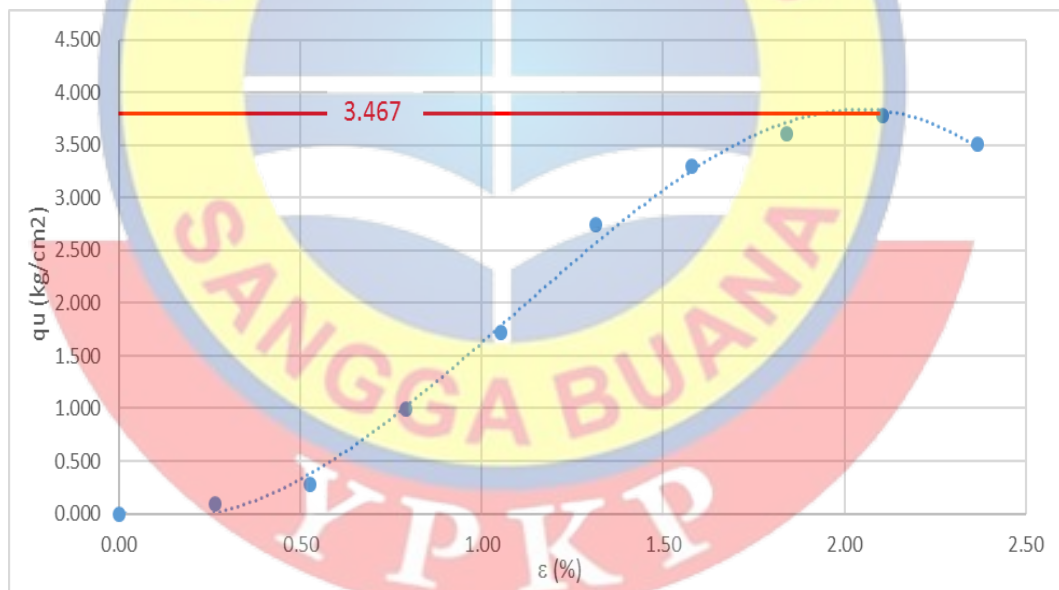


Gambar 4.5 Grafik Pengujian UCS Tanah Asli (*Undisturbed*)



Tabel 4.10 Nilai UCS Tanah Asli (*Remolded*)

Time (Waktu)	$\Delta H$	Dial Reading (Beban Dial R)	$\epsilon$	A	P	qu	cu
detik	mm	div	%	cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0	0.00	0	0.00	11.341	0.000	0.000	0
35	0.20	5	0.26	11.371	0.800	0.070	0.035
70	0.40	15	0.53	11.401	2.400	0.211	0.105
140	0.60	58	0.79	11.431	9.280	0.812	0.406
210	0.80	112	1.05	11.462	17.920	1.563	0.782
280	1.00	175	1.32	11.492	28.000	2.436	1.218
350	1.20	207	1.58	11.523	33.120	2.874	1.437
420	1.40	233	1.84	11.554	37.280	3.227	1.613
490	1.60	251	2.11	11.585	40.160	3.467	1.733
560	1.80	240	2.37	11.616	38.400	3.306	1.653



Gambar 4.6 Grafik Pengujian UCS Tanah Asli (*Remolded*)

#### 4.4.2 Uji UCS Campuran Tanah + 4% Kapur

Dari hasil pengujian UCS campuran tanah + 4% kapur untuk kondisi *undisturbed* dan *remolded* adalah sebagai berikut :



Tabel 4.11 Nilai UCS Campuran Tanah + 4% Kapur (*Undisturbed*)

Time (Waktu)	$\Delta H$	Dial Reading (Beban Dial R)	$\epsilon$	A	P	qu	cu
detik	mm	div	%	cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0	0.00	0	0	11.341	0.000	0.000	0
35	0.20	10	0.26	11.371	1.600	0.141	0.070
70	0.40	22	0.53	11.401	3.520	0.309	0.154
140	0.60	78	0.79	11.431	12.480	1.092	0.546
210	0.80	135	1.05	11.462	21.600	1.885	0.942
280	1.00	204	1.32	11.492	32.640	2.840	1.420
350	1.20	251	1.58	11.523	40.160	3.485	1.743
420	1.40	299	1.84	11.554	47.840	4.141	2.070
490	1.60	322	2.11	11.585	51.520	4.447	2.224
560	1.80	311	2.37	11.616	49.760	4.284	2.142



Gambar 4.7 Grafik Pengujian UCS Campuran Tanah + 4% Kapur (*Undisturbed*)

Tabel 4.12 Nilai UCS Campuran Tanah + 4% Kapur (*Remolded*)

Time (Waktu)	$\Delta H$	Dial Reading (Beban Dial R)	$\epsilon$	A	P	qu	cu
detik	mm	div	%	cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0	0.00	0	0.00	11.341	0.000	0.000	0
35	0.20	8	0.26	11.371	1.280	0.113	0.056
70	0.40	20	0.53	11.401	3.200	0.281	0.140
140	0.60	61	0.79	11.431	9.760	0.854	0.427
210	0.80	117	1.05	11.462	18.720	1.633	0.817
280	1.00	180	1.32	11.492	28.800	2.506	1.253
350	1.20	210	1.58	11.523	33.600	2.916	1.458
420	1.40	245	1.84	11.554	39.200	3.393	1.696
490	1.60	290	2.11	11.585	46.400	4.005	2.003
560	1.80	255	2.37	11.616	40.800	3.512	1.756



Gambar 4.8 Grafik Pengujian UCS Campuran Tanah + 4% Kapur (*Remolded*)

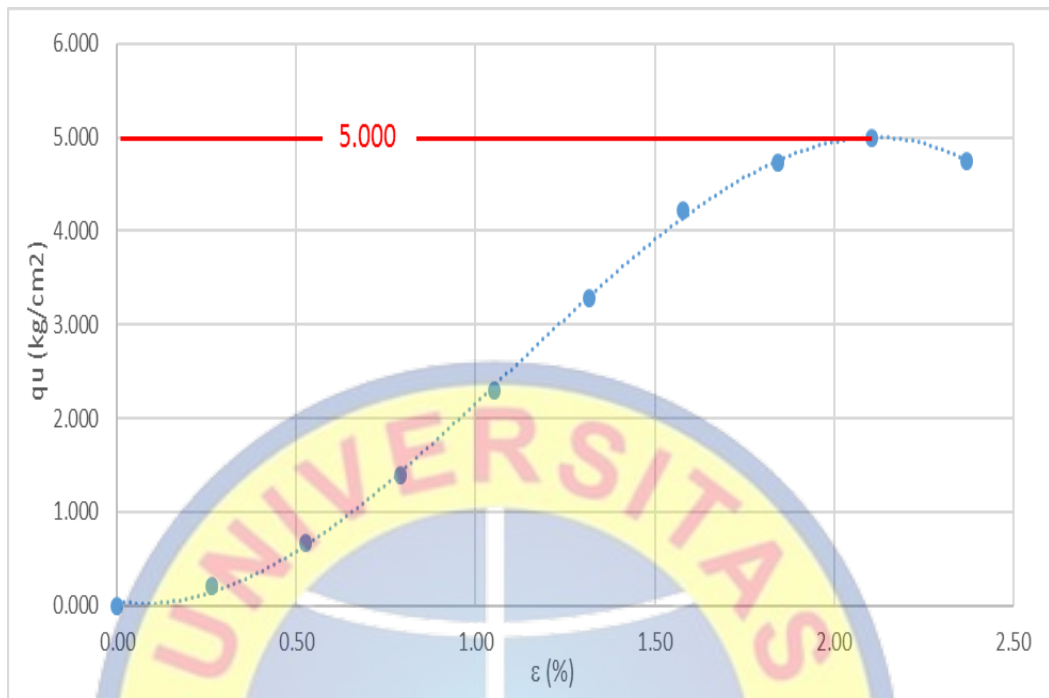


#### 4.4.3 Uji UCS Campuran Tanah + 6% Kapur

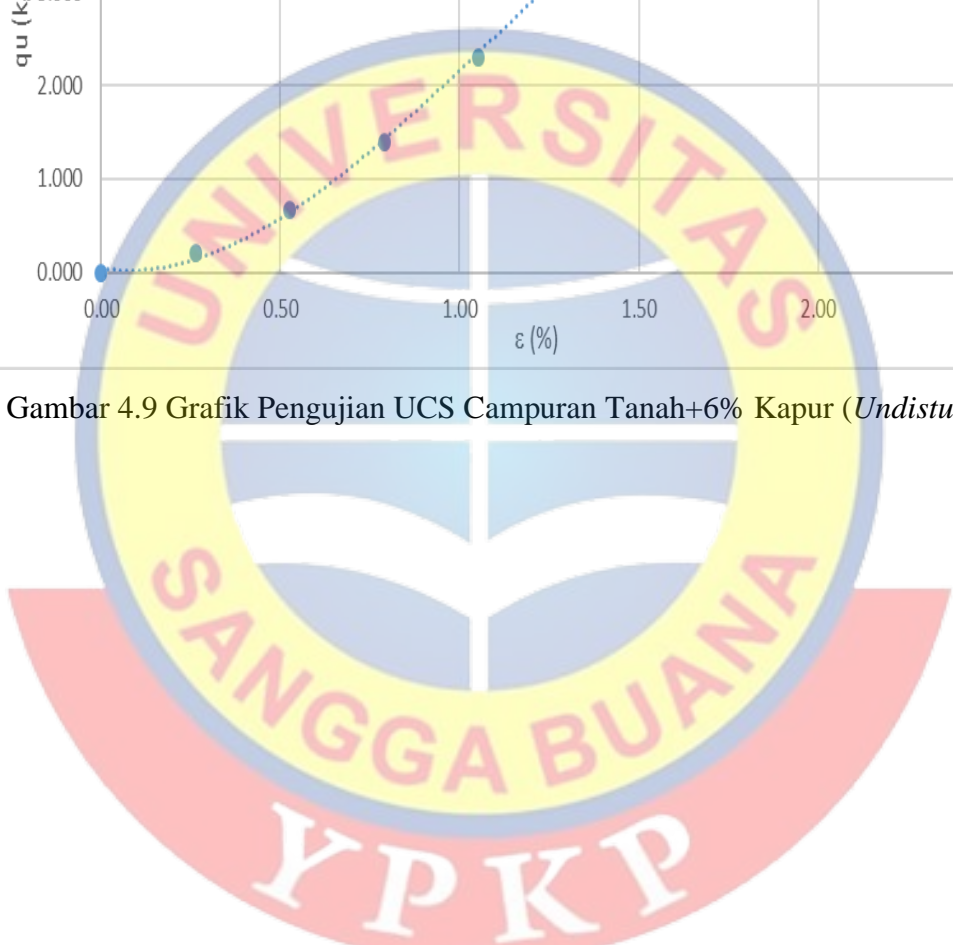
Dari hasil pengujian UCS campuran tanah + 6% kapur untuk kondisi *undisturbed* dan *remolded* adalah:

Tabel 4.13 Nilai UCS Campuran Tanah + 6% Kapur (*Undisturbed*)

Time (Waktu)	$\Delta H$	Dial Reading (Beban Dial R)	$\varepsilon$	A	P	qu	cu
detik	mm	div	%	cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0	0.00	0	0.00	11.341	0.000	0.000	0
35	0.20	15	0.26	11.371	2.400	0.211	0.106
70	0.40	47	0.53	11.401	7.520	0.660	0.330
140	0.60	99	0.79	11.431	15.840	1.386	0.693
210	0.80	165	1.05	11.462	26.400	2.303	1.152
280	1.00	236	1.32	11.492	37.760	3.286	1.643
350	1.20	304	1.58	11.523	48.640	4.221	2.111
420	1.40	341	1.84	11.554	54.560	4.722	2.361
490	1.60	362	2.11	11.585	57.920	5.000	2.500
560	1.80	345	2.37	11.616	55.200	4.752	2.376

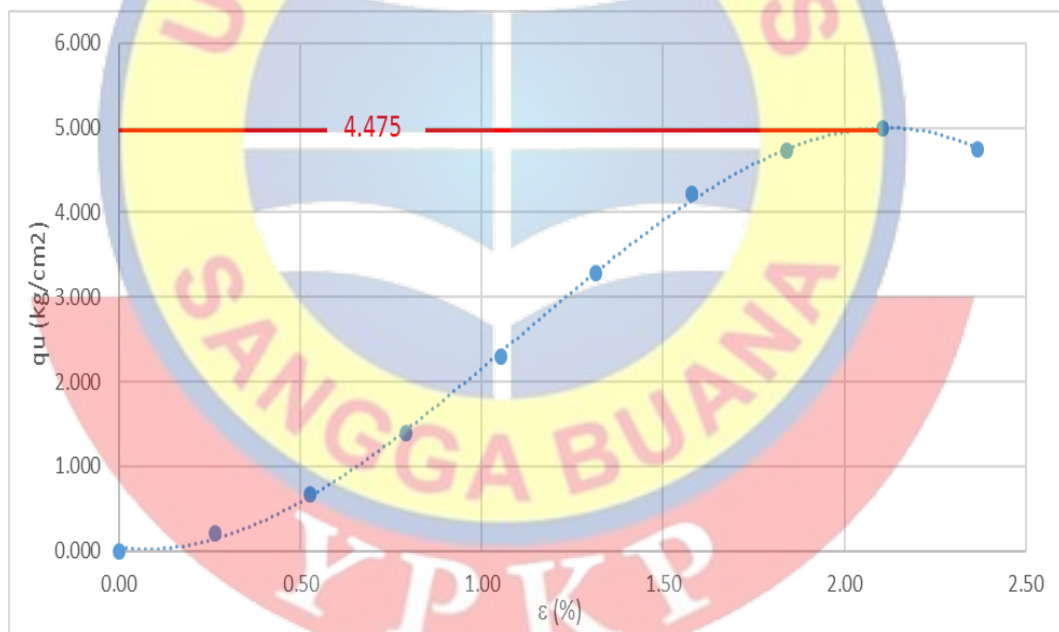


Gambar 4.9 Grafik Pengujian UCS Campuran Tanah+6% Kapur (*Undisturbed*)



Tabel 4.14 Nilai UCS Campuran Tanah + 6% Kapur (*Remolded*)

Time (Waktu)	$\Delta H$	Dial Reading (Beban Dial R)	$\epsilon$	A	P	qu	cu
detik	mm	div	%	cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0	0.00	0	0.00	11.341	0.000	0.000	0
35	0.20	11	0.26	11.371	1.760	0.155	0.077
70	0.40	40	0.53	11.401	6.400	0.561	0.281
140	0.60	83	0.79	11.431	13.280	1.162	0.581
210	0.80	151	1.05	11.462	24.160	2.108	1.054
280	1.00	219	1.32	11.492	35.040	3.049	1.525
350	1.20	287	1.58	11.523	45.920	3.985	1.993
420	1.40	315	1.84	11.554	50.400	4.362	2.181
490	1.60	324	2.11	11.585	51.840	4.475	2.237
560	1.80	317	2.37	11.616	50.720	4.366	2.183



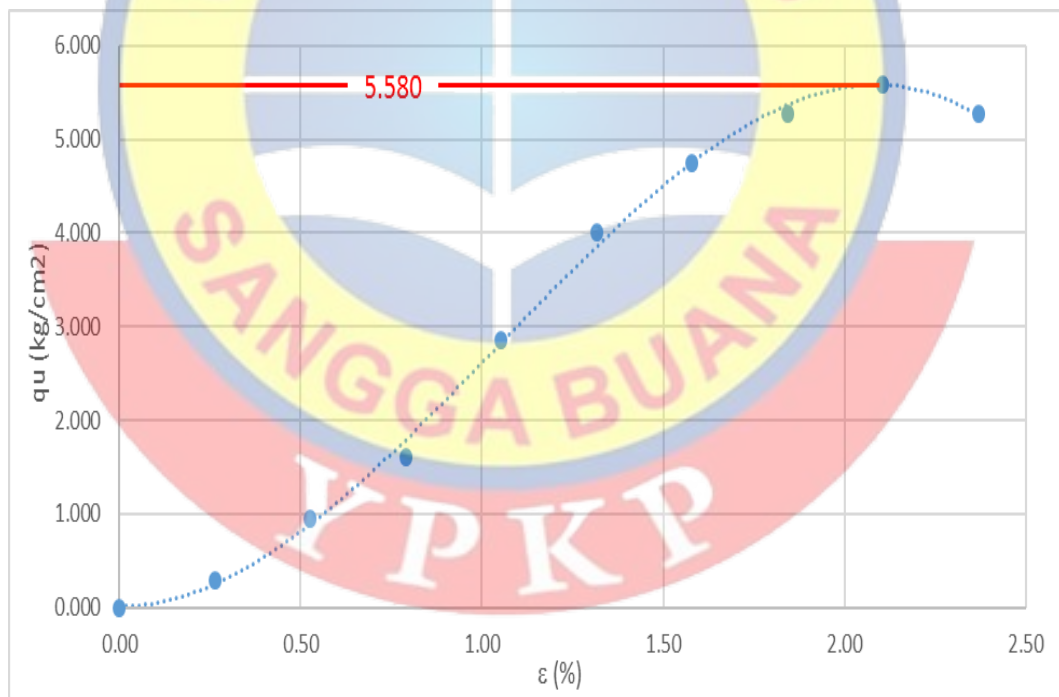
Gambar 4.10 Grafik Pengujian UCS Campuran Tanah + 6% Kapur (*Remolded*)

#### 4.4.4 Uji UCS Campuran Tanah + 8% Kapur

Dari hasil pengujian UCS campuran tanah + 8% kapur untuk kondisi *undisturbed* dan *remolded* adalah:

Tabel 4.15 Nilai UCS Campuran Tanah + 8% Kapur (*Undisturbed*)

Time (Waktu)	$\Delta H$	Dial Reading (Beban Dial R)	$\epsilon$	A	P	qu	cu
detik	mm	div	%	cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0	0.00	0	0.00	11.341	0.000	0.000	0
35	0.20	20	0.26	11.371	3.200	0.281	0.141
70	0.40	67	0.53	11.401	10.720	0.940	0.470
140	0.60	115	0.79	11.431	18.400	1.610	0.805
210	0.80	204	1.05	11.462	32.640	2.848	1.424
280	1.00	288	1.32	11.492	46.080	4.010	2.005
350	1.20	342	1.58	11.523	54.720	4.749	2.374
420	1.40	381	1.84	11.554	60.960	5.276	2.638
490	1.60	404	2.11	11.585	64.640	5.580	2.790
560	1.80	383	2.37	11.616	61.280	5.275	2.638



Gambar 4.11 Grafik Pengujian UCS Campuran Tanah+8% Kapur (*Undisturbed*)

Tabel 4.16 Nilai UCS Campuran Tanah + 8% Kapur (*Remolded*)

Time (Waktu)	$\Delta H$	Dial Reading (Beban Dial R)	$\epsilon$	A	P	qu	cu
detik	mm	div	%	cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0	0.00	0	0.00	11.341	0.000	0.000	0
35	0.20	16	0.26	11.371	2.560	0.225	0.113
70	0.40	55	0.53	11.401	8.800	0.772	0.386
140	0.60	92	0.79	11.431	14.720	1.288	0.644
210	0.80	165	1.05	11.462	26.400	2.303	1.152
280	1.00	228	1.32	11.492	36.480	3.174	1.587
350	1.20	291	1.58	11.523	46.560	4.041	2.020
420	1.40	316	1.84	11.554	50.560	4.376	2.188
490	1.60	360	2.11	11.585	57.600	4.972	2.486
560	1.80	324	2.37	11.616	51.840	4.463	2.231



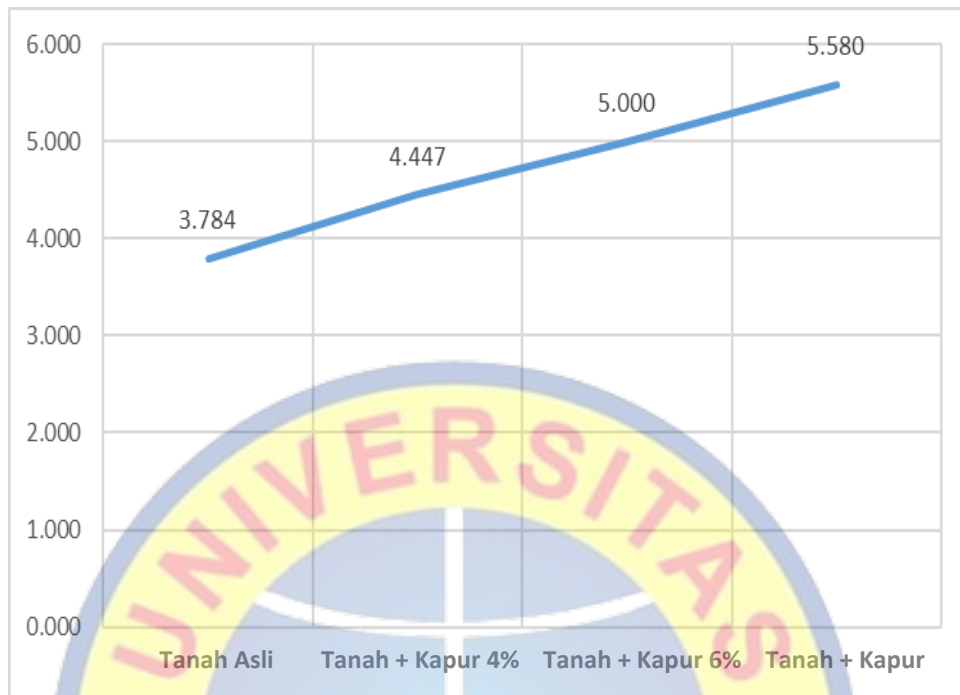
Gambar 4.12 Grafik Pengujian UCS Campuran Tanah + 8% Kapur (*Remolded*)

#### 4.5 Rekapitulasi Hasil Uji UCS

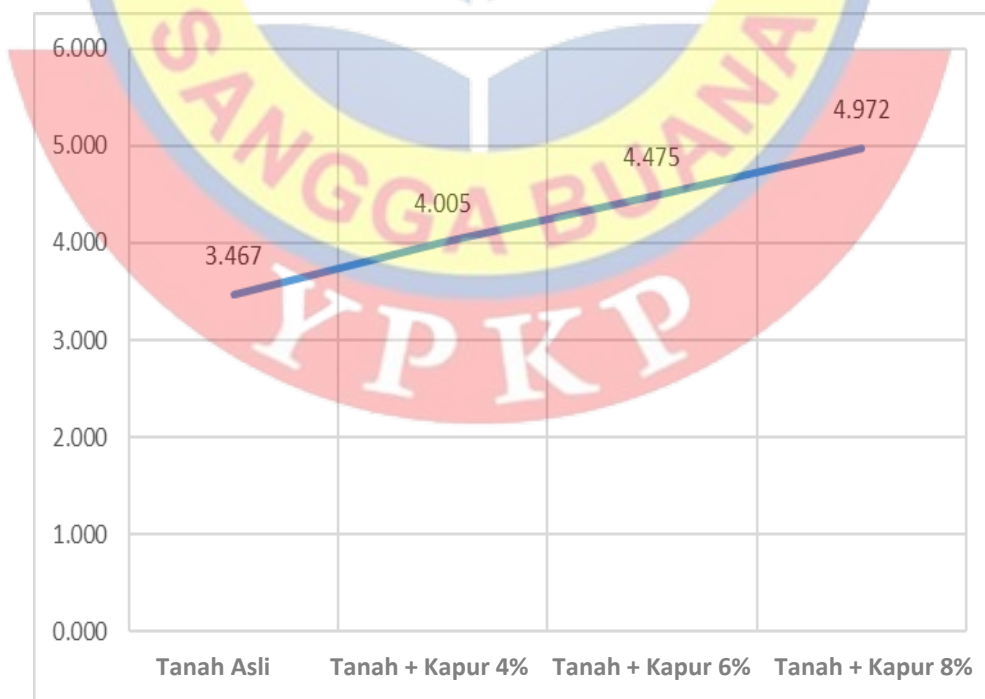
Dalam hasil pengujian UCS yang telah dilakukan maka didapat nilai dari  $q_u$  dan  $c_u$  pada setiap tanah dalam kondisi *undisturbed* dan *remolded*. Selain nilai  $q_u$  dan  $c_u$  juga didapat nilai *Sensitivity* ( $S_T$ ). Adapun hasil pengujian UCS adalah:

Tabel 4.18 Rekapitulasi Hasil Pengujian UCS

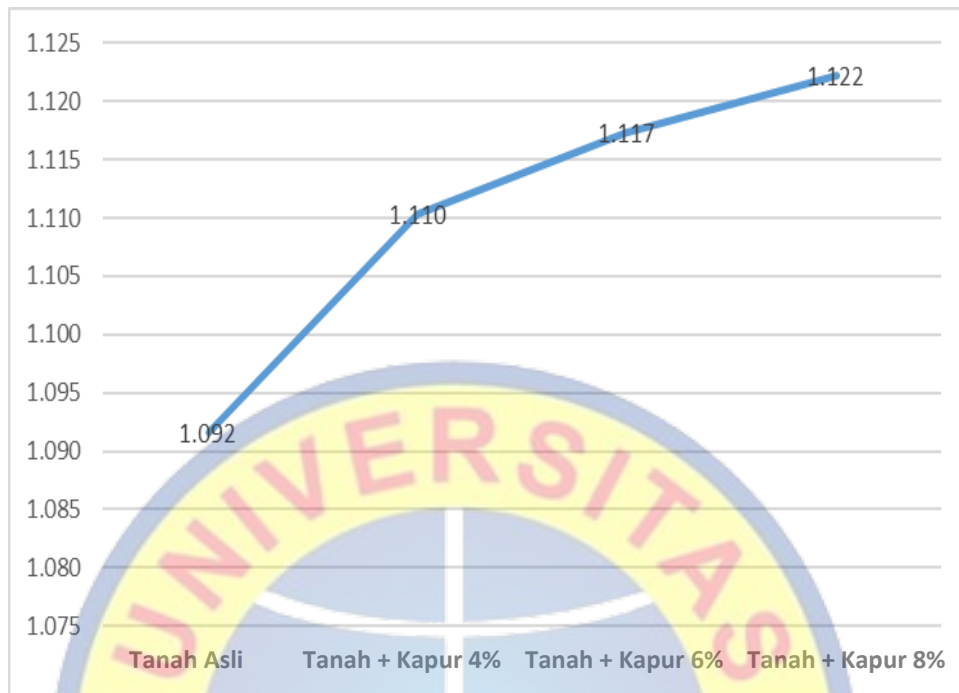
Kondisi Tanah	Undisturbed		Remolded		Sensitivity
	$q_u$ kg/cm <sup>2</sup>	$c_u$ kg/cm <sup>2</sup>	$q_u$ kg/cm <sup>2</sup>	$c_u$ kg/cm <sup>2</sup>	$S_T$
Tanah Asli	3.784	1.892	3.467	1.733	1.092
Tanah + Kapur 4%	4.447	2.224	4.005	2.003	1.110
Tanah + Kapur 6%	5.000	2.500	4.475	2.237	1.117
Tanah + Kapur 8%	5.580	2.790	4.972	2.486	1.122



Gambar 4.13 Grafik Peningkatan Nilai  $q_u$  (*Undisturbed*)



Gambar 4.14 Grafik Peningkatan Nilai  $q_u$  (*Remolded*)



Gambar 4.15 Grafik Peningkatan Nilai *Sensitivity*

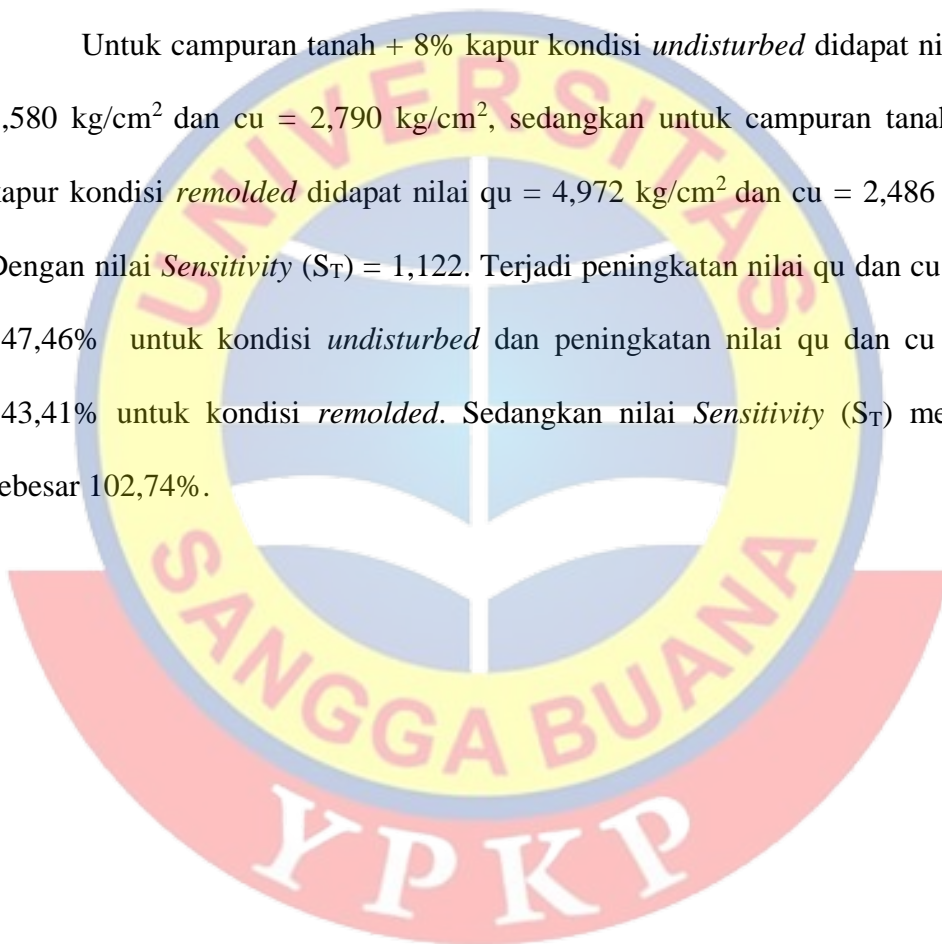
Nilai  $q_u = 3,784 \text{ kg/cm}^2$  dan  $c_u = 1,892 \text{ kg/cm}^2$  untuk tanah asli yang tidak diubah, dan untuk tanah asli yang diubah, nilai  $q_u = 3,467 \text{ kg/cm}^2$ ;  $c_u = 1,733 \text{ kg/cm}^2$ . Kecepatan (ST) adalah 1,092. Nilai  $q_u = 4,447 \text{ kg/cm}^2$  untuk campuran tanah plus 4% kapur yang tidak terganggu dan nilai  $c_u = 2,224 \text{ kg/cm}^2$  untuk campuran tanah plus 4% kapur yang dimodifikasi. Sebaliknya, nilai  $q_u = 4,005 \text{ kg/cm}^2$ ;  $c_u = 2,003 \text{ kg/cm}^2$ . Dengan nilai sensitivitas (ST) = 1,110, nilai  $q_u$  dan  $c_u$  meningkat sebesar 117,52% untuk kondisi tidak terganggu dan sebesar 115,52% untuk kondisi yang diubah. Di sisi lain, nilai sensitivitas (ST) meningkat sebesar 101,64%.

Untuk campuran tanah + 6% kapur kondisi *undisturbed* didapat nilai  $q_u = 5,000 \text{ kg/cm}^2$  dan  $c_u = 2,500 \text{ kg/cm}^2$ , sedangkan campuran tanah + 6% kapur



kondisi *remolded* didapat nilai  $q_u = 4,475 \text{ kg/cm}^2$  dan  $c_u = 2,237 \text{ kg/cm}^2$ . Dengan nilai *Sensitivity* ( $S_T$ ) = 1,117. Terjadi peningkatan nilai  $q_u$  dan  $c_u$  sebesar 132,142% untuk kondisi *undisturbed* dan peningkatan nilai  $q_u$  dan  $c_u$  sebesar 129,07% untuk kondisi *remolded*. Sedangkan nilai *Sensitivity* ( $S_T$ ) meningkat sebesar 102,29%.

Untuk campuran tanah + 8% kapur kondisi *undisturbed* didapat nilai  $q_u = 5,580 \text{ kg/cm}^2$  dan  $c_u = 2,790 \text{ kg/cm}^2$ , sedangkan untuk campuran tanah + 8% kapur kondisi *remolded* didapat nilai  $q_u = 4,972 \text{ kg/cm}^2$  dan  $c_u = 2,486 \text{ kg/cm}^2$ . Dengan nilai *Sensitivity* ( $S_T$ ) = 1,122. Terjadi peningkatan nilai  $q_u$  dan  $c_u$  sebesar 147,46% untuk kondisi *undisturbed* dan peningkatan nilai  $q_u$  dan  $c_u$  sebesar 143,41% untuk kondisi *remolded*. Sedangkan nilai *Sensitivity* ( $S_T$ ) meningkat sebesar 102,74%.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian selama penelitian yang telah dilakukan di laboratorium terhadap tanah Gedebage di Kota Bandung, yang distabilisasi dengan kapur dapat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

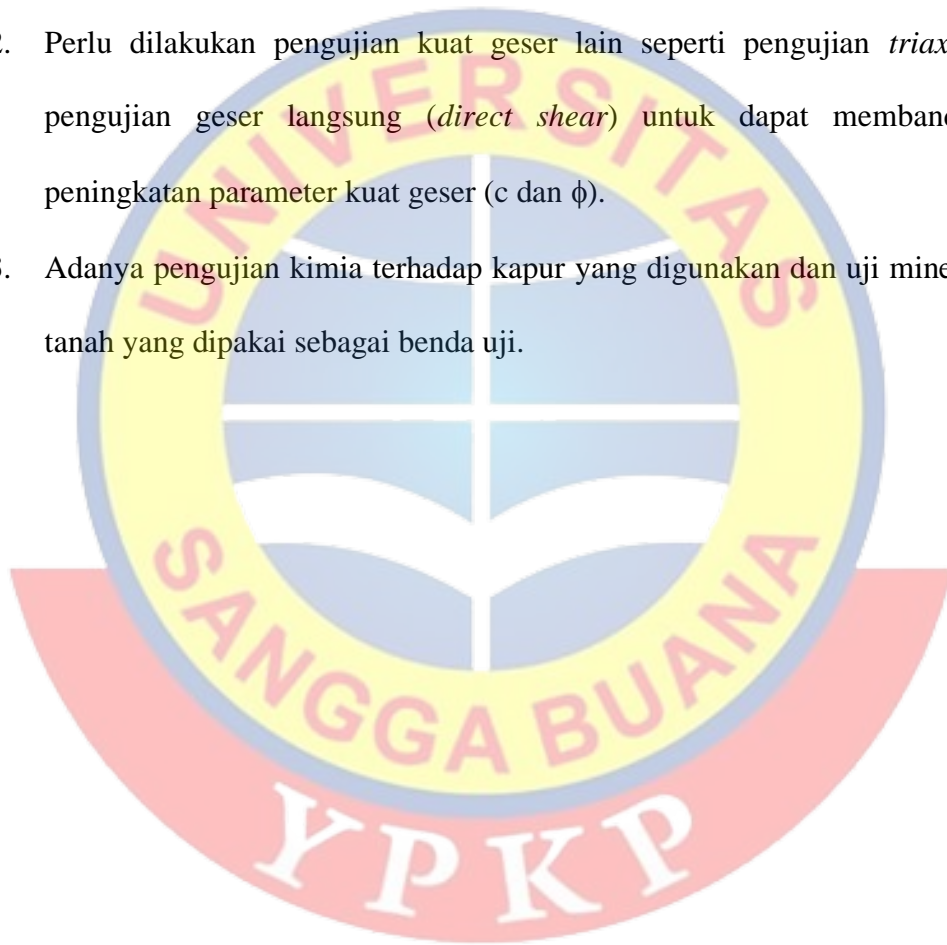
1. Hasil pengujian sifat fisik tanah Gedebage, Kota Bandung didapatkan hasil sebagai berikut:
  - Kadar Air ( $w$ ) = 49.02 %
  - Berat Isi Tanah ( $\gamma_t$ ) = 2,252 gr/cm<sup>3</sup>
  - Berat Isi Kering Tanah ( $\gamma_k$ ) = 1,769 gr/cm<sup>3</sup>
  - Jenis Berat Tanah ( $G_s$ ) = 2,693
  - Batas Cair Atterberg (LL) memiliki 115,70%, Batas Plastis (PL) memiliki 46,81%, dan Indek Plastisitas (IP) memiliki 68,89%.
  - Tanah, sejenis lanau lempungan, memiliki distribusi fraksi spiral 0.000% , Fraksi batuan 10.160%, fraksi lanau 77.599%, fraksi lempung 12.241%
2. Setelah melakukan pengujian pemadatan standar, ditemukan bahwa MDD = 1,326 gram per centimeter dan OMC = 37,302 persen.
3. Hasil pengujian UCS menunjukkan bahwa pada tanah asli kondisi, nilai  $q_u$  = 3,784 kg/cm<sup>2</sup> ,  $c_u$  = 1,892 kg/cm<sup>2</sup> tidak berubah, dan nilai  $q_u$  = 3,467 kg/cm<sup>2</sup> dan  $c_u$  = 1,733 kg/cm<sup>2</sup> diubah. Sensitivitas nilai (ST) adalah 1,092.

4. Pada pengujian UCS pada campuran tanah + 4% kapur kondisi *undisturbed* didapat nilai  $q_u = 4,447 \text{ kg/cm}^2$  dan  $c_u = 2,224 \text{ kg/cm}^2$ , sedangkan untuk campuran tanah + 5% kapur kondisi *remolded* didapat nilai  $q_u = 4,005 \text{ kg/cm}^2$  dan  $c_u = 2,003 \text{ kg/cm}^2$ . Dengan nilai *Sensitivity* ( $S_T$ ) = 1,110. Terjadi peningkatan nilai  $q_u$  dan  $c_u$  sebesar 117,52% untuk kondisi *undisturbed* dan peningkatan nilai  $q_u$  dan  $c_u$  sebesar 115,52% untuk kondisi *remolded*. Sedangkan nilai *Sensitivity* ( $S_T$ ) meningkat sebesar 101,65%.
5. Pada pengujian UCS pada campuran tanah + 6% kapur kondisi *undisturbed* didapat nilai  $q_u = 5,000 \text{ kg/cm}^2$  dan  $c_u = 2,500 \text{ kg/cm}^2$ , sedangkan untuk campuran tanah + 7,5% kapur kondisi *remolded* didapat nilai  $q_u = 4,475 \text{ kg/cm}^2$  dan  $c_u = 2,237 \text{ kg/cm}^2$ . Dengan nilai *Sensitivity* ( $S_T$ ) = 1,117. Terjadi peningkatan nilai  $q_u$  dan  $c_u$  sebesar 132,142% untuk kondisi *undisturbed* dan peningkatan nilai  $q_u$  dan  $c_u$  sebesar 129,07% untuk kondisi *remolded*. Sedangkan nilai *Sensitivity* ( $S_T$ ) meningkat sebesar 102,29%.
6. Pada pengujian UCS campuran tanah + 8% kapur kondisi *undisturbed* didapat nilai  $q_u = 5,580 \text{ kg/cm}^2$  dan  $c_u = 2,790 \text{ kg/cm}^2$ , sedangkan untuk campuran tanah + 10% kapur kondisi *remolded* didapat nilai  $q_u = 4,972 \text{ kg/cm}^2$  dan  $c_u = 2,486 \text{ kg/cm}^2$ . Dengan nilai *Sensitivity* ( $S_T$ ) = 1,122. Terjadi peningkatan nilai  $q_u$  dan  $c_u$  sebesar 147,46% untuk kondisi *undisturbed* dan peningkatan nilai  $q_u$  dan  $c_u$  sebesar 143,41% untuk kondisi *remolded*. Sedangkan nilai *Sensitivity* ( $S_T$ ) meningkat sebesar 102,75%.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian selama penelitian dapat disampaikan saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pengujian lanjutan dengan penambahan kadar kapur sehingga didapat nilai optimum campuran kadar kapur dalam peningkatan nilai  $q_u$  dan  $c_u$ .
2. Perlu dilakukan pengujian kuat geser lain seperti pengujian *triaxial* dan pengujian geser langsung (*direct shear*) untuk dapat membandingkan peningkatan parameter kuat geser ( $c$  dan  $\phi$ ).
3. Adanya pengujian kimia terhadap kapur yang digunakan dan uji mineral dari tanah yang dipakai sebagai benda uji.



## DAFTAR PUSTAKA

- Annual Book of ASTM Standards. Vol.4. ASTM International. West Conshohocken. PA
- Bowles, J. E. (1993). Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah. Jakarta: Erlangga.
- Das, B. M. (1988). Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Erwin Harris. S dan Lie Sanders Deckcrealy Kurniawan, 2017., *Pengaruh Matos terhadap Peningkatan CBR dan Sifat Kedap Air pada Tanah Sekitar Rawa Pening (Studi kasus: Tanah Urug Tanggul)*. Semarang: Universitas Katolik Soegijapranata
- Terzaghi. (1948). Soil Mechanics In engineering Practice.
- Terzaghi, K. P. (1987). Mekanika Tanah I & Mekanika Tanah II. Jakarta: Pekerjaan Umum.
- Terzaghi. (1948). Soil Mechanics In Engineering Practice.
- Siregar, C. A. (2018). Mekanika Tanah I (Soil Mechanic I). Bandung: Universitas Sangga Buana YPKP.
- Siregar, C. A. (2017). Mekanika Tanah II (Soil Mechanic II). Bandung: Universitas Sangga Buana YPKP.

Siregar, C. A. (2018). Buku Modul Praktikum Mekanika Tanah. Bandung:

Universitas Sangga Buana YPKP.

