



Modul Penuntun Praktikum **MEKANIKA TANAH**

Erdawaty

Penerbit Al Arsy Media

Modul Penuntun Praktikum

MEKANIKA TANAH

Erdawaty

**Penerbit Al Arsy Media
2024**

Modul Penuntun Praktikum

MEKANIKA TANAH

Penulis : Erdawaty

Editor : Ritnawati

Tati Fitriana

Layout : Sudirman

Desain Sampul : A.Ibrahim Yunus

ISBN :

Penerbit : Al Arsy Media

Tahun : 2024

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga Modul Praktikum Mekanika Tanah untuk mahasiswa/i Jurusan Teknik Sipil ini dapat diselesaikan dengan sebaik-baiknya.

Modul praktikum ini dibuat sebagai pedoman dalam melakukan kegiatan praktikum Mekanika Tanah yang merupakan kegiatan penunjang mata kuliah Mekanika Tanah pada Program studi Teknik Sipil. Modul praktikum ini diharapkan dapat membantu mahasiswa/i dalam mempersiapkan dan melaksanakan praktikum dengan lebih baik, terarah, dan terencana. Pada setiap topik telah ditetapkan tujuan pelaksanaan praktikum dan semua kegiatan yang harus dilakukan oleh mahasiswa/i serta teori singkat untuk memperdalam pemahaman mahasiswa/i mengenai materi yang dibahas.

Penyusun menyakini bahwa dalam pembuatan Modul Praktikum Mekanika Tanah ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan modul praktikum ini dimasa yang akan datang.

Akhir kata, penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Makassar, 20 Maret 2023

Penulis

Erdawaty

Daftar Isi

KATA PENGANTAR.....	iii
PENDAHULUAN.....	1
I. Deskripsi Umum	1
II. Petunjuk Umum	2
III. Petunjuk Praktikum	3
IV. Petunjuk Pelaporan.....	3
V. Ketentuan Penilaian.....	5
PENGUJIAN 1: BOR TANGAN (HAND BORING).....	6
I. Pendahuluan	6
II. Peralatan.....	7
III. Metode Pelaksanaan	7
IV. Interpretasi.....	9
PENGUJIAN 2: BERAT ISI DAN KADAR AIR TANAH (GENERAL PROPERTIES OF SOIL).....	10
I. Pendahuluan	10
II. Peralatan.....	10
III. Metode Pelaksanaan	11
IV. Interpretasi.....	12
PENGUJIAN 3: BERAT JENIS TANAH (SPECIFIC GRAVITY/GS)	15
I. Pendahuluan	15
II. Peralatan.....	15
III. Metode Pelaksanaan	15
IV. Interpretasi.....	17

PENGUJIAN 5: ANALISA SARINGAN/DISTRIBUSI UKURAN BUTIR (SIEVE ANALYSIS/GRAIN SIZE DISTRIBUTION)	19
I. Pendahuluan	19
II. Peralatan.....	19
III. Metode Pelaksanaan	20
IV. Interpretasi.....	20
PENGUJIAN 6: HIDROMETER.....	23
I. Pendahuluan	23
II. Peralatan.....	23
III. Metode Pelaksanaan	24
IV. Interpretasi.....	25
PENGUJIAN 7: BATAS-BATAS ATTERBERG (ATTERBERG LIMITS)	31
I. Pendahuluan	31
II. Peralatan.....	31
III. Metode Pelaksanaan	32
IV. Interpretasi.....	35
PENGUJIAN 8: PERMEABILITAS.....	40
I. Pendahuluan	40
II. Peralatan.....	40
III. Metode Pelaksanaan	40
IV. Interpretasi.....	42
PENGUJIAN 9 : SAND CONE.....	44
1 Pendahuluan	44

6.	Peralatan.....	44
111.	Metode Pelaksanaan	45
IV	Interpretasi	46
PENGUJIAN 10 : DYNAMIC CONE PENETRATION (DCP)		49
1.	Pendahuluan	49
2.	Peralatan.....	49
3.	Metode Pelaksanaan	50
4.	Interpretasi	51
PENGUJIAN 11 : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)...		56
1.	Pendahuluan	56
2.	Peralatan.....	56
3.	Metode Pelaksanaan	56
18.	Interpretasi.....	58
PENGUJIAN 12 : UNCONFINED COMPRESSION TEST (UCT)		64
1.	Pendahuluan	64
2.	Peralatan.....	64
3.	Metode Pelaksanaan	65
4.	Interpretasi	67
PENGUJIAN 13 : DIRECT SHEAR.....		71
1.	Pendahuluan	71
2.	Peralatan.....	71
3.	Metode Pelaksanaan	72
4.	Interpretasi	74
PENGUJIAN 14 : KOMPAKSI.....	

1. Pendahuluan	77
2. Peralatan.....	77
3. Metode Pelaksanaan	77
4. Interpretasi	78
DAFTAR PUSTAKA.....	80

PENDAHULUAN

I. Deskripsi Umum

Dalam pandangan teknik sipil tanah adalah himpunan material, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas, yang terletak diatas batuan dasar. Ikatan anatarabutiran yang relative lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik atau oksida yangmengendap diantara partikel-pertikel. Ruang diantara partikel-partikel dapat diisi air, udara ataupun keduanya. Istilah pasir, lempung, lanau, atau lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas diukur butiran yng telah ditentukan. Akan tetapi istilah yang sama digunakan untuk menggambarkan sifat tanah yang khusus.Mekanika tanah mengajarkan tentang sifat-sifat dan kondisi tanah yang berbeda-beda dalam praktek. Sifat yang umum dari suatu tanah dapat dilihat dari parameter –parameter tanah berikut:

1. Berat volume tanah
2. Berat volume tanah kering
3. Berat volume tanah basah
4. Specific gravity
5. Angka pori
6. Kadar air
 - Mengetahui pemeriksaan kepadatan tanah di lapangan
 - Mengetahui bearing capacity tanah
 - Mengetahui sifat pemadatan tanah
 - Mengetahui parameter kuat tekan bebas tanah/daya dukung
 - Mengetahui sudut geser dan kohesi tanah dari uji geser langsung
 - Mengetahui parameter perencanaan pondasi jalan

Dengan mengetahui parameter-parameter tersebut maka dapat diketahui sifat dan karakteristik dari tanah, yaitu:

1. Konsolidasi Sifat ini dipergunakan untuk menghitung penurunan dari bangunan yang disebabkan oleh keluarnya air dari dalam pori dalam tanah akibat beban bangunan.
2. Pemadatan tanah Pemadatan tanah adalah salah satu tanah untuk meningkatkan kekuatan tanah sehingga dengan demikian meningkatkan daya dukung pondasi di atasnya dan mengurangi penurunan tanah yang diinginkan.
3. Atterberg limit Adalah sifat sifat yang meliputi batas cair ,batas plastis,dan batas susut dari tanah .
4. Gradasi tanah Melalui test analisis ayakan atau hydrometer dapat diketahui distribusi ukuran butiran tanah dan dapat dengan mudah diklasifikasi

Sifat-sifat tanah tersebut perlu diketahui dalam perencanaan untuk menentukan konstruksi yang akan digunakan dalam suatu bangunan. Dengan percobaan ini diketahui cara untuk menentukan dan mengetahui sifat-sifat dan karakteristik dari tanah sangat bervariasi

II. Petunjuk Umum

- a. Praktikan wajib menghormati dan mentaati peraturan dari asisten / petugas.
- b. Selama praktikum berlangsung, praktikan wajib menjaga kesopanan dalam bertingkah laku dan berpakaian.
- c. Praktikum dilaksanakan oleh satu kelompok praktikan sesuai pembagian dari asisten praktikum.
- d. Praktikum dimulai pukul 08.00 WIB (atau sesuai kesepakatan) dengan toleransi keterlambatan 15 menit. Sebelum dan sesudah praktikum, ada briefing penjelasan dari praktikum tersebut.
- e. Setiap praktikan wajib presensi berangkat dan pulang tiap pertemuan praktikum, dan bagi praktikan yang tidak presensi lebih dari 2 kali tidak boleh mengikuti praktikum selanjutnya.
- f. Ketentuan lain menyusul saat praktikum berlangsung.

III. Petunjuk Praktikum

- a. Pelajari dengan baik petunjuk dalam prosedur pengujian sebelum praktikum dilaksanakan.
- b. Dalam praktikum, lakukan segala sesuatunya dengan teliti dan hati-hati karena sedikit kesalahan seperti dalam pembacaan arloji, ketelitian timbangan, tertukarnya alat uji dengan kelompok lain, tercecernya bahan praktikum yang diperiksa, dan lain-lain akan berpengaruh terhadap kesalahan hasil uji. Demikian juga kebersihan dan keringnya alat juga berpengaruh pada hasil uji.
- c. Dilarang mengubah standar (setelan) alat-alat yang ada tanpa ijin dari asisten / petugas. Bila menurut praktikan menganggap ada sesuatu yang kurang beres dengan alat yang digunakan segera menghubungi asisten / petugas.
- d. Dalam menggunakan timbangan hendaknya sama pada suatu pengujian tertentu. Dan sebelum menggunakannya, periksa kemampuan / kapasitas dan ketelitian timbangan yang akan digunakan, serta pastikan timbangan berada pada posisi seimbang atau menunjukkan angka nol pada saat tanpa beban.
- e. Kelompok praktikum bertanggung jawab atas semua peralatan yang digunakan baik kebersihan, kehilangan ataupun kerusakan dari alat tersebut. Dilarang menyentuh atau memindahkan peralatan dalam laboratorium tanpa seijin dari asisten / petugas.
- f. Biasakan mencatat hal-hal penting yang dilaksanakan dan dirasa perlu untuk dicatat.

IV. Petunjuk Pelaporan

- a. Setiap mahasiswa harus membuat dan menyerahkan laporan ditambah satu laporan kelompok yang diserahkan untuk dosen pembimbing atau laboratorium.
- b. Format laporan praktikum mengacu pada format skripsi dengan diketik komputer.
- c. Laporan praktikum terdiri dari :

1. Sampul Laporan
 2. Lembar Pengesahan:
 - Diperiksa Asisten Praktikum Mekanika Tanah
 - Disetujui Dosen Mekanika Tanah
 - Mengetahui Kepala Laboratorium Mekanika Tanah
 3. Lembar Komunikasi dan Pemantauan
 4. Kata Pengantar
 5. Daftar Isi
 6. Daftar Tabel
 7. Daftar Gambar
 8. Daftar Grafik
 9. Isi Laporan untuk setiap bab pengujian
 - Judul / jenis pengujian
 - Maksud dan Tujuan
 - Alat dan Bahan yang digunakan
 - Cara Kerja
 - Hitungan, Grafik dan Hasil Uji
 - Pembahasan / Teori yang mendukung /
 - Kesimpulan
 - Lampiran (daftar pengamatan dengan pengesahan asisten dan tabel / grafik yang dibutuhkan)
 10. Rekapitulasi hasil perhitungan
 11. Penutup
 12. Daftar Pustaka
- d. Ketelitian pengamatan dituliskan dengan desimal sesuai ketelitian alat, tetapi untuk hasil perhitungan pada umumnya cukup dengan dua angka dibelakan koma, kecuali besaran-besaran tertentu yang memang harus lebih teliti.
- e. Batas akhir pengumpulan laporan ke asisten paling lambat 1bulan setelah praktikum dan untuk laporan ke dosen paling lambat 2 minggu setelah di periksa total oleh asisten

V. Ketentuan Penilaian

Nilai akan ditentukan berdasarkan nilai praktikum, nilai responsi, nilai asistensi dan nilai pelaporan dari Asisten Laboratorium serta penilaian dari Dosen Mata Kuliah dengan ketentuan sebagai berikut.

Nilai Asisten = (Rerata Nilai Responsi Tiap Pengujian + Rerata Nilai Asistensi Tiap Pengujian + Rerata Nilai Ujian Laporan Tiap Pengujian) / 3
Nilai Akhir = (0.6 x Nilai Ujian Dengan Dosen) + (0.4 x Nilai Asisten)

Skala Penilaian antara 0 sampai 100

Kategori Penilaian :

- Sangat Baik 85 - 100
- Baik 80 - 84
- Cukup 70 - 79
(Kriteria Minimum Kelulusan)
- Kurang 65 - 69
- Sangat Kurang 60 - 64

PENGUJIAN 1: BOR TANGAN (HAND BORING)

I. Pendahuluan

Tujuan dilakukan hand boring adalah untuk pengambilan contoh tanah asli untuk pemeriksaan laboratorium untuk mengetahui nilai sifat-sifat teknis dari tanah. Pengujian ini merupakan cara kerja membuat lubang pada tanah dengan alat bor tangan dengan ukuran tertentu, dan dengan tenaga manusia. Tujuan pengeboran ini adalah untuk mendapatkan atau mendiskripsikan susunan lapisan tanah. Dari pengeboran ini dapat dilakukan pengambilan tanah sebagai bahan untuk penelitian tanah selanjutnya di laboratorium.

Pemboran tanah adalah pekerjaan paling umum dan paling akurat dalam survey geoteknik lapangan. Pemboran tanah yang dimaksud adalah pembuatan lubang kedalam tanah dengan menggunakan alat bor manual maupun alat bor mesin, untuk tujuan berikut:

- a. Mengidentifikasi jenis tanah sepanjang kedalaman lubang bor, yang dilakukan terhadap contoh tanah terganggu yang diambil dari mata bor atau core barrel,
- b. Untuk memasukkan alat tabung pengambil contoh tanah asli di kedalaman yang dikehendaki, untuk mengambil contoh tanah asli,
- c. Untuk memasukkan alat uji penetrasi baku (Standard Penetration Test, SPT) di kedalaman yang dikehendaki,
- d. Untuk memasukkan alat-alat uji lainnya di kedalaman yang dikehendaki.

Pemboran pada percobaan ini dilakukan dengan menggunakan alat bor tangan. Prinsip percobaan ini adalah untuk memperoleh sampel pada suatu kedalaman tertentu guna diteliti lebih lanjut pada percobaan di laboratorium. Pemboran dilakukan untuk mendapatkan gambaran visual setiap kelipatan kedalaman 20 cm, atau dapat disesuaikan berdasarkan skala statigrafi yang dikehendaki.

Dalam percobaan ini diambil contoh tanah terganggu (disturbed sample) dan contoh tanah tidak terganggu (undisturbed sample). Disturbed sample adalah contoh tanah yang diambil tanpa ada usaha yang dilakukan untuk melindungi struktur asli tanah tersebut. Undisturbed sample adalah contoh tanah yang masih menunjukkan sifat asli tanah. Contoh undisturbed ini secara ideal tidak mengalami perubahan struktur, kadar air, dan susunan kimia. Contoh tanah yang benar-benar asli tidak mungkin diperoleh, tetapi untuk pelaksanaan yang baik maka kerusakan contoh dapat dibatasi sekecil mungkin.

II. Peralatan

1. Bor tangan
2. Helical augers (bor spiral) alat bor kecil dengan diameter minimum 1 ½”
3. Post hole auger
4. Drive hand/Stang Pemutar
5. Stick apparatus
6. Casing (jika diperlukan), terdiri dari pipa baja dengan diameter yang lebih besar dari mata bor yang dipakai
7. Label-label
8. Formulir profil bor
9. Kantong plastic
10. Lilin/Parafin

III. Metode Pelaksanaan

1. Sambung mata bor dengan stang bor dengan kuat
2. Gunakan stang pemutar untuk mulai pengeboran tanah
3. Lakukan pengangkatan setelah dirasa mata bor penuh kurang lebih 10 sampai 15 cm, atau per kedalaman sesuai skala statigrafi yang dikehendaki
4. Catat kedalaman pengeboran dan lakukan diskripsi tanah secara visual
5. Lakukan pekerjaan ini berulang kali

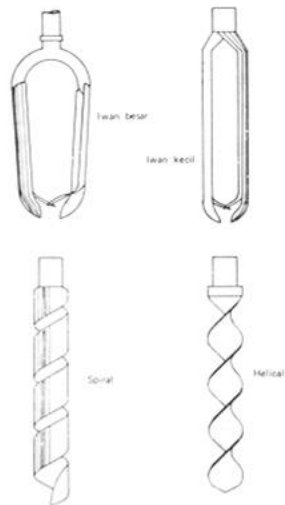
6. Amati kedalaman setiap pengambilan tanah ini, jenis tanah, warna tanah dan keadaannya serta muka air bila ada

Lakukan pengambilan contoh sesuai dengan keperluan atau pada setiap pergantian lapisan dengan cara:

1. Ganti mata bordengan stick apparatus
2. Pasang tabung contoh dengan dongkrak yang dipasangkan pada anker dan ambang, atau Pasang kop penahan dan lakukan pemukulan dengan palu untuk mengambil contoh tanah sampai dengan tabung terisi penuh dengan tanah
3. Penekanan tabung harus lebih kecil atau sama panjangnya dengan tabung
4. Buka stick apparatus dan buang sedikit tanah pada ujungnya dan segera ditutup dengan paraffin kedua ujung-ujungnya.
5. Beri label nama lokasi titik bor dan kedalaman contoh tanah yang diambil








Gambar 1 Badan Bor Tangan



Gambar 2 Beberapa Jenis Mata Bor

IV. Interpretasi

Tabel 1 Contoh Analisa Data Hand Boring

BORING LOG				
Depth (m)	Thickness (m)	Log	Warna	Deskripsi
0,2	0,2		coklat muda, ada material seperti batu bata, semen & kerikil	lempung berpasir
0,4	0,2		coklat, mengandung sedikit kerikil	lempung berpasir
0,6	0,2		coklat tua, sebagian tanah ada yang berwarna hijau	lanau
0,8	0,2		coklat tua pekat, mengandung batu-batuan	lanau
1	0,2		coklat tua pekat, mengandung batu-batuan	lanau

PENGUJIAN 2: BERAT ISI DAN KADAR AIR TANAH (GENERAL PROPERTIES OF SOIL)

I. Pendahuluan

Maksud percobaan ini adalah untuk mengukur sifat-sifat fisis tanah. Tujuan dari uji ini adalah sebagai bagian dari klasifikasi tanah. Percobaan ini dilakukan untuk mengukur berat isi dengan menggunakan uji ring gamma (kepadatan/Berat Isi) dan kadar air alami tanah. Besaran-besaran lain yang dapat diturunkan adalah angka pori (e), porositas (n), dan derajat kejenuhan (S_r). Besaran yang diperoleh dapat digunakan untuk korelasi empiris dengan sifat-sifat teknis tanah. Metode ini tidak dapat digunakan untuk tanah dengan fraksi kasar.

- a. Berat isi (γ) adalah berat tanah persatuan volume
- b. Kadar air (w) adalah perbandingan antara berat air dengan berat butir tanah, dinyatakan dalam persen.
- c. Derajat kejenuhan (S_r) adalah perbandingan volume air dan volume pori total, dinyatakan dalam persen.
- d. Angka pori (e) adalah perbandingan antara volume pori dan volume butir.
- e. Porositas (n) adalah perbandingan antara volume pori dan volume total

II. Peralatan

1. Silinder ring
2. Timbangan dengan ketelitian 0.01 gram
3. Oven
4. Desikator
5. Sample Extruder
6. Stickmaat/Vernice Caliper (jangka sorong)
7. Pisau

III. Metode Pelaksanaan

A. Berat Isi Tanah

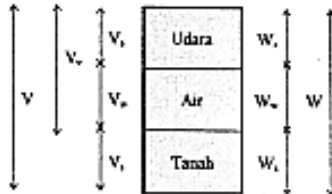
1. Silinder ring dibersihkan, kemudian dengan stickmaat diukur diameter (d), tinggi (t), dan beratnya ditimbang.
2. Silinder ring ditekan masuk ke dalam tanah dan kemudian dengan alat dongkrak silinder dikeluarkan, potong dengan pisau, kemudian tanah di sekitar ring dibersihkan dan permukaan tanah diratakan.
3. Ring + contoh tanah ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam dengan suhu 105°C .
4. Sesudah itu, contoh tanah yang sudah kering dimasukkan ke dalam desikator ± 1 jam.
5. Contoh tanah yang sudah dingin ditimbang, didapat berat kering.

B. Kadar Air Tanah

1. Siapkan 3 wadah kontainer, beri nama dan timbang beratnya masing-masing
2. Masukkan contoh tanah kedalam masing-masing wadah kontainer tadi, timbang, dan kemudian masukkan ke dalam oven selama 24 jam dengan suhu 105°C .
3. Sesudah itu, contoh tanah yang sudah kering dimasukkan ke dalam desikator ± 1 jam.
4. Contoh tanah yang sudah dingin ditimbang, didapat berat kering.

IV. Interpretasi

Diagram 3 fase



Berat Isi

$$\gamma = \frac{\text{berat contoh tanah}}{\text{volume contoh tanah}} \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

$$\text{Jadi } \gamma = \frac{W}{V} = \frac{W_2 - W_1}{V}$$

di mana :

V = volume contoh tanah

V_u = volume butir

G_s = specific gravity

V_v = volume pori

W_u = berat tanah kering

γ_u = berat isi air

γ = berat isi tanah

W₁ = berat ring

W₂ = berat ring + contoh tanah

W = berat contoh tanah = W₂ - W₁

Kadar Air (Water Content)

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

di mana :

W_w = berat tanah basah dan ring - berat ring

= berat lempung

= W₂ - W₁ - W_s

$$\text{Jadi } w = \frac{W_2 - W_1 - W_s}{W_s} \times 100\%$$

Derajat Kejenuhan (Degree of Saturation)

$$S_r = \frac{V_w}{V_v} \times 100\%$$

$$V_w = \frac{W_w}{\gamma_w} = \frac{W_{\text{wet}} - W_{\text{dry}}}{\gamma_w}$$

$$V_v = V - V_s = V - \frac{W_s}{G_s \times \gamma_w}$$

$$\text{Jadi } S_r = \frac{(W - W_s) / \gamma_w}{V - W_s / (G_s \times \gamma_w)} \times 100\%$$

Condition	Degree of Saturation
dry	0
humid	1 - 25
damp	25 - 50
moist	50 - 75
wet	75 - 99
saturated	100

Angka Pori (Void Ratio)

$$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{V - V_s}{V_s} = \frac{V}{W_s / (G_s \gamma_w)} - 1$$

$$e = \frac{V \cdot G_s \cdot \gamma_w}{W_s} - 1$$

Porositas

$$n = \frac{\text{volume pori}}{\text{volume total}} = \frac{V_v}{V} \times 100\%$$

$$n = \frac{e}{e + 1}$$

Gambar 3 Lampiran Tabel, Rumus dan Perhitungan

Tabel 2 Contoh Tabel Data Pengujian Berat Isi Tanah

UJI BERAT ISI TANAH ASTM C-29

Nama Instansi : _____ Kedalaman Sampel Tanah : _____
 Nama Proyek : _____ Nama Operator : _____
 Lokasi Proyek : _____ Nama Engineer : _____
 Deskripsi Tanah : _____ Tanggal Pengujian : _____

ITEM	NILAI	SATUAN
No. Ring		-
Tinggi Ring (t)		cm
Diameter Ring (d)		cm
Volume Ring, V		cm ³
Berat Ring, W1		gram
Berat Tanah Basah + Ring, W2		gram
Berat Tanah Kering + Ring, W3		gram
Berat Tanah Basah, W = W2 – W1		gram
Berat Tanah Kering, W _s = W3 – W1		gram
Berat Air, W _w = W – W _s		gram
Kadar Air, w _s = (w _w / w _s) x 100 %		%
Berat Isi Tanah, γ _n = W/V		g/cm ³
Berat Isi Kering, γ _d = γ _n / (1+w _s)		g/cm ³

Catatan :

Tabel 3 Contoh Tabel Data Pengujian Kadar Air Tanah

**UJI KADAR AIR ALAMI TANAH
ASTM D-2216-98**

Nama Instansi : _____ Kedalaman Sampel Tanah : _____
 Nama Proyek : _____ Nama Operator : _____
 Lokasi Proyek : _____ Nama Engineer : _____
 Deskripsi Tanah : _____ Tanggal Pengujian : _____

No. Container	-	1	2	3
Berat Container, W1	gram			
Berat Tanah Basah + Container, W2	gram			
Berat Tanah Kering + Container, W3	gram			
Berat Tanah Basah, $W_b = W2 - W1$	gram			
Berat Tanah Kering, $W_s = W3 - W1$	gram			
Berat Air, $W_w = W_b - W_s$	gram			
Kadar Air, $w_a = (w_w / w_s) \times 100 \%$	%			
Kadar Air Rata-rata, $w_a \text{ Average}$	%			

Catatan :

PENGUJIAN 3: BERAT JENIS TANAH (SPECIFIC GRAVITY/GS)

I. Pendahuluan

Berat jenis / Specific Gravity (Gs) didefinisikan sebagai perbandingan antara berat volume butiran padat (γ_s) dengan berat volume air (γ_w) pada temperatur ruang normal. Berat jenis tanah (Gs) tidak berdimensi karena secara fundamental merupakan perbandingan antar berat volume yang menyebabkan satuan hilang. Nilai berat jenis butiran tanah sering dibutuhkan dalam bermacam-macam keperluan perhitungan dalam mekanika tanah. Nilai tersebut dapat ditentukan dengan akurat di laboratorium. Sebagian besar mineral yang menjadi penyusun tanah berkisar antara 2,6 dan 2,9. Berat spesifik dari bagian padat tanah pasir yang berwarna terang, umumnya sebagian besar terdiri dari quartz, dapat diperkirakan sebesar 2,65. Untuk tanah berlempung atau berlanau, harga tersebut berkisar antara 2,6 – 2,9.

II. Peralatan

1. Picnometer dengan kapasitas minimum 100 ml atau 50 ml
2. Neraca dengan ketelitian 0,01 gram
3. Thermometer ukuran 0° - 100° C dengan ketelitian pembacaan 1°C
4. Saringan no. 80, no. 100 dan no. 200
5. Botol dan air suling/Aquades (Peringatan, penggunaan jenis air dapat sangat mempengaruhi nilai akhir berat jenis)
6. Kompor listrik

III. Metode Pelaksanaan

A. Mempersiapkan Benda Uji

1. Tanah yang tertahan saringan no, 80, no. 100, dan no. 200.
2. Benda uji dalam keadaan kering oven dan diambil 20 gram untuk botol ukuran 50 gram untuk picnometer

B. Kalibrasi Labu Ukur/Picnometer

1. Menimbang labu ukur dengan ketelitian 0,01 gram
2. Labu diisi dengan air sampai $\frac{2}{3}$ bagian kemudian dididihkan
3. Ketika air dalam labu mendidih, tambahkan air dingin sampai labu terisi penuh kemudian diangkat
4. Timbang labu dengan ketelitian 0,01 gram
5. Ukur suhu dengan thermometer suhu
6. Ulangi langkah-langkah di atas sampai suhu mencapai 30°C
7. Kemudian dari data yang ada dibuat grafik kalibrasi labu ukur

C. Pengukuran Berat Jenis

1. Siapkan labu yang sudah dikalibrasi.
2. Siapkan sampel tanah kering 20 gram lolos saringan no, 80, no. 100, dan no. 200.
3. Masukkan sampel tanah ke dalam labu ukur dan tambahkan air sampai $\frac{2}{3}$ bagian dan dididihkan tanpa tutup.
4. Setelah mendidih, angkat picnometer.
5. Tambahkan air sampai penuh kemudian ditimbang.
6. Ukur suhu labu tersebut dengan menggunakan thermometer suhu.
7. Ulangi langkah di atas sampai suhu di thermometer suhu mencapai 30°C

IV. Interpretasi

Perhitungan Specific Gravity Tanah :

$$G_s = \frac{W_s}{W_2 + W_s - W_1}$$

Keterangan :

G_s = specific gravity

W_s = berat tanah kering (gram)

W_1 = berat labu + air + tanah (gram)

W_2 = berat labu + air (gram)

$$G_s = \frac{\gamma_t}{\gamma_w}$$

$$\gamma_t = G_s \times \gamma_w$$

Keterangan :

γ_t = berat isi / berat satuan (*unit weight*) tanah

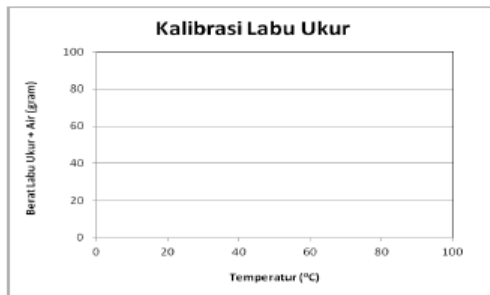
γ_w = berat isi / berat satuan (*unit weight*) air

Tabel 4 Contoh Tabel Data Pengujian Berat Jenis

Lokasi :
 Tanggal Praktikum :
 Kelompok :
 Asisten :

a. Tabel kalibrasi labu ukur (picnometer)

No. Pemeriksaan	1	2	3	4	5	6	7	8
Temperatur (°C)								
Berat labu ukur + air (gram)								



b. Tabel data percobaan Specific Gravity

No.	1		2		3	
	Berat labu ukur + air + tanah (gram)	Temp. (°C)	Berat labu ukur + air + tanah (gram)	Temp. (°C)	Berat labu ukur + air + tanah (gram)	Temp. (°C)

b. Tabel perhitungan Specific Gravity

Labu Ukur	Satuan	1	2	3
Berat Tanah Kering (Ws)	(gram)			
Berat Labu Ukur + Air + Tanah (W1)	(gram)			
Suhu (°C)	(°c)			
Berat Labu Ukur + Air (W2)	(gram)			
Specific Gravity (Gs)				
Rata- Rata Gs				

PENGUJIAN 5: ANALISA SARINGAN/DISTRIBUSI UKURAN BUTIR (SIEVE ANALYSIS/GRAIN SIZE DISTRIBUTION)

I. Pendahuluan

Maksud percobaan ini adalah untuk mengetahui distribusi ukuran butir tanah. Tujuannya adalah untuk mengklasifikasikan tanah butiran kasar dengan mendapatkan koefisien keseragaman (C_u) dari kurva distribusi ukuran butir (gradasi) tanah. Dengan klasifikasi tanah, jenis tanah dapat ditentukan sehingga sifat teknis tanah secara umum dapat diperkirakan. Metode ini mencakup penentuan dari distribusi ukuran butir tanah yang lebih besar dari $75 \mu\text{m}$ (tertahan oleh saringan nomor 200)

1. Tanah butiran kasar (coarse grained soil): tanah dengan ukuran butir $\geq 75 \mu\text{m}$ ($<50\%$ tertahan oleh saringan nomor 200)
2. Tanah butiran halus (fine grained soils): tanah dengan ukuran butir $< 75 \mu\text{m}$ ($>50\%$ lolos saringan nomor 200).
3. Gradasi: distribusi ukuran butir

II. Peralatan

1. Satu set sieve (ayakan) dengan ukuran menurut standar yaitu nomor: 4 – 10 – 20 – 40– 80 – 120 – 200 – pan.
2. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
3. Kuas
4. Sieve shaker
5. Sieve timer
6. Palu karet

Tabel 5 Ukuran Buka-an Saringan

Nomor Saringan	Ukuran Lubang (mm)
4	4,750
10	2,000
20	0,850
40	0,425
80	0,180
120	0,125
200	0,075

III. Metode Pelaksanaan

1. Contoh tanah yang akan digunakan harus cukup kering dan tidak berbongkah-bongkah.
2. Gunakan palu karet untuk menghancurkan bongkahan tanah. Tanah harus kering dan jumlah tanah yang diuji kurang lebih 500 gram.
3. Ayakan dibersihkan, sehingga lubang-lubang dari ayakan bersih dari butir-butir yang menempel.
4. Masing-masing ayakan dan pan ditimbang beratnya.
5. Kemudian ayakan tadi disusun menurut nomor ayakan (ukuran lubang terbesar di atas).
6. Ambil contoh tanah seberat 500 gram, lalu dimasukkan ke dalam ayakan teratas dan kemudian ditutup.
7. Susunan ayakan dikocok dengan bantuan sieve shaker selama kurang lebih 10 menit.
8. Diamkan selama 3 menit agar debu-debu mengendap.
9. Masing-masing ayakan dengan contoh tanah yang tertinggal ditimbang.

IV. Interpretasi

1. Hitung jumlah berat tanah yang lolos saringan tersebut secara kumulatif

2. Hitung persentase jumlah berat tanah yang lolos saringan tersebut terhadap total berat tanah
3. Dari hasil-hasil percobaan tersebut digambarkan suatu grafik dalam suatu susunan koordinat semilog, yaitu di mana ukuran diameter butir sebagai absis dalam skala log dan persen (%) lebih halus sebagai ordinat dengan skala linier.
4. Didapat koefisien keseragaman

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

5. Didapat juga koefisien kelenegkungan

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}}$$

6. Berdasarkan USCS (Unified Soil Classification System), ditentukan bahwa tanah yang bergradasi baik adalah yang memenuhi:

Untuk gravel:

$$C_u > 4 \text{ dan } 1 < C_c < 3$$

Untuk pasir:

$$C_u > 6 \text{ dan } 1 < C_c < 3$$

Bila syarat di atas tidak terpenuhi, maka tanah tersebut disebut bergradasi buruk.

Tabel 6 Contoh Tabel Data Pengujian Analisa Saringan

No. Saringan	Diameter Saringan (mm)	Berat Saringan (mm)	Berat Tanah + Saringan (mm)	Berat Tertahan (mm)	% Tertahan	% Lolos
4	4.750					
10	2.000					
20	0.850					
40	0.425					
80	0.180					
120	0.125					
200	0.075					
Pan						
			Jumlah			

Catatan :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

PENGUJIAN 6: HIDROMETER

I. Pendahuluan

Analisa hydrometer didasarkan pada prinsip sedimentasi (pengendapan) butir-butir tanah dalam air. Bila suatu contoh tanah dilarutkan dalam air, partikel-partikel tanah akan mengendap dengan kecepatan yang berbeda-beda tergantung pada bentuk, ukuran, dan beratnya.

Di dalam laboratorium, pengujian hydrometer dilakukan dalam silinder pengendap yang terbuat dari gelas dan memakai 50 gram contoh tanah yang kering oven dan lolos ayakan 200. Kemudian dicampurkan dengan larutan pendispersi (pengendap) sesuai dengan kepekatan yang ada.

Pengujian hydrometer hanya digunakan untuk jenis tanah berbutir halus, yaitu jika hasil Analisa saringan menunjukkan fraksi lolos saringan no.200 lebih dari 50%. Hidrometer digunakan untuk mengetahui sebaran persentasi antara lempung dan lanau dalam suatu suspensi.

II. Peralatan

1. Hydrometer dengan skala konsentrasi (5 – 60 gram per liter)
2. Tabung-tabung gelas ukuran kapasitas 1000 ml. Dengan diameter $\pm 6,5$ cm
3. Thermometer 0 – 50° C dengan ketelitian 0,1° C
4. Pengaduk mekanis dan mangkuk Disperse (Mechanical Stirrer)
5. Saringan-saringan standar ASTM
6. Neraca dengan ketelitian 0,01 gram
7. Oven yang dilengkapi dengan pengaturan suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$
8. Tabung-tabung ukuran 50 ml dan 100 ml
9. Batang pengaduk dari gelas
10. Stopwatch

III. Metode Pelaksanaan

1. Sampel tanah ditumbuk, kemudian diayak hingga lolos saringan no.200, sample yang lolos saringan no.200 diambil sebanyak 50 gram kemudian dicampur dengan 100 ml larutan NaOH 10% (dapat menggunakan larutan Calgon) kemudian didiamkan selama 24 jam.
2. Setelah direndam selama 24 jam, campuran ditambah larutan H₂O₂ 3% kemudian dimixer selama 15 menit.
3. Sambil menunggu larutan di mixer, dilakukan koreksi pembacaan Hydrometer, yaitu Koreksi Meniscus dan Zero Correction, dengan cara:
 - a. Isi tabung gelas dengan air suling sebanyak 1000 ml
 - b. Masukkan hydrometer dalam tabung gelas tersebut lalu dilakukan pembacaan pada ujung permukaan air yang menempel pada permukaan hydrometer
 - c. Pembacaan tersebut dinamakan Zero Correction, dengan ketentuan bila di atas angka 0 (nol) berharga negatif dan bila di bawah angka 0 (nol) berharga positif
 - d. Koreksi Meniscus diperoleh dengan cara pembacaan permukaan air yang mendatar dikurangi Zero Correction
4. Setelah di mixer larutan dicampur air sampai 1000 ml dan masukkan dalam tabung gelas
5. Tutup rapat-rapat mulut tabung dengan telapak tangan dan kocoklah dengan mendatar sampai tercampur
6. Setelah dikocok letakkan tabung gelas ditempat yang datar kemudian masukkan Hydrometer
7. Biarkan Hydrometer terapung bebas dan tekanlah stopwatch
8. Catatlah angka skala pada Hydrometer pada rentang waktu ½, 1, dan 2 menit dan ukur suhunya
9. Sesudah pembacaan di menit kedua, angkatlah Hydrometer dan cuci dengan menggunakan air kemudian kocok kembali larutan dalam tabung

10. Masukkan kembali Hydrometer dengan hati-hati ke dalam tabung dan lakukan pembacaan pada saat 15, 30, 60, 120 dan 1440 menit.

IV. Interpretasi

1. Perhitungan analisa saringan dapat dilakukan seperti dalam cara pemeriksaan analisa saringan agregat halus dan kasar
2. Dari pembacaan Rh tentukan diameter dengan menggunakan nomogram terlampir. Untuk ini nilai pembacaan Th harus dituliskan disamping skala Rh pada nomogram terlampir
3. Hitung diameter persen dari berat butiran yang lebih kecil dari diameter (D) dari rumus-rumus berikut:

Untuk hidrometer dengan pembacaan 5 – 10 gram/liter

$$P = \frac{a(RH+K)}{W_3} \times 100$$

Untuk Hydrometer dengan pembacaan berat jenis 0.995 – 1.038

$$P = \frac{1606a(RH+K-1)}{W_3} \times 100$$

K = Koreksi Suhu

a = Faktor Kalibrasi

Rumus-rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$1. R_c = R_a - Z_c + C_t$$

Dimana : R_c = Bacaan hidrometer terkoreksi.

R_a = Bacaan hidrometer saat pengujian.

Z_c = Koreksi terhadap nol hidrometer.

C_t = Koreksi terhadap temperatur (lihat tabel 2).

$$2. \% \text{ lolos} = \frac{R_c \cdot a}{W_s} \times 100\%$$

Dimana : R_c = Bacaan hidrometer terkoreksi.

a = Koreksi terhadap G_s (lihat tabel 1).

W_s = Berat benda uji kering.

$$3. R = R_a + 1$$

Dimana : R = Bacaan hidrometer hanya terkoreksi oleh meniskus.

R_a = Bacaan hidrometer saat pengujian

$$4. v = \frac{L}{t}$$

dimana : L = Jarak yang ditempuh butiran (lihat tabel 4).

v = Kecepatan butiran mengendap.

t = Waktu pengamatan.

$$5. D = \sqrt{\frac{L}{t}} \times K$$

Dimana :

D = diameter butiran.

K = Besaran yang tergantung pada kekentalan air dan G_s (lihat tabel 3).

L = Jarak yang ditempuh butiran.

t = Waktu pengamatan.

Tabel 1

Koreksi (a) terhadap berat jenis (Gs)

Berat jenis tanah (Gs)	Faktor koreksi (a)
2.85	0.96
2.8	0.97
2.75	0.98
2.7	0.99
2.65	1.00
2.6	1.01
2.55	1.02
2.5	1.04

Tabel 2

Koreksi (Ct) terhadap temperatur

Temperatur (°C)	Ct
15	-1.10
16	-0.90
17	-0.70
18	-0.50
19	-0.30
20	0.00
21	0.20
22	0.40
23	0.70
24	1.00
25	1.30
26	1.65
27	2.00
28	2.50
29	3.05
30	3.80

Tabel 3

Nilai K pada persamaan $D = \sqrt{\frac{I}{I}} \times K$

Temp °C	Berat Jenis Tanah (Gs)							
	2.50	2.55	2.60	2.65	2.70	2.75	2.80	2.85
16	0.0151	0.0148	0.0146	0.0144	0.0141	0.0139	0.0137	0.0138
17	0.0149	0.0146	0.0144	0.0142	0.0140	0.0138	0.0136	0.0134
18	0.0148	0.0144	0.0142	0.0140	0.0138	0.0136	0.0134	0.0132
19	0.0145	0.0143	0.0140	0.0138	0.1360	0.0134	0.0132	0.0131
20	0.0143	0.0141	0.0139	0.0137	0.0134	0.1330	0.0132	0.0129
21	0.0141	0.0139	0.0137	0.0135	0.0133	0.1310	0.0129	0.0127
22	0.0140	0.0137	0.0135	0.0133	0.0131	0.0129	0.0128	0.0126
23	0.0138	0.0136	0.0134	0.1320	0.0130	0.0128	0.0126	0.0124
24	0.0137	0.0134	0.0132	0.0130	0.0128	0.0126	0.0125	0.0123
25	0.0135	0.0133	0.0131	0.0129	0.0127	0.0125	0.0123	0.0122
26	0.0133	0.0131	0.0129	0.0127	0.0125	0.0124	0.0122	0.0120
27	0.0132	0.0130	0.0128	0.0126	0.0124	0.0122	0.0120	0.0119
28	0.0130	0.0128	0.0126	0.0124	0.0123	0.0121	0.0119	0.0117
29	0.0129	0.0127	0.0125	0.0123	0.0121	0.0120	0.0118	0.0116
30	0.0128	0.0126	0.0124	0.0122	0.0120	0.118	0.017	0.0115

Tabel 4

Nilai L (Effective Depth) untuk Hydrometer tipe 152H

Bacaan hydrometer terkoreksi oleh Menikus (R)	Effective Depth (L)	Bacaan hydrometer terkoreksi oleh Menikus (R)	Effective Depth (L)	Bacaan hydrometer terkoreksi oleh Menikus (R)	Effective Depth (L)
0	16.3	21	12.9	42	9.4
1	16.1	22	12.7	43	9.2
2	16.0	23	12.5	44	9.1
3	15.8	24	12.4	45	8.9
4	15.6	25	12.2	46	8.8
5	15.5	26	12.0	47	8.6
6	15.3	27	11.9	48	8.4
7	15.2	28	11.7	49	8.3
8	15.0	29	11.5	50	8.1
9	14.8	30	11.4	51	7.9
10	14.7	31	11.2	52	7.8
11	14.5	32	11.1	53	7.4
12	14.3	33	10.9	54	7.3
13	14.2	34	10.7	55	7.1
14	14.0	35	10.5	56	7.0
15	13.8	36	10.4	57	6.8
16	13.7	37	10.2	58	6.6
17	13.5	38	10.1	59	6.5
18	13.3	39	9.9		
19	13.2	40	9.7		
20	13.0	41	9.6		

Tabel 7 Contoh Tabel Data Pengujian Hidrometer

Diameter tabung (Jar) D = cm
 Luas penampang tabung (A) = cm²
 Volume air sebelum penambahan Hydrometer (V1) = cm³
 Volume air setelah penambahan Hydrometer (V2) = cm³
 Volume Hydrometer (V_h - V₂ + V₁) = cm³
 Kenaikan permukaan air akibat penambahan Hyd. = cm

L (Zr) = Kedalaman efektif Hydrometer

= L_i - L/2

= (H + H1 + Δh) - √H/2aj

L2 = Panjang kepala Hydrometer = cm

R _h	L _i	H ₁	L/2	V _h /2aj	R	L(Zr) (L _i -L/2)
	cm	cm	cm		1000(R _h xK-1)	cm

Form Data Percobaan Hydrometer

Lokasi :
 Tanggal Praktikum :
 Kelompok :
 Asisten :

Data Analisa Ayakan :

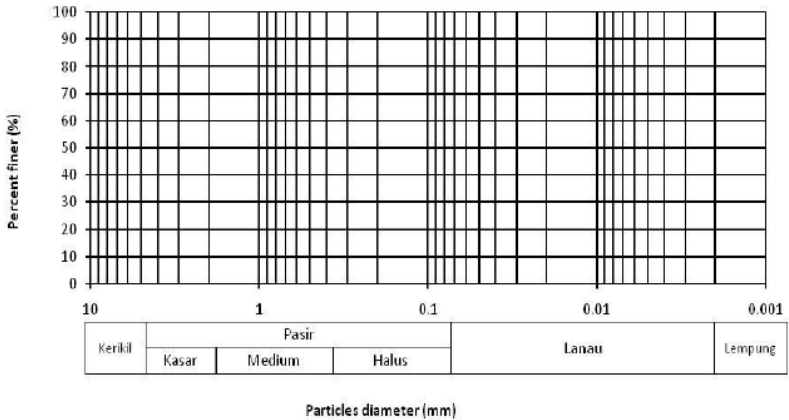
saringan		tertahan saringan (gram)	jumlah tertahan (gram)	% komulatif tertahan	% komulatif lolos saringan
diameter (mm)	No				
4,75	4				
2	10				
0,84	20				
0,42	40				
0,30	60				
0,15	100				
0,075	200				
Pan					

Data pengujian Hydrometer :

Tipe Hydrometer : Koreksil nol Hydrometer :
 G5 tanah : Koreksi Meniskus :
 Berat sampel :

Waktu (t)	Temperatur (°C)	Bacaan Hydrometer (Ra)	Bacaan Terkoreksi (Rc)	Prosentase Lolos (%)	Terkoreksi meniskus (R)	Effektive Depth (L)	V = L/t	Nilai K	Diameter Butiran (D) (mm)
0									
0.5									
1									
2									
15									
30									
60									
120									
1440									

Grafik Analisa Hydrometer



PENGUJIAN 7: BATAS-BATAS ATTERBERG (ATTERBERG LIMITS)

I. Pendahuluan

Percobaan ini mencakup penentuan batas-batas Atterberg yang meliputi Batas Susut, Batas Plastis, dan Batas Cair. Secara umum, tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan klasifikasi tanah berbutir halus. Tanah yang akan diuji harus disaring dengan ayakan No. 40. Siapkan contoh tanah sebanyak 200 - 250 gr.

1. Batas Susut (Shrinkage Limit), w_s adalah batas kadar air dimana tanah dengan kadar air di bawah nilai tersebut tidak menyusut lagi (tidak berubah volume).
2. Batas Plastis (Plastic Limit), w_p adalah kadar air terendah dimana tanah mulai bersifat plastis. Dalam hal ini sifat plastis ditentukan berdasarkan kondisi di mana tanah yang digulung dengan telapak tangan, di atas kaca mulai retak setelah mencapai diameter $1/8$ inci.
3. Batas Cair (Liquid Limit), w_L adalah kadar air tertentu di mana perilaku berubah dari kondisi plastis ke cair. Pada kadar air tersebut tanah mempunyai kuat geser yang terendah.

II. Peralatan

A. Batas Susut

1. Ring silinder
2. Timbangan dengan ketelitian 0.01 g
3. Oven dan desikator
4. Kontainer kaca dan air raksa (Hg)
5. Pelat kaca yang dilengkapi 3 buah jarum dan cawan kaca
6. Pisau

B. Batas Plastis

1. Pelat kaca
2. Timbangan dengan ketelitian 0.01 g

3. Kontainer
 4. Mangkok porselin
 5. Stikmaat/jangka sorong
 6. Oven dan desikator
- C. Batas Cair
1. Pelat kaca, dan pisau dempul
 2. Timbangan dengan ketelitian 0.01 g
 3. Kontainer sebanyak 5 buah
 4. Alat Cassagrande dengan pisau pemotongnya
 5. Cawan porselin
 6. Oven dan desikator
 7. Aquades
 8. Spatula

III. Metode Pelaksanaan

A. Batas Susut

1. Tanah yang dipergunakan dapat tanah yang terganggu.
2. Ring silinder diisi dengan contoh tanah, ratakan ke dua permukaannya, tinggi dan diameter ring terlebih dahulu diukur.
3. Contoh tanah dimasukkan dalam oven pada temperatur 105 - 110 °C selama 24 jam.
4. Setelah dioven lalu dimasukkan ke dalam desikator selama kurang lebih 1 jam.
5. Kontainer kaca diisi dengan air raksa, permukaannya dalam kontainer diratakan dengan pelat kaca, hal ini disebabkan karena permukaan air raksa cembung.
6. Timbang pelat kaca dan kontainer kacanya.
7. Letakkan kontainer kaca di atas cawan kaca, lalu contoh tanah ditekan perlahan-lahan ke dalam Hg dalam kontainer diratakan dengan pelat kaca.
8. Timbang berat cawan kaca + Hg yang tumpah.

B. Batas Plastis

1. Masukkan contoh tanah dalam mangkok, diremas-remas sampai lembut, ditambahkan aquades sedikit dan diaduk sampai homogen.
2. Letakkan contoh tanah adukan itu di atas pelat kaca dan digulung-gulung dengan telapak tangan sampai diameternya kira-kira 1/8 inch (3 mm). Akan dijumpai 3 keadaan :
 - a. gulungan terlalu basah sehingga dengan diameter 1/8 inch tanah belum retak.
 - b. gulungan terlalu kering sehingga sewaktu diameter belum mencapai 1/8 inch, gulungan tanah sudah mulai retak.
 - c. gulungan dengan kadar air tepat, yaitu gulungan mulai retak sewaktu mencapai diameter 1/8 inch.
3. Timbang kontainer sebanyak 3 buah
4. Gulungan tanah tersebut dimasukkan ke dalam kontainer, tiap kontainer berisi 5 buah gulungan, dengan berat masing-masing minimum 5 gr. Ketiga kontainer yang berisi gulungan tanah tersebut dimasukkan dalam oven 24 jam pada suhu 105 -110° C.
5. Harga rata-rata kadar air dari percobaan di atas adalah batas plastisnya.

C. Batas Cair

1. Contoh tanah diambil secukupnya, ditaruh dalam cawan porselin dan ditumbuk dengan penumbuk karet, diberi aquades dan diaduk sampai homogen.
2. Pindahkan tanah tersebut ke atas plat kaca dan diaduk sampai homogen dengan pisau dempul, bagian yang kasar dibuang.
3. Ambil sebagian dari contoh tanah, dan dimasukkan dalam alat Casagrande, ratakan permukaannya dengan pisau. Contoh tanah dalam mangkok Casagrande

- dipotong dengan grooving tool dengan posisi tegak lurus, sehingga didapat jalur tengah.
4. Alat Casagrande diputar dengan kecepatan konstan 2 putaran/detik. Mangkok akan terangkat dan jatuh dengan ketinggian 10 mm (sudah distel)
 5. Percobaan dihentikan jika bagian yang terpotong sudah merapat, dan dicatat banyaknya ketukan, biasanya harus berkisar antara 10 -100 ketukan
 6. Tanah pada bagian yang merapat diambil dan dimasukkan dalam oven, ditempatkan dalam kontainer yang telah ditimbang beratnya. Sebelum dimasukkan dalam oven tanah +kontainer ditimbang.
 7. Setelah dioven selama 24 jam pada temperatur 105° - 100° C, baru dimasukkan dalam desikator selama 1 jam untuk mencegah penyerapan uap air dari udara.
 8. Percobaan di atas dilakukan 5 kali.
 9. Segera dilakukan penimbangan sesudah keluar dari desikator.
 10. Setelah kadar air didapat, dibuat grafik hubungan antara kadar air dengan jumlah ketukan dalam kertas skala semi-log. Grafik ini secara teoritis merupakan garis lurus.
 11. Kadar air dimana jumlah ketukan 25 kali disebut Batas Cair. Batas Cair ini diulangi dengan tanah yang telah dimasukkan dalam oven; tanah tersebut ditambahkan aquades secukupnya, prosedur selanjutnya sama dengan di atas; dan Batas Cair yang didapatkan disebut “wL oven”.

IV. Interpretasi

Tabel 8 Contoh Tabel Data Pengujian Batas Plastis

No Container	1	2	3
Berat Container , W_1 (gram)			
Berat tanah basah + container , W_2 (gram)			
Berat tanah kering + container , W_3 (gram)			
Berat tanah basah, $W_4=W_2-W_1$ (gram)			
Berat tanah kering, $W_5=W_3-W_1$ (gram)			
Berat air, $W_6=W_4-W_5$ (gram)			
Kadar Air = $w = \frac{W_6}{W_5} \times 100\%$			
Batas plastis , w_p			

Catatan :

.....

.....

.....

.....

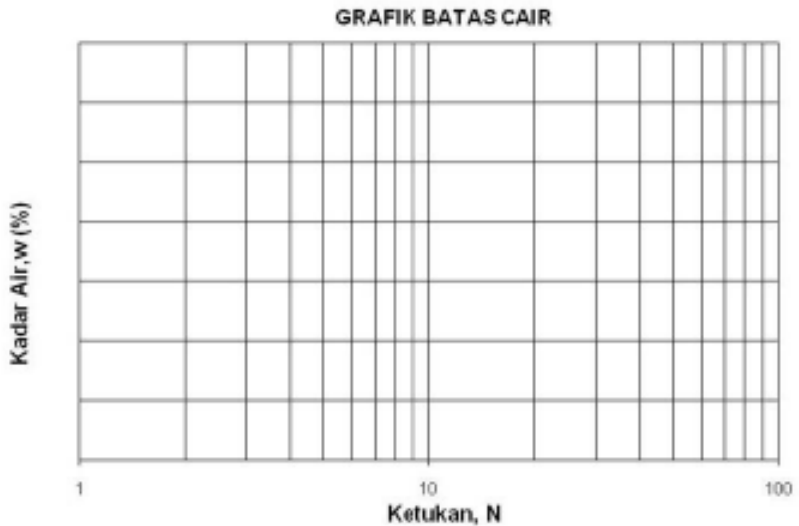
.....

.....

.....

Tabel 9 Contoh Tabel Data Pengujian Batas Cair

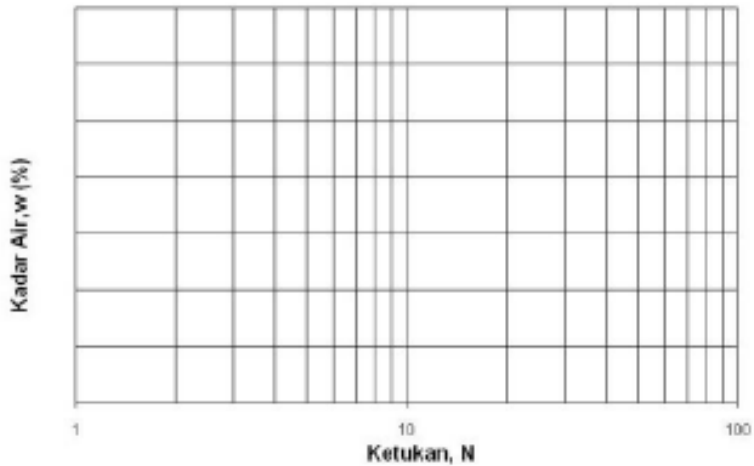
No Container	1	2	3	4	5
Berat Container , W_1 (gram)					
Berat tanah basah + container , W_2 (gram)					
Berat tanah kering + container , W_3 (gram)					
Berat tanah basah, $W_4 = W_2 - W_1$ (gram)					
Berat tanah kering, $W_5 = W_3 - W_1$ (gram)					
Berat air, $W_6 = W_4 - W_5$ (gram)					
Kadar Air = $w = \frac{W_6}{W_5} \times 100\%$					
Batas plastis , w_p					
Jumlah ketukan, N					
Batas cair (dari grafik)					



Tabel 10 Contoh Tabel Data Pengujian Batas Cair Oven

No Container	1	2	3	4	5
Berat Container , W_1 (gram)					
Berat tanah basah + container , W_2 (gram)					
Berat tanah kering + container , W_3 (gram)					
Berat tanah basah, $W_4=W_2-W_1$ (gram)					
Berat tanah kering, $W_5=W_3-W_1$ (gram)					
Berat air, $W_6=W_4-W_5$ (gram)					
Kadar Air = $w = \frac{W_6}{W_5} \times 100\%$					
Batas plastis , w_p					
Jumlah ketukan, N					
Batas cair, W_L oven (%)					

GRAFIK BATAS CAIR



Tabel 11 Contoh Tabel Data Pengujian Batas Susut

No Container	1
Berat Container , W_1 (gram)	
Berat tanah basah + container , W_2 (gram)	
Berat tanah kering + container , W_3 (gram)	
Berat tanah basah, $W_4 = W_2 - W_1$ (gram)	
Berat tanah kering, $W_5 = W_3 - W_1$ (gram)	
Berat air, $W_6 = W_4 - W_5$ (gram)	
Kadar Air = $w = \frac{W_6}{W_5} \times 100\%$	
Volume tanah basah , V_0 (cm ³)	
Berat piring, W_7 (gram)	
Berat piring + air raksa, W_8 (gram)	
Berat air raksa, W_9 (gram)	
Volume Tanah kering, $V_f = \frac{W_9}{\text{Berat jenis air raksa}} \text{ (cm}^3\text{)}$	
Batas susut, $w_s = w - \frac{(V_0 - V_f) \times \gamma_w}{W_5} \times 100\%$	
Shrinkage ratio , $SR = \frac{W_5}{V_f}$	

Catatan :

.....

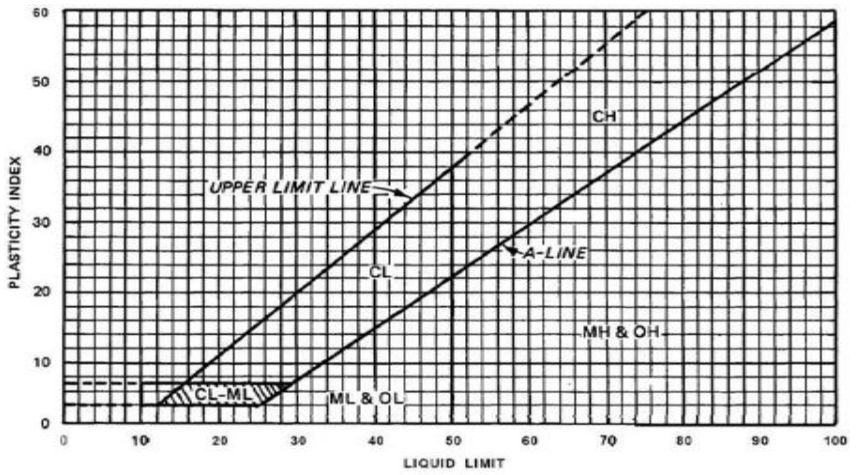
.....

.....

.....

.....

.....



Gambar 4 Diagram Plastisitas USCS

PENGUJIAN 8: PERMEABILITAS

I. Pendahuluan

Permeabilitas tanah merupakan kemampuan tanah untuk meneruskan air atau udara. Permeabilitas umumnya diukur sehubungan laju aliran air melalui tanah dalam suatu massa waktu dan dinyatakan sebagai cm/jam

II. Peralatan

1. Constant Head Filter Tank
2. Sample tanah
3. Tabung permeater yang terdiri dari :
 - Batu pori 2 buah
 - Seal dari karet 2 buah
 - Pegas (peer)
4. Pipa vertical (pisometer)
5. Gelas ukur
6. Timbangan
7. Alat pencatat waktu

III. Metode Pelaksanaan

A. Constant Head

1. Tanah berbutir kasar diletakkan di permeameter
2. Tempatkan kasa kawat dengan membukanya sedikit untuk menahan specimen yang melewati piringan berlubang dekat dasar permeameter
3. Kemudian permeameter dialiri air yang terhubung dengan selang air dari kran sampai specimen terendam air sepenuhnya dengan keadaan klep bawah tertutup
4. Setelah specimen jenuh air dan permeameter terisi penuh dengan air, buka klep bawah
5. Tunggu sampai air yang keluar dari klep bawah mengalir dengan konstan

6. Setelah konstan, taruh tabung ukur di bawah aliran air yang konstan tersebut
7. Tunggu aliran air yang konstan tersebut mengisi tabung ukur selama satu menit
8. Kemudian ukur tinggi air yang ada di tabung ukur tersebut
9. Ulangi percobaan tersebut sampai hasil tinggi air yang didapat mempunyai nilai yang sama setidaknya mendekati
10. Ambil beberapa data yang mempunyai nilai yang sama atau hampir mendekati

B. Falling Head

1. Tanah yang dipakai dalam keadaan undisturbed sample atau tanah asli
2. Ambil contoh di lapangan yang sudah ditentukan dengan cetakan (ring) permeabilitas
3. Ratakan pada ujung dan pangkalnya dengan pisau
4. Masukkan contoh tanah dengan ekstruder ke dalam tabung permeameter yang sudah dilengkapi dengan porostone (batu pori) pada ujung dan pangkalnya
5. Setelah itu ukur tinggi sampel lalu timbang (berat contoh + tabung saja)
6. Di atas batu pori diletakkan kertas filter, lalu contoh tanah di atasnya beri lagi kertas filter baru batu pori, lalu kertas
7. Kemudian tutup tabung permeameter sampai menekan pegas sehingga pegas memberi tekanan pada contoh tanah, selain itu juga untuk menjaga tanah tetap pada tempatnya sewaktu tanah menjadi jenuh
8. Air dialirkan pada pisometer, hilangkan gelembung-gelembung udaranya

9. Pembacaan pertama setelah contoh tanah jenuh, ukur tinggi air (H_0) dari datum sampai tinggi mula-mula, catat waktunya (T_0)
10. Pembacaan kedua dari datum sampai tinggi setelah penurunan air (H_1), catat waktunya (T_1).

IV. Interpretasi

Tabel 12 Contoh Tabel Data Pengujian Constant Head

Form Data Percobaan Constant Head

Lokasi :
 Tanggal Praktikum :
 Kelompok :
 Asisten :

No. Contoh	Satuan	1	2	3
ϕ dalam pipa	(cm)			
A pot.dalam pipa	(cm ²)			
ϕ contoh tanah	(cm)			
A pot.ccontoh tanah	(cm ²)			
Panjang contoh tanah l	(cm)			
Waktu mulai t_1	(det)			
Waktu akhir t_2	(det)			
H	(cm)			
$(t_2 - t_1)$	(det)			
L/h				
Q	(cm ³)			
$Q/(t_2 - t_1)$				
$k_f = \frac{L}{h} \cdot \frac{Q}{A(t_2 - t_1)}$	(cm/detik)			

Tabel 13 Contoh Tabel Data Pengujian Falling Head

Perhitungan

$$k_r = \frac{\alpha L}{A} \frac{2.3}{\Delta t} \log \frac{h_1}{h_2}$$

- k_r = Koefisien Rembesan (cm/det)
- α = Luas pipa (cm²)
- L = Panjang contoh tanah (cm)
- A = Luas contoh tanah
- h_1 = Tinggi air pada t_1
- h_2 = Tinggi air pada t_2

Form Data Percobaan Falling Head

Lokasi :

Tanggal Praktikum :

Kelompok :

Asisten :

No. Contoh	Satuan	1	2
Φ Dalam Pipa	cm		
A Pot. Dalam Pipa	cm ²		
Φ Contoh Tanah	cm		
A Pot Contoh Tanah	cm ²		
Panjang Contoh Tanah	cm		
Waktu			
Tinggi Air Pada $T_1 \rightarrow H_1$			
Tinggi Air Pada $T_2 \rightarrow H_2$			
H_1/H_2			
Log H_1/H_2			
A*L			
A*L/A			
$2.3/(T_2-T_1)$			
$k_r = \frac{\alpha L}{A} \frac{2.3}{\Delta t} \log \frac{h_1}{h_2}$			
T ⁰ c			
$k_{20} = k_r \frac{X_{20} e^{\theta(T_{20}-20)}}{X_{20} e^{\theta(T_{20}-20)}}$			
Koef Rembesan	cm/s		

PENGUJIAN 9 : SAND CONE

1 Pendahuluan

Sand cone adalah alat yang digunakan untuk tes pengujian dalam hal ini untuk menentukan kepadatan lapisan tanah di lapangan dengan menggunakan pasir baik itu lapisan tanah atau perkerasan lapisan tanah yang dipadatkan.

Percobaan kerucut pasir merupakan salah satu jenis pengujian yang dilakukan dilapangan untuk menentukan berat isi kering (kepadatan) tanah asli ataupun hasil suatu pekerjaan pemadatan yang dilakukan baik pada tanah kohesif maupun tanah non kohesif.

Nilai berat isi tanah kering yang diperoleh dari percobaan ini biasanya digunakan untuk mengevaluasi hasil pekerjaan pemadatan di lapangan (degree of compaction) yaitu perbandingan antara γ_d (kerucut pasir) dengan γ_d hasil percobaan pemadatan dilaboraturium.

Percobaan ini biasanya dilakukan untuk mengevaluasi hasil pekerjaan pemadatan di lapangan yang dinyatakan dalam derajat pemadatan (degree of compaction), yaitu perbandingan antara γ_d lapangan (kerucut pasir) dengan γ_d maks. hasil percobaan pemadatan di laboratorium dalam persentase lapangan.

6. Peralatan

7. Botol sand cone dengan isi ± 4 liter
8. Corong kalibrasi pasir
9. Pelat dasar
10. Meteran/mistar
11. Spatula
12. Pahat
13. Palu
14. Timbangan

15. Pasir bergradasi
16. Kaleng
17. Tinbox
18. Oven
19. Speedy moisture content

111. Metode Pelaksanaan

A. Menentukan Berat Isi Pasir

1. Timbang botol beserta corong (W1).
2. Letakkan alat dengan botol di bawah, buka keran, isi botol dengan air jernih sampai penuh di atas keran. Tutup keran dan bersihkan kelebihan air.
3. Timbang alat yang terisi air (W2).
4. Hitung isi botol.
5. Lakukan langkah 2-4 sebanyak tiga kali, dan ambil harga rata-rata dari ketiga hasil.
6. Perbedaan masing-masing pengukuran tidak boleh lebih dari 3 cm^3 .

B. Menentukan kepadatan tanah

1. Isi botol dengan pasir secukupnya.
2. Ratakan permukaan tanah yang akan diuji, letakkan pelat dasar pada permukaan yang telah rata tersebut, dan kokohkan dengan paku di keempat sisinya.
3. Gali lubang sedalam 10 sampai 15 cm.
4. Masukkan semua tanah hasil galian ke dalam kaleng yang tertutup. Timbang kaleng dan tanah (W5). Berat kaleng harus sudah diketahui (W6).
5. Timbang alat dengan pasir di dalamnya.
6. Letakkan alat di atas pelat dasar dengan corong besar menghadap ke bawah, buka keran pelan-pelan sehingga pasir masuk ke dalam lubang. Setelah pasir berhenti mengalir, tutup keran kembali, dan timbanglah alat dengan sisa pasir (W4).

7. Ambil tanah sedikit dari kaleng untuk menentukan kadar air (w).
8. Lakukan analisa perhitungan dengan rumus yang ditentukan.

IV Interpretasi

Perhitungan berat isi pasir:

$$\gamma_{sand} = \frac{W_3 - W_1}{W_2 - W_1}$$

Perhitungan berat tanah basah dalam lubang:

$$= W_5 - W_6$$

Perhitungan sisa pasir di lubang:

$$W_7 = (W_3 - W_4) - W_f$$

Perhitungan volume sisa pasir di lubang :

$$V = W_7 / \gamma_{sand}$$

Perhitungan berat isi tanah basah :

$$\gamma_w = W / V$$

Perhitungan isi tanah kering :

$$\gamma_{dry\ field} = \gamma_w / (1 + w)$$

Perhitungan derajat kepadatan :

$$\text{Derajat kepadatan} = \frac{\gamma_{dry\ field}}{\gamma_{dry\ lab}}$$

Dimana :

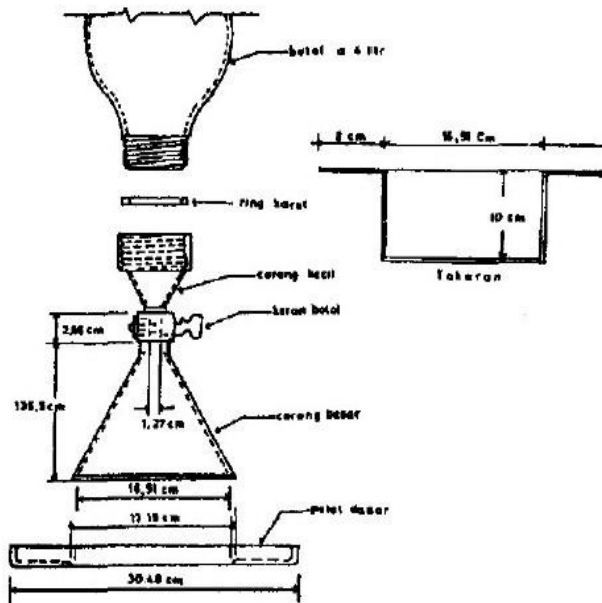
- W_1 = Berat botol + corong kosong (gram)
- W_2 = Berat botol + corong air (gram)
- W_3 = Berat botol + pasir + corong (gram)
- W_4 = Berat sisa pasir + botol + corong (gram)
- W_5 = Berat tanah basah + kaleng lapangan (gram)
- W_6 = Berat kosong kaleng lapangan (gram)
- W_7 = Berat sisa pasir di lubang (gram)
- W = Berat tanah basah dalam lubang (gram)
- V = Volume sisa pasir di lubang (cm³)
- γ_w = Berat isi tanah basah (gram/cm³)
- w = Kadar air (%)

$\gamma_{dry\ field}$ = Berat isi tanah kering pengujian lapangan(gram/cm³)

$\gamma_{dry\ lab}$ = Berat isi tanah kering pengujian laboratorium(gram/cm³)

Perhitungan Kepadatan Tanah di Lapangan		Hasil Pengujian Kompaksi	
No. Titik		Berat isi tanah kering maksimum, $\gamma_{dry\ lab}$ (gram/cm ³)	
Berat botol + corong kosong, W_1 (g)		Kadar air optimum, w (%)	
Berat botol + corong + air, W_2 (g)		Data Sand Cone	
Berat botol + corong + pasir, W_3 (g)		Berat isi pasir, γ_{sand} (gram/cm ³)	
Berat botol + corong + sisa pasir, W_4 (g)		Berat pasir di corong, W_f (g)	
Berat tanah basah + kaleng lapangan, W_5 (g)		Hasil Pengujian Kadar Air	
Berat kaleng lapangan, W_6 (g)		Speedy Moisture Test - Direct Reading (%)	
Berat tanah basah dalam lubang, W (g)		Oven dry moisture content, w (%)	
Berat sisa pasir di lubang, W_7 (g)			
Volume sisa pasir di lubang, V (cm ³)			
Berat isi tanah basah, γ_{wet} (gram/cm ³)			
Berat isi tanah kering, $\gamma_{dry\ field}$ (gram/cm ³)			

Derajat Kepadatan = $\frac{\gamma_{dry\ field}}{\gamma_{dry\ lab}}$ = _____ = _____ %



PENGUJIAN 10 : DYNAMIC CONE PENETRATION (DCP)

1. Pendahuluan

Dynamic Cone Penetration (DCP) merupakan salah satu pengujian yang dilakukan di lapangan, yang secara tidak langsung dapat dipakai untuk menentukan nilai CBR dari tanah dasar (Sub-Grades). Pelaksanaan percobaan ini sangat mudah dan hasilnya dapat diperoleh secara cepat, sehingga lebih ekonomis jika dibandingkan dengan melakukan pengujian CBR lapangan secara konvensional. Meskipun demikian, untuk mendapatkan korelasi nilai CBR lapangan yang tepat, disarankan agar dalam pelaksanaan percobaan ini, dilakukan pula percobaan CBR secara paralel.

Melalui pengujian ini dapat diperoleh sebuah rekaman yang menerus dari kekuatan relatif tanah (CBR) sampai dengan kedalaman 90 cm di bawah permukaan sub-grade. Lapisan dari material perkerasan yang ada harus dibuang terlebih dahulu sebelum percobaan ini dilaksanakan. Pengukuran dan pencatatan data lapangan terdiri atas pasangan jumlah tumbukan (n) dan kedalaman penetrasi (cm).

Tujuan dari percobaan ini untuk mengetahui nilai CBR terbesar dan terkecil dari sub-base perkerasan pada kedalaman tertentu.

2. Peralatan

8. Pemegang
9. Batang bagian atas diameter 16 mm, tinggi-jatuh setinggi 575 mm
10. Penumbuk berbentuk silinder berlubang, berat 8 kg
11. Landasan penahan penumbuk terbuat dari baja
12. Cincin peredam kejut
13. Pegangan untuk pelindung mistar penunjuk kedalaman
14. Batang bagian bawah, panjang 90 cm, diameter 16 mm

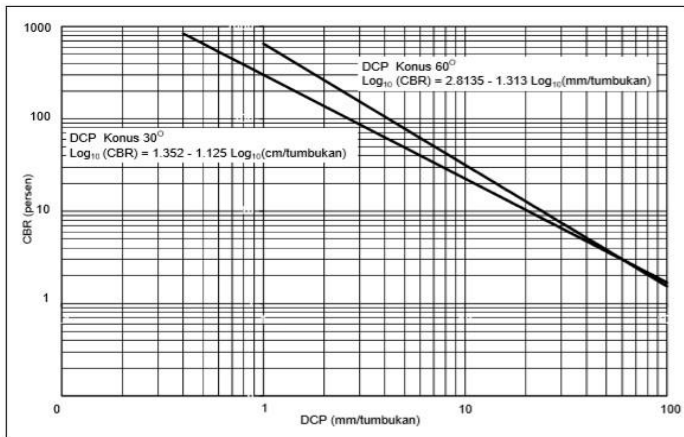
15. Batang penyambung, panjang antara 40 cm sampai dengan 50 cm, diameter 16 mm dengan ulir dalam di bagian ujung yang satu dan ulir luar di ujung lainnya
16. Mistar berskala, panjang 1 meter, terbuat dari plat baja
17. Konus terbuat dari baja keras berbentuk kerucut di bagian ujung, diameter 20 mm, sudut 60°
18. Cincin pengaku

3. Metode Pelaksanaan

1. Letakkan alat DCP pada titik uji di atas lapisan yang akan diuji.
2. Pegang alat yang sudah terpasang pada posisi tegak lurus di atas dasar yang rata dan stabil, kemudian catat pembacaan awal pada mistar pengukur kedalaman.
3. Angkat penumbuk pada tangkai bagian atas dengan hati-hati sehingga menyentuh batas pegangan.
4. Lepaskan penumbuk sehingga jatuh bebas dan tertahan pada landasan.
5. Lakukan secara berulang langkah ke- 3 dan 4 di atas, catat jumlah tumbukan dan kedalaman pada formulir 1-DCP, sesuai ketentuan-ketentuan sebagai berikut:
 - a. untuk lapis fondasi bawah atau tanah dasar yang terdiri dari bahan yang tidak keras maka pembacaan kedalaman sudah cukup untuk setiap 1 tumbukan atau 2 tumbukan.
 - b. untuk lapis fondasi yang terbuat dari bahan berbutir yang cukup keras, maka harus dilakukan pembacaan kedalaman pada setiap 5 tumbukan sampai dengan 10 tumbukan.
6. Hentikan pengujian apabila kecepatan penetrasi kurang dari 1 mm/3 tumbukan. Selanjutnya lakukan pengeboran atau penggalian pada titik tersebut sampai mencapai bagian yang dapat diuji kembali.

7. Pengujian per titik, dilakukan minimum duplo (dua kali) dengan jarak 20 cm dari titik uji satu ke titik uji lainnya. Langkah-langkah setelah pengujian; 1) Siapkan peralatan agar dapat diangkat atau dicabut ke atas.
8. Angkat penumbuk dan pukulkan beberapa kali dengan arah ke atas sehingga menyentuh pegangan dan tangkai bawah terangkat ke atas permukaan tanah.
9. Lepaskan bagian-bagian yang tersambung secara hati-hati, bersihkan alat dari kotoran dan simpan pada tempatnya.
10. Tutup kembali lubang uji setelah pengujian.

4. Interpretasi



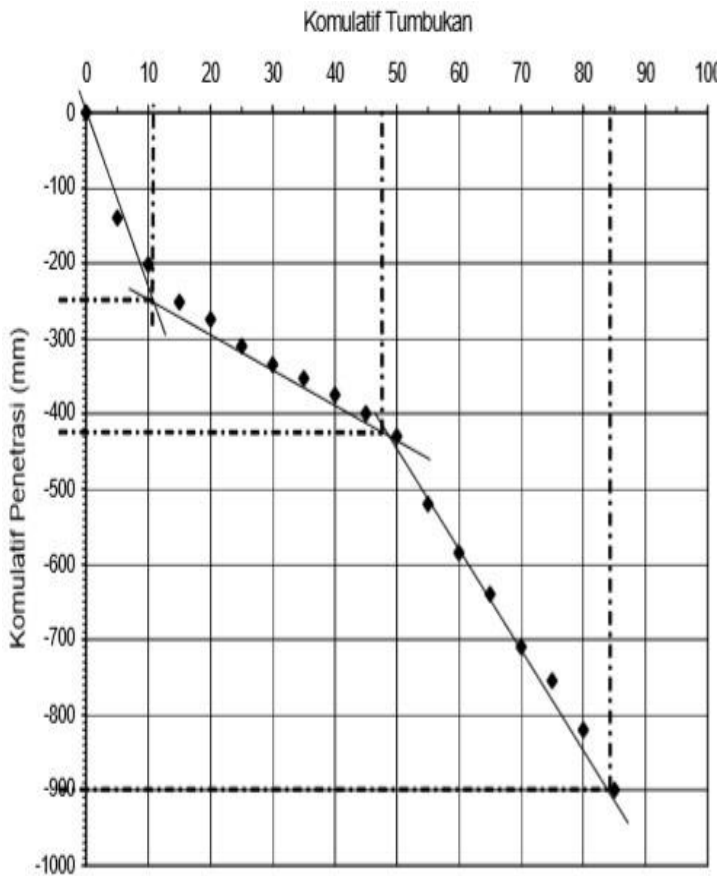
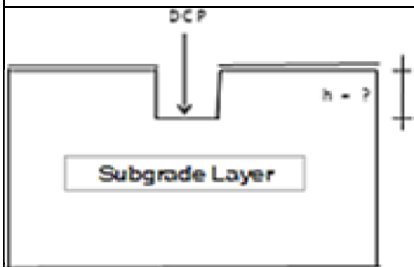


TABLE 2. DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST

PROJECT : PRAKTIKUM LABORATORIUM MEKANIKA TANAH II
 LOCATION :
 SAMPLING DEPTH :
 TESTING METHOD :

Degree of Conus : 30° / 60°

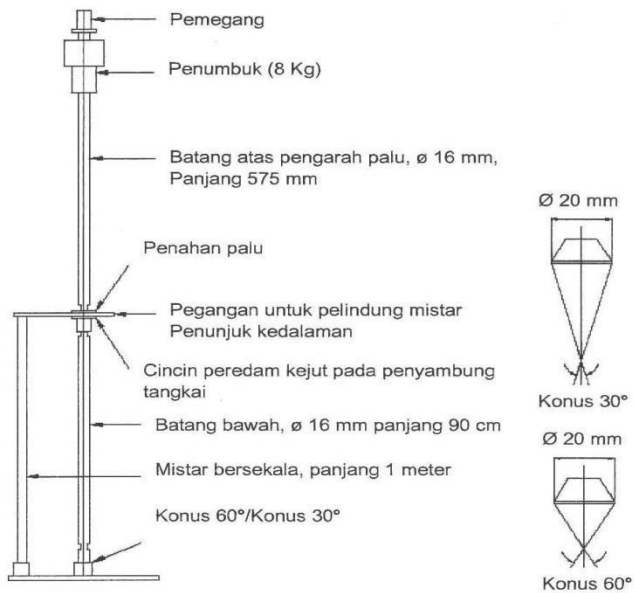


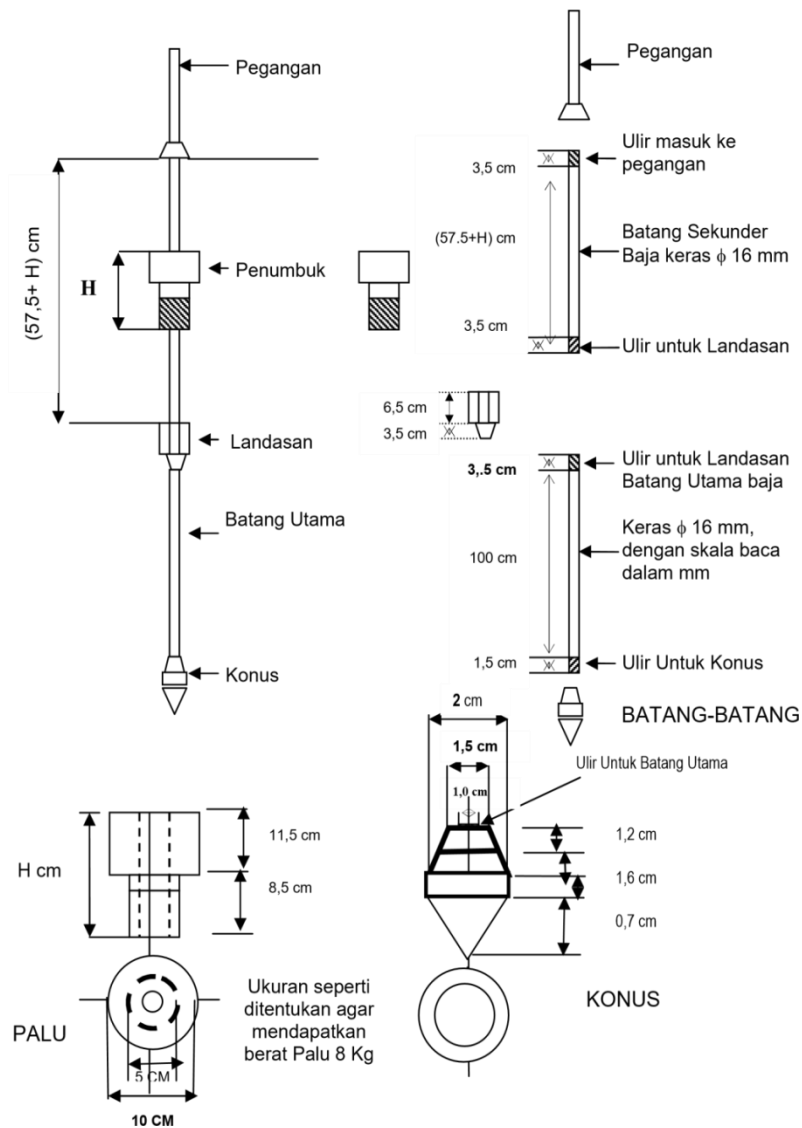
DCP Station :

 Subgrade Material :

 No : _____ DCP Depth, h : _____

Blows	Cumulative Blows	Penetration (mm)	Cumulative Penetration (mm)	DCP (mm/blows)





PENGUJIAN 11 : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

1. Pendahuluan

CBR atau California Bearing Ratio merupakan sebuah perbandingan antara beban penetrasi dari suatu lapisan tanah atau perkerasan terhadap bahan standar yang dilakukan dengan kedalaman serta kecepatan penetrasi yang juga sama.

2. Peralatan

7. Mesin penetrasi CBR
8. Mould CBR
9. Collar (Leher sambung)
10. Keping pemisah □ Palu penumbuk
11. Piston penetrasi
12. Dial
13. Stopwatch
14. Alat Pengeluar contoh (extruder mould)
15. Timbangan
16. Kertas saring
17. Bak perendam
18. Peralatan Pengukur Pengembangan
19. Oven laboratorium
20. Cawan
21. Pisau pemotong
22. Sendok pengaduk
23. Talam

3. Metode Pelaksanaan

4. Ambil contoh tanah kering seperti yang digunakan pada percobaan pemadatan, sebanyak 3 contoh dengan berat masing-masing 6 kg.
5. Campur bahan tersebut dengan air sampai kepadatan air optimum. Untuk mencapai kadar air optimum tersebut diperlukan penambahan air sesuai kadar air optimum.

6. Masukkan contoh tersebut ke dalam kantong plastik dan tutup dengan rapat agar tidak terjadi penguapan. Diamkan selama 24 jam .
7. Pasang CBR mould pada alas dan timbang. Apabila akan dilakukan CBR rendaman, masukkan keping pemisah, lalu letakkan kertas saring di atasnya, kemudian oleskan oli pada mould dan collar.
8. Padatkan masing-masing contoh tersebut dalam CBR mould dengan jumlah tumbukan 10, 25, 56 dengan jumlah lapisan dan berat pemadat sesuai dengan penggunaan pemadatan ringan (standard compaction). Bila contoh tersebut akan direndam, periksa kadar airnya sebelum dipadatkan. Bila contoh tersebut tidak direndam maka pemeriksaan kadar air dilakukan setelah benda uji dikeluarkan dari cetakan.
9. Lepaskan collar lalu ratakan permukaan contoh dengan alat perata. Tambal lubanglubang yang mungkin terjadi karena lepasnya butir-butir kasar dengan bahan yang lebih halus
10. Untuk CBR Rendaman, keluarkan keping pemisah dan kertas saring, baliklah dan pasang kembali mould yang berisi contoh pada alas, kemudian timbang
11. Untuk pemeriksaan CBR langsung, contoh ini langsung ditimbang.
12. Bila dikehendaki CBR yang direndam (CBR Soaked) harus dilakukan langkahlangkah sebagai berikut:
 - a. Pasang kertas saring di kedua permukaan contoh dalam mould, lalu pasang kembali alasnya dengan posisi mould terbalik.
 - b. Letakkan keping beban di atasnya, seberat 10 lbs (sebagai beban pengganti yang akan dilimpahkan pada tanah nantinya).
 - c. Rendam mould tersebut dalam air, sehingga air dapat meresap dari atas maupun dari bawah. Pasang alat

- pengukur pengembangan, cacat pembacaan pertama, kemudian pembacaan dilakukan setiap 4 x 24 jam.
- d. Permukaan air selama perendaman harus tetap (kira-kira 2,5 cm) di atas permukaan contoh. Bila contoh sudah tidak mengalami pengembangan sebelum 2 x 24 jam, proses perendaman dihentikan. Catat pembacaan pada akhir perendaman.
 - e. Angkat mould dari dalam air, buang genangan air yang ada di atasnya. Kemudian diamkan selama 5 – 10 menit. Angkat alat pengukur pengembangan dan keeping, kemudian mould beserta isinya ditimbang kembali.
13. Pasang kembali keping beban seberat 10 lbs di atas permukaan benda uji. Letakkan mould diatas piringan penekan pada alat penetrasi CBR.
 14. Atur piston penerrasi supaya menyentuh permukaan benda uji, kemudian letakkan penetrasi sampai arloji beban menunjukkan beban permukaan sebesar 4.5 kg atau 10 lbs. pembebanan permukaan ini diperlukan untuk menjamin bidang sentuh yang sempurna antara torak dengan permukaan benda uji. Kemudian arloji penunjuk beban dan arloji pengukur penetrasi dinolkan.
 15. Berikan pembebanan yang teratur sehingga kecepatan penetrasi mendekati kecepatan 1.27 mm/menit atau 0,05"/menit.
 16. Catat beban maksimum dan penetrasi bila pembebanan maksimum terjadi sebelum penetrasi 0.05".
 17. Keluarkan benda uji dari tekanan dan tentukan kadar air dari seluruh lapisan. Benda uji untuk pemeriksaan kadar air sekurang-kurangnya 100 gram untuk tanah berbutir halus, sedangkan untuk tanah berbutir kasar sekurang-kurangnya 500 gram.

18. Interpretasi

Perhitungan kadar air :

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

Perhitungan berat isi basah :

$$\gamma_{wet} = \frac{W_{wet}}{V_{mould}}$$

Perhitungan berat isi kering :

$$\gamma_{dry} = \frac{\gamma_{wet}}{(1 + w)}$$

w	= Kadar air	(%)
W_w	= Berat air	(gram)
W_d	= Berat tanah kering	(gram)
W_{wet}	= Berat tanah basah	(gram)

Dimana :

$$\gamma_{wet} = \text{Berat isi tanah basah} \quad (\text{gram/cm}^3)$$

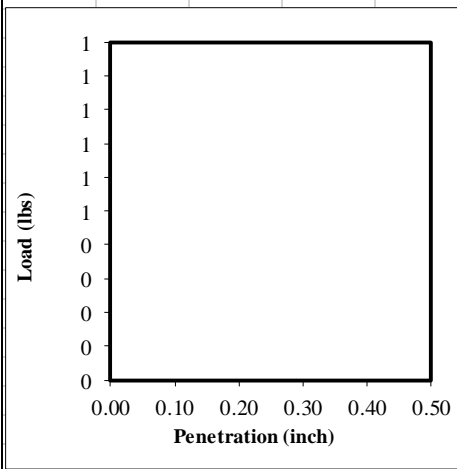
$$\gamma_{dry} = \text{Berat isi tanah kering} \quad (\text{gram/cm}^3)$$

CALIFORNIA BEARING RATIO TEST RESULT

Project				Tested By			
Location				Testing Method		: ASTM D 1883-07	
Sample Number							
Weight of Mould		:		gr			
Weight Of Wet Soil + Mould		:		gr			
Weight Of Soil		:		gr			
Mould Volume		:		cm3			
Wet Density		:		gr/cm3			
Dry Density		:		gr/cm3			

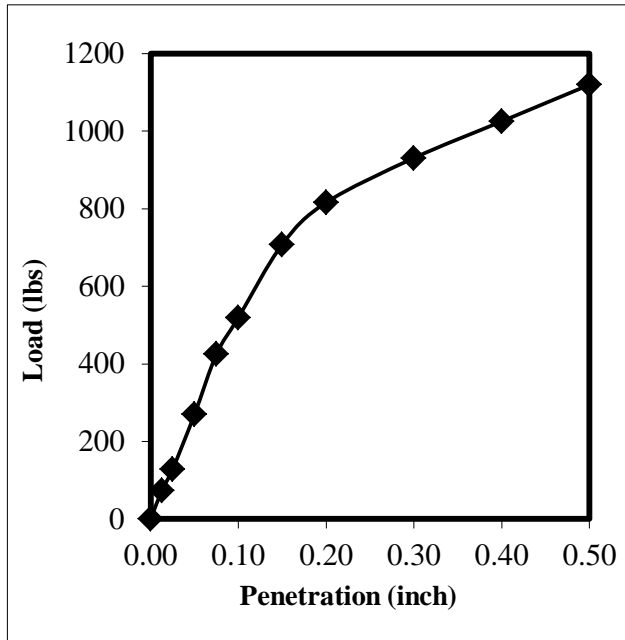
Proving ring Calibration 50 KN cap. lbs/Dev = 6.7443

Time (Min)	Penetration (inch)	Dial Reading	Load (lbs)
0.00	0.00		
0.25	0.013		
0.50	0.025		
1.00	0.050		
1.50	0.075		
2.00	0.100		
3.00	0.150		
4.00	0.200		
6.00	0.300		
8.00	0.400		
10.00	0.500		

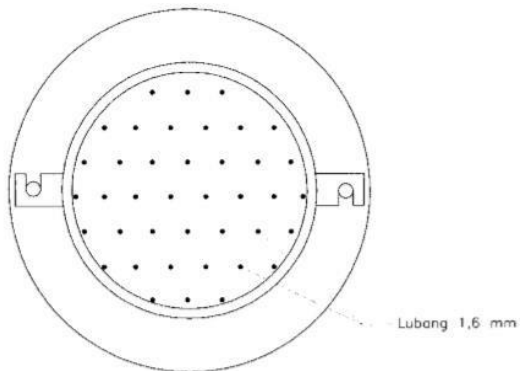


	Load (lbs)	CBR (%)
0.1		
0.2		

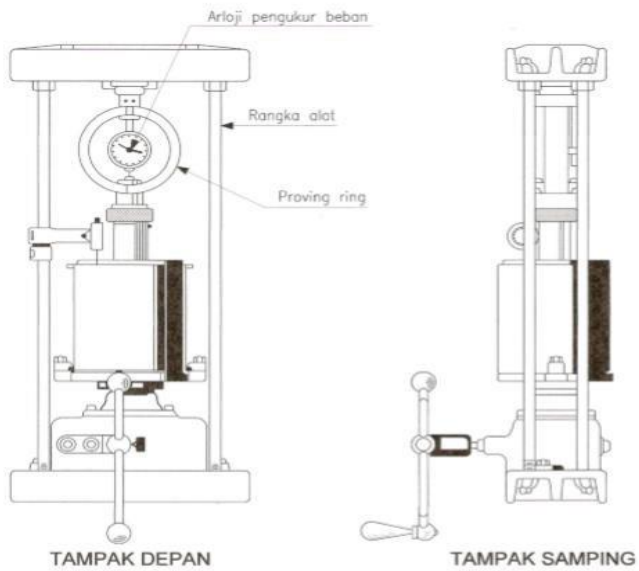
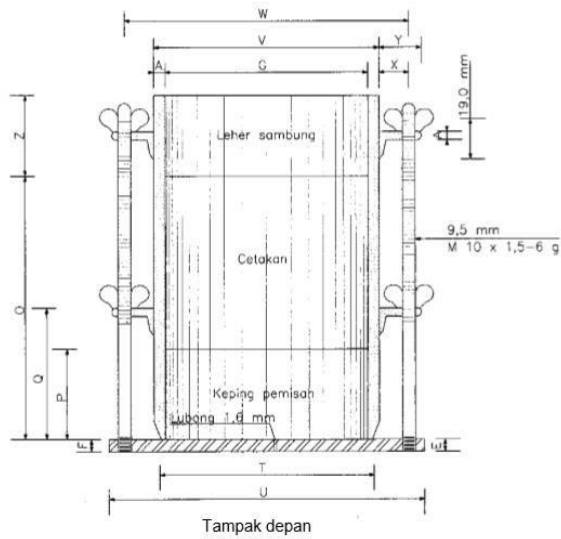
CBR 0.00 %



CBR No.	General Rating	Uses	Classification System	
			Unified	AASHTO
0 – 3	Very Poor	Subgrade	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3 – 7	Poor to fair	Subgrade	OH, CH, MH, OL	A4,A5,A6,A7
7 – 20	Fair	Subbase	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20 – 50	Good	Base, subbase	GM, GC, SW, SM, SP, GI	A1b, A2-5, A3, A2-6
> 50	Excellent	Base, subbase	GW,GM	A1a, A2-4, A3



Tampak atas



PENGUJIAN 12 : UNCONFINED COMPRESSION TEST (UCT)

1. Pendahuluan

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan tekan bebas tanah kohesif dalam keadaan asli (undisturbed) maupun keadaan buatan (remoulded). Yang dimaksud kekuatan tekan bebas adalah tekanan aksial benda uji pada saat mengalami keruntuhan atau pada saat regangan aksial mencapai 20%.

2. Peralatan

7. Mesin Unconfined Compression Test
8. Alat pengeluar contoh
9. Dial Deformasi
10. Stopwatch
11. Timbangan dengan ketelitian 0,01 g
12. Tabung spesimen dengan diameter 5,5 cm, tinggi 11 cm
13. Pisau pemotong
14. Jangka Sorong
15. Oven laboratorium
16. Cawan

3. Metode Pelaksanaan

A. Undisturbed Sample

1. Siapkan benda uji.
2. Keluarkan contoh tanah dari tabung sampel sepanjang 11 cm dengan menggunakan ekstruder lalu dipotong dan diratakan, hitung isi tabung penuh.
3. Pasang cetakan benda uji di depan tabung contoh lalu dikeluarkan contoh tanah dengan ekstruder sehingga tabung uji terisi penuh dengan tanah.
4. Ratakan tanah yang menonjol di kedua ujung cetakan benda uji dengan pisau pemotong.
5. Keluarkan benda uji dari dalam cetakan. Alat pengeluar contoh.
6. Timbang benda uji tadi.
7. Letakkan pada plat penekan secara sentris.
8. Atur ketinggian pelat penekan atas agar tepat menyentuh permukaan atas tanah.
9. Atur dial beban maupun deformasi pada posisi nol.
10. Lakukan penekanan dengan memutar engkol (mesin manual) atau menghidupkan motor (mesin elektrik). Kecepatan penekanan diambil 1,25 sampai 2 mm permenit.
11. Baca dial beban tiap penurunan 0,2 mm.
12. Setelah dicapai beban maksimum atau pembacaan beban deformasi mengalami penurunan sehingga sampel mengalami keruntuhan, kemudian gambar pola keruntuhan tanah.
13. Oven benda uji tersebut.
14. Tentukan kadar air benda uji.

B. Disturbed/Remolded Sample

1. Siapkan benda uji, tentukan dan kadar air optimum dari benda uji tersebut.
2. Ambil tanah yang lolos saringan No. 10.

3. Siapkan tabung/pipa beri Vaseline bagian dalamnya, tentukan berat isi tanah dan kadar air optimum yang akan dimasukkan ke dalam mould, lakukan pemadatan dengan mengacu pada standar proctor.
4. Keluarkan benda uji dengan alat pengeluar contoh.
5. Letakkan benda uji pada plat bawah yang diameternya sama dengan diameter benda uji, kemudian pasang plat atas yang bertangkai melalui benda uji sambil diratakan bagian pinggirnya dengan spatula sampai mencapai ketinggian 11 cm.
6. Timbang benda uji.
7. Letakkan benda uji pada plat penekan di bawah mesin tekan.
8. Atur ketinggian plat penekan atas agar tepat menyentuh permukaan atas benda uji.
9. Putar dial beban maupun dial deformasi pada posisi nol.
10. Lakukan penekanan dengan memutar engkol (mesin manual) atau menghidupkan Motor (mesin elektrik). Kecepatan penekanan diambil 1,25 sampai 2 mm permenit.
11. Baca dial beban tiap penurunan 0,2 mm.
12. Setelah dicapai beban maksimum atau pembacaan beban deformasi mengalami penurunan sehingga sampel mengalami keruntuhan, kemudian gambar pola keruntuhan tanah.
13. Oven benda uji tersebut.
14. Tentukan kadar air benda uji.

4. Interpretasi

Perhitungan

- ❖ Dasar Regangan Aksial dihitung dengan rumus :

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100 \%$$

ϵ = Regangan Aksial (%)

ΔL = Perubahan panjang benda uji (cm)

L_0 = Panjang benda uji semula (cm)

- ❖ Luas penampang benda uji rata-rata :

$$A_1 = \frac{A_0}{1 - \epsilon}$$

A_0 = Luas penampang benda uji semula (cm²)

- ❖ Perhitungan besar Tegangan Normal :

$$\sigma_n = P/A \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

P = F X N (kg)

N = Pembacaan Arloji Tegangan

F = Angka Kalibrasi dari cincin penguji (*Proving Ring*)

- ❖ *Unconfined Compression* :

$$q_u = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

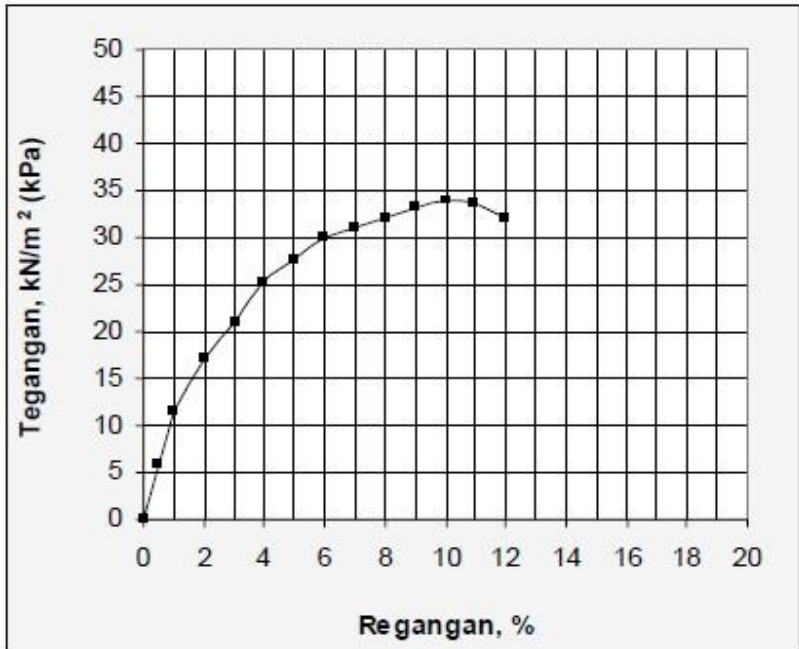
- ❖ *Sensitivity* :

$$St = \frac{q_u \text{ Undisturbed}}{q_u \text{ remolded}}$$

Form Data Percobaan Undisturbed

Lokasi :
Tanggal Praktikum :
Kelompok :
Asisten :

Pemb. Arloji (Penurunan) (mm)	Pemb. Arloji (Tegangan) (div.)	Regangan ϵ (%)	Beban (kg)	Luas Terkoreksi $A' = A_0 / (1 - E)$ (cm ²)	Tegangan (kg/cm ²)
0,0					
0,5					
1,0					
1,5					
2,0					
2,5					
3,0					
3,5					
4,0					
4,5					
5,0					
5,5					
6,0					
6,5					
7,0					
7,5					
8,0					
8,5					
9,0					
9,5					
10,0					



Consistency	q_u (lb/ft ²)
Very soft	0 – 500
Soft	500 – 1000
Medium	1000 – 2000
Stiff	2000 – 4000
Very stiff	4000 – 8000



PENGUJIAN 13 : DIRECT SHEAR

1. Pendahuluan

Pemeriksaan ini adalah untuk menentukan kuat geser tanah setelah mengalami konsolidasi akibat suatu beban dengan drainase 2 arah. Pemeriksaan dapat dilakukan dengan single shear atau double shear.

2. Peralatan

11. Mesin geser langsung yang terdiri atas:
 - a. Alat penggeser horizontal, dilengkapi dengan dial deformasi vertical, dial regangan horizontal, dan dial beban
 - b. Pembebanan vertikal, terdiri atas penggantung dan keping beban
 - c. Kotak geser, terdiri atas 2 buah batu berpori, pelat besi, dan baut pengunci
12. Ring benda uji
13. Alat pengeluar contoh (extruder)
14. Pisau pemotong
15. Kertas saring
16. Jangka sorong
17. Timbangan ketelitian 0.01 gr
18. Stopwatch
19. Oven laboratorium
20. Botol aquades
21. Diameter minimum benda uji berbentuk lingkaran adalah 50 mm.
22. Tebal minimum benda uji 13 mm, namun tidak kurang dari 6 kali diameter butiran maksimum.
23. Perbandingan diameter dan tebal benda uji yaitu 2 : 1.
24. Untuk benda uji asli (utuh) contoh tanah yang akan digunakan harus cukup banyak untuk membuat benda uji minimal sebanyak 3 benda uji yang identik, dalam

menyiapkan benda uji harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak menyebabkan gangguan pada struktur alami tanah.

25. Untuk benda uji buatan (remoulded) contoh tanah yang digunakan diupayakan mempunyai kadar air dan berat isi tanah yang sesuai dengan yang dikehendaki. Khususnya untuk tanah pasir lepas, contoh tanah biasanya dicetak langsung ke dalam mould geser dengan nilai kepadatan relatif yang dikehendaki. Sedangkan untuk jenis tanah yang lain contoh dipadatkan terlebih dahulu dalam cetakan sesuai prosedur percobaan pemadatan.

3. Metode Pelaksanaan

11. Ukur diameter serta volume ring menggunakan jangka sorong dan timbang massanya dengan timbangan ketelitian 0.01 gr.
12. Keluarkan benda uji menggunakan ekstruder, cetak pada ring dan ratakan menggunakan pisau pemotong, lalu timbang massa ring beserta benda uji
13. Masukkan benda uji ke dalam kotak geser pengujian yang telah terkunci menjadi satu serta pasang batu berpori yang sudah dilapisi dengan kertas saring pada bagian bawah dan atas benda uji serta pelat besi, dan kencangkan baut pengunci pada kotak geser
14. Pasang kotak geser pada arah mendatar pada mesin geser langsung dan pasang piston penekan vertikal untuk memberi beban normal pada benda uji. Piston harus dipasang tegak lurus permukaan benda uji sehingga beban yang diterima oleh benda uji sama dengan beban yang diberikan pada piston tersebut. Atur arloji deformasi vertical dan horisontal pada posisi nol pembacaan.
15. Beri beban normal yang pertama sesuai dengan beban yang diperlukan. Sebagai pedoman, besar beban normal pertama (termasuk berat penggantung) yang diberikan diusahakan

agar menimbulkan tegangan pada benda uji minimal sebesar tegangan geostatik di lapangan.

16. Pada pengujian consolidated drained/undrained, segera beri air sampai di atas permukaan benda uji dan pertahankan selama pengujian.
17. Pada pengujian tanpa konsolidasi (unconsolidated), beban geser dapat segera diberikan setelah pemberian beban normal pada langkah (5).
18. Sedangkan pada pengujian dengan konsolidasi (consolidated), sebelum melakukan penggeseran, lakukan terlebih dahulu pencatatan proses konsolidasi tersebut pada waktu waktu tertentu dan tunggu sampai konsolidasi selesai. Gunakan cara Taylor untuk menetapkan waktu (t_{50}), yaitu pada saat derajat konsolidasi $U = 50\%$.
19. Kecepatan penggeseran horisontal dapat ditentukan berdasarkan jenis pengujian:
 - a. Pada pengujian tanpa pengaliran (undrained test) ditetapkan sebesar 0,50 s.d. 2,00 mm/menit.
 - b. Pada pengujian dengan pengaliran (drained test) kecepatan pergeseran horisontal didapat dengan cara membagi deformasi geser dengan $50 t_{50}$. Deformasi maksimum diperkirakan sebesar 10% diameter/lebar asli benda uji.
20. Lepaskan baut pengunci, kemudian nyalakan mesin geser langsung hingga kotak geser atas dan bawah terpisah 0,5mm.
21. Lakukan penggeseran sampai jarum pada dial beban pada 3 (tiga) pembacaan terakhir berturut-turut menunjukkan nilai konstan. Baca arloji geser dan arloji beban setiap 15 detik sampai terjadi keruntuhan.
22. Lepaskan benda uji dari mesin lalu cari kadar air, berat isi dan lain sebagainya.

23. Untuk benda uji kedua, beri beban normal 2 (dua) kali beban normal yang pertama, kemudian ulangi langkah (6) sampai dengan (10).
24. Untuk benda uji ketiga, beri beban normal 3 (tiga) kali beban normal yang pertama, kemudian ulangi langkah (6) sampai dengan (10).

4. Interpretasi

Perhitungan tegangan geser maksimum :

$$\tau_{max} = \frac{P_{max}}{A}$$

Perhitungan kuat geser langsung :

$$S = \sigma \tan \phi_u + C_u$$

Dimana :

τ_{max}	= Tegangan geser maksimum	(kg/cm ²)
P_{max}	= Beban geser maksimum	(kg)
A	= Luas bidang geser benda uji	(cm ²)
S	= Kuat geser langsung	(kg/cm ²)
σ	= Tegangan normal	(kg/cm ²)
ϕ_u	= Sudut geser dalam tanah	(°)
C_u	= Kohesi	(kg/cm ²)

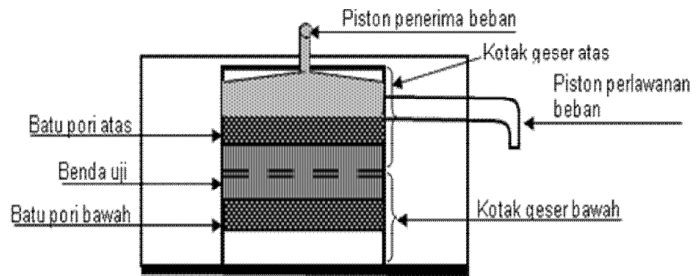
Form Data Percobaan Direct Shear

Lokasi :
 Tanggal Praktikum :
 Kelompok :
 Asisten :

Horizontal Dial Reading (div)	Horizontal Disp. Δh (mm)	P1			P2			P3		
		Load Ring Dial (div)	Gaya Geser (kg)	Tegangan Geser (τ_s)	Load Ring Dial (div)	Gaya Geser (kg)	Tegangan Geser (τ_s)	Load Ring Dial (div)	Gaya Geser (kg)	Tegangan Geser (τ_s)
25										
50										
75										
100										
125										
150										
175										
200										
225										
250										
275										
300										
325										
350										
375										

* faktor kalibrasi (ksf/div)





PENGUJIAN 14 : KOMPAKSI

1. Pendahuluan

Pengujian Kompaksi/Pemadatan dilakukan dengan tujuan:

1. Untuk mengetahui kadar air optimum pada suatu pemadatan dengan gaya tertentu.
2. Untuk mengetahui angka pori dan porositas tanah.
3. Untuk mengetahui berat isi tanah basah di lapangan.
4. Untuk mengetahui berat isi tanah kering di lapangan.

2. Peralatan

7. Mould, tempat untuk memadatkan, diameter \pm 10cm.
8. Palu besi, diameter 5 cm, tinggi jatuh = 30 cm, berat = 2,5 kg.
9. Strain egne (pengikir sendok).
10. Neraca analitis dan anak timbangan.
11. Cawan.
12. Gelas ukur.
13. Oven listrik.
14. Piknometer dan termometer.
15. Dongkrak.
16. Kantong plastik.
17. Air.
18. Contoh tanah lolos saringan No.4.

3. Metode Pelaksanaan

9. Contoh tanah di lapangan ditumbuk lalu disaring dengan saringan no.4.
10. Contoh tanah dibagi menjadi lima bagian (@ 2 Kg) dan masing-masing ditambahkan dengan air yang kadarnya berbeda dengan perbandingan 1X : 2X : 3X : 4X : 5X (misal: 150ml, 300ml, 450ml, 600ml, 750ml).

11. Contoh tanah dicampur dan diaduk secara merata. Kemudian ditaruh didalam plastik dan didiamkan selama 24 jam agar homogen.
12. Contoh tanah yang telah homogen dimasukkan ke dalam mould Kira-kira 1/3 bagian, lalu ditumbuk 25 kali. Ditambah 1/3 bagian lagi, ditumbuk merata sebanyak 25 kali. Kemudian ditambah 1/3 bagian lagi sampai mould terisi penuh dan ditumbuk merata sebanyak 25 kali
13. Contoh tanah yang berada dalam mould diratakan permukaannya sesuai dengan volume mould, kemudian ditimbang.
14. Menyiapkan 3 (tiga) buah cawan yang telah diketahui beratnya.
15. Contoh tanah dikeluarkan dari mould dengan dongkrak, kemudian dibagi menjadi tiga bagian. Pada masing-masing bagian diambil contohnya, ditimbang dengan cawan yang telah disiapkan sebelumnya, kemudian dioven selama 24 jam.
16. Kemudian cawan dan tanah yang telah dioven selama 24 jam tadi ditimbang untuk mendapatkan kadar airnya.
17. Hal yang sama dilakukan untuk sampel-sampel dengan kadar air yang berbeda.

4. Interpretasi

Perhitungan

Rumus-rumus yang digunakan :

Berat volume basah (γ_b)

$$(\gamma_b) = \text{berat volume tanah basah} / \text{volume tanah basah.}$$

Berat volume kering (γ_{dry})

$$\gamma_{dry} = \frac{\gamma_d}{1 - w}$$

Angka pori

$$e = \frac{G_s \cdot \gamma_w \cdot (1+w)}{\gamma_b} - \gamma_w$$

Porositas

$$n = \frac{e}{e+1}$$

Berat volume tanah jenuh (γ_{sat})

$$\gamma_{sat} = \gamma_b (1 - n) + n$$

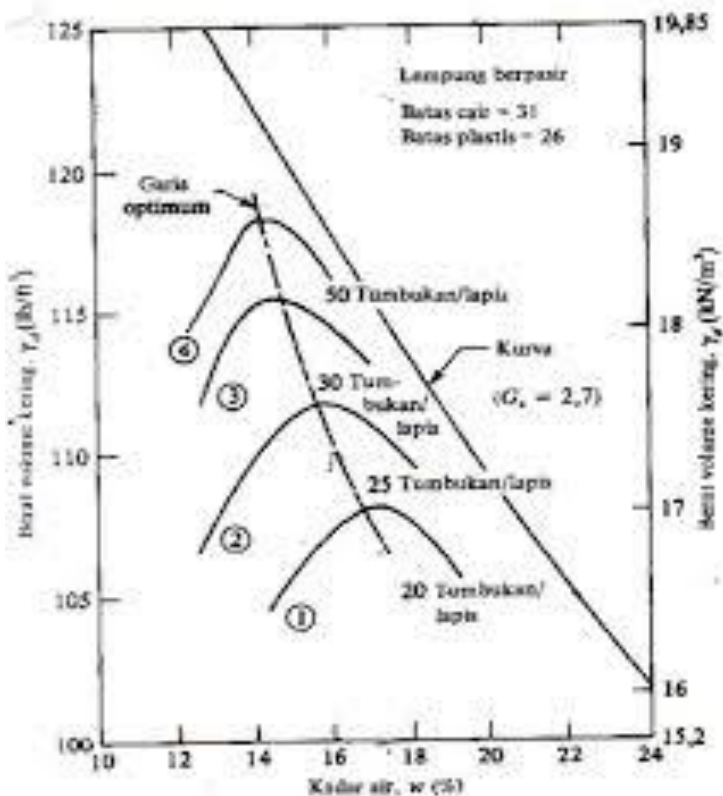
Dari rumus diatas, dibuat grafik-grafik hubungan :

Grafik hub. antara Kadar air dengan Gamma ZAV dan Gamma

Dry Grafik hub. antara Kadar air dengan Gamma Wet

Grafik hub. antara Kadar air dengan Angka Pori

Grafik hub. antara Kadar air dengan Porositas



DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASTM, “Standard Test Method for Permeability of Granular Soils,” vol. 68, no. Reapproved, pp. 1–5, 2000.
- [2] ASTM D4318, ASTM D 4318-10, and A. D4318-05, “Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils,” *Report*, vol. 04, no. March 2010, pp. 1–14, 2005, doi: 10.1520/D4318-17. Therefore.
- [3] A. D. 854 – 06, “Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer 1 ter (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass Purposes (Unified Soil Classification System) Engaged in the Testing and / or Inspection of Soil and Rock Construction Mate,” *Annu. B. ASTM Stand.*, vol. i, pp. 1–7, 2008.
- [4] ASTM-D-2216-98, “Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass,” *ASTM Int.*, no. January, pp. 1–5, 1998, doi: 10.1520/D2216-19.
- [5] E. Design, “Standard Test Method for Density of Soil in Place by the Drive-Cylinder Method 1,” *Changes*, vol. 04, pp. 3–7, 2002.
- [6] Astm D6913-04R2009, “Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis,” *ASTM Int. West Conshohocken, PA*, vol. 04, no. Reapproved 2009, pp. 1–35, 2004, doi: 10.1520/D6913-17.1.6.
- [7] ASTM D7928, “Standard Test Method for Particle-Size Distribution (Gradation) of Fine-Grained Soils Using the

Sedimentation (Hydrometer) Analysis,” *ASTM Int.*, pp. 1–25, 2021, doi: 10.1520/D7928-17.

- [8] ASTM-D1452-09, “Standard Practice for Soil Investigation and Sampling by Auger Borings,” *ASTM Int.*, pp. 1–6, 2009, doi: 10.1520/D1452-09.2.

