

# MODUL PRAKTIKUM PENYELIDIKAN GEOTEKNIK

Modul Ajar Praktikum Penyelidikan  
Geoteknik Tahun Ajaran 2023/2024



# Modul Praktikum PENYELIDIKAN GEOTEKNIK

Prof. Ir. Agus Setyo Muntohar, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.(Eng.)

Dr. Willis Diana, S.T., M.T.

Ir. Anita Widianti, M.T.

Dr. Ir. Edi Hartono, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

## HALAMAN PENGESAHAN

MODUL PRAKTIKUM PENYELIDIKAN GEOTEKNIK

SEMESTER GENAP TAHUN AJARAN 2023/2024

Modul Praktikum ini digunakan dalam pelaksanaan  
Praktikum Penyelidikan Geoteknik Tahun Ajaran 2023/2024 Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Modul ini telah disetujui dan diperiksa oleh tim asisten praktikum dan dosen  
Mata Kuliah Penyelidikan Geoteknik

Disahkan pada : 24 Februari 2024

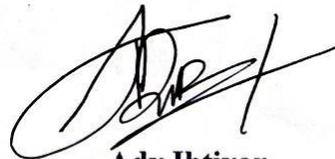
Disetujui,

Koordinator Tim Dosen Mata Kuliah  
Penyelidikan Geoteknik



**Dr. Wilis Diana. S. T., M.T.**  
NIP. 19740822200004123044

Koordinator Asisten Praktikum  
Penyelidikan Geoteknik



**Adv Ihtivar**  
NIM. 202001102

Mengetahui,

Ketua Program Studi



**Dr. Fuir Harsanto, S.T., M.T., Ph.D.**  
NIP. 19740607 201404 123 064

**TIM PENYUSUN**  
**MODUL PRAKTIKUM PENYELIDIKAN GEOTEKNIK**

No.	Nama	NIK/NIP	Jabatan
1	Dr. Wilis Diana. S. T., M.T.	19740822200004123044	Koordinator
2	Prof. Ir. Agus Setyo Muntohar, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.(Eng.)	19750814199904123040	Anggota
3	Ir. Anita Widianti, M.T.	196507201994032001	Anggota
4	Dr. Ir. Edi Hartono, S.T., M.T.	19730707199904123041	Anggota
6	Tim Asisten Praktikum Penyelidikan Geoteknik Tahun Akademik 2023/2024	-	Anggota

Yogyakarta,  
Mengetahui,  
Ketua Program Studi



**Ir. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D.**  
NIP. 19740607 201404 123 064

**DAFTAR TIM ASISTEN PRAKTIKUM  
PENYELIDIKAN GEOTEKNIK TAHUN  
AKADEMIK 2023/2024**

No.	Nama Asisten	NIM	Jabatan
1	Ady Ihtiyar	20200110263	Koordinator
2	Resta Anisah	20200110033	Anggota
3	Irma Damayanti	20200110246	Anggota
4	Ainiyah Fadiah R.A	20200110253	Anggota
5	Anggi Shintya Dewi	20200110258	Anggota
6	Issabel Anjani Rima Dona	20210110019	Anggota
7	Hamzah Imawan	20210110050	Anggota
8	Ahmad Choiry Fajar	20210110059	Anggota
9	Nisrina Khairunnisa Amalina	20210110108	Anggota
10	Dhivangga A'raf Perdana Putra	20210110124	Anggota
11	Rizky Dwi Maulana Saputra	20210110137	Anggota
12	M. Lutfi Hasani	20210110218	Anggota

Yogyakarta,  
Mengetahui,  
Ketua Program Studi



**Ir. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D.**  
NIP. 19740607 201404 123 064

# PENGANTAR

Dalam bidang Teknik Sipil, tanah merupakan elemen dasar yang perlu dipelajari karena tanah adalah tempat berdirinya bangunan-bangunan Teknik Sipil. Bangunan Teknik Sipil yang dibangun di perairan sekalipun masih memerlukan fondasi yang diletakkan hingga ke tanah dasar bahkan mencapai lapisan tanah keras. Seluruh beban struktur akan diteruskan oleh fondasi ke tanah dasar. Sebelum pelaksanaan konstruksi, pengetahuan terhadap sifat-sifat tanah dasar konstruksi memegang peranan yang penting, sehingga sifat-sifat tanah, baik sifat fisik, mekanis maupun hidraulika perlu diketahui dengan cermat. Oleh karena itu matakuliah Penyelidikan Geoteknik merupakan matakuliah wajib untuk mahasiswa program Sarjana Teknik Sipil. Dalam matakuliah tersebut tidak hanya diberikan teori tentang sifat-sifat tanah, tetapi termasuk pula praktik di laboratorium guna meningkatkan pemahaman sifat-sifat dan perilaku tanah pada tegangan dan regangan yang diberikan.

Secara umum sifat-sifat fisik, mekanis dan hidraulika tanah dapat ditentukan di laboratorium dan lapangan (*in situ tests*). Setiap pelaksanaan pengujian tanah di laboratorium harus mengikuti prosedur baku (*standard*) agar memberikan hasil yang baku pula. Namun tetap perlu diperhatikan bahwa kondisi tanah di lapangan sering sangat beragam (*non-homogeneity*). Sifat-sifat tanah dapat berbeda di suatu titik pengambilan sampel dengan titik lainnya pada jarak beberapa meter di sebelahnya. Pengambilan sampel tanah yang akan diuji setidaknya harus dapat mewakili keberagaman kondisi tanah di lapangan. Pendekatan teoritik dan empirik yang digunakan dalam praktik hanya akan memberikan hasil yang tepat apabila parameter yang digunakan berasal dari hasil pengujian tanah di laboratorium yang sesuai. Dengan demikian pengetahuan tentang pelaksanaan pengujian tanah di laboratorium memiliki peran yang sangat penting bagi profesi insinyur di bidang geoteknik.

Peralatan yang digunakan untuk pengujian laboratorium sering memiliki spesifikasi yang berbeda dan memiliki sensitifitas yang tinggi, sehingga perawatan peralatan yang memadai dan teratur akan memberikan hasil yang lebih akurat. Selain itu pada setiap pengujian diperlukan kalibrasi peralatan seperti timbangan, cincin-beban (*proving ring*), dan beban. Peralatan yang senantiasa dalam keadaan bersih akan menghasilkan pembacaan yang lebih akurat. Untuk itu setiap selesai pengujian, perlu tetap dijaga kebersihan peralatan yang digunakan.

Untuk menghasilkan pengujian yang baik, maka setiap hasil pengujian perlu dicatat dalam borang yang tersusun dengan rapi dalam tabel. Pencatatan hasil pengujian, seperti dimensi benda uji, deformasi, beban, dalam sembarang lembaran kertas dapat menyebabkan data hasil pengujian hilang atau kesalahan interpretasi. Oleh karena itu hasil pengujian harus dicatat dan disusun dalam susunan borang secara rapi. Dalam modul praktikum ini telah dilengkapi dengan tabel-tabel pengisian data hasil pengujian, sehingga lebih memudahkan dalam penyusunan.

## CAPAIAN PEMBELAJARAN LULUSAN

Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) Prodi yang dibebankan pada MK		Capaian Pembelajaran Matakuliah (CPMK)	Kemampuan akhir tiap tahap belajar (Sub-CPMK)
<b>CPL 8 (15%)</b>	Mampu menemukan sumber masalah rekayasa melalui proses penyelidikan, analisis, interpretasi data dan informasi berdasarkan prinsip-prinsip rekayasa.	<b>CPMK 2</b> Mampu mengikuti prosedur eksperimen bidang geoteknik	<b>Sub-CPMK6.</b> Mampu melakukan pengujian kuat geser tanah (uji triaksial, geser langsung, dan tekan bebas) di laboratorium sesuai standar SNI dan ASTM. <b>Sub-CPMK7.</b> Mampu melakukan pengujian konsolidasi tanah dan CBR di laboratorium.
<b>CPL 4 (20%)</b>	Mampu mengidentifikasi dan mengelola pekerjaan konstruksi secara profesional dan berintegritas dengan berdasarkan pada etika dan peraturan Teknik.	<b>CPMK 4</b> mampu memperlihatkan perilaku etis, menghormati, bersifat objektif dan menerapkan etika profesional dalam melaksanakan eksperimen dibidang geoteknik.	<b>Sub-CPMK10.</b> Mampu melaksanakan pengujian dengan memperhatikan aspek perilaku yang profesional. <b>Sub-CPMK11.</b> Mampu menghindari perilaku tidak etis berdasarkan peraturan Teknik seperti manipulasi data atau kesalahan yang disengaja.

## DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
TIM PENYUSUN	iv
DAFTAR TIM ASISTEN PRAKTIKUM	v
PENGANTAR	vi
CAPAIAN PEMBELAJARAN LULUSAN	vii
DAFTAR ISI	viii
BAB 1	
PENDAHULUAN	ix
BAB 2	
MODUL PERTAMA :	
PEMADATAN TANAH	1
I.    CBR Laboratorium	2
MODUL KEDUA :	
KONSOLIDASI SATU DIMENSI	18
II.   Konsolidasi Satu Dimensi	19
MODUL KETIGA :	
KUAT GESER TANAH	29
III.  Tekan Triaksial	30
IV.  Geser Langsung	40
V.   Kuat Tekan Bebas	50
MODUL KEEMPAT :	
DAYA DUKUNG TANAH	57
VI.  Uji Sondir ( <i>Cone Penetration Test</i> ) dan Pengeboran	58
VII. Uji Penetrasi Standar ( <i>Standard Penetration Test</i> )	64
BAB 3	
PRNUTUP	
DAFTAR PUSTAKA	viii

## BAB I PENDAHULUAN

### A. Deskripsi

Modul ini akan membahas tentang pengujian CBR, Konsolidasi, Triaxial, Geser Langsung, Tekan Bebas, Sondir, SPT, yang mencakup pengujian, pengisian data lapangan atau laboratorium dan Penggambaran Grafik hasil pengujian Serta dapat menyusun Laporan hasil Penyelidikan Geoteknik. penguasaan tata cara pelaksanaan pengujian, pengisian data lapangan/laboratorium dan penggambaran grafik hasil pengujian pada Laboratorium Uji Tanah.

### B. Kompetensi yang dikembangkan

1. Mampu melaksanakan pengujian tanah sesuai dengan American Society for Testing and Materials (ASTM) atau Standar Nasional Indonesia (SNI)
2. Mampu mengambil data hasil pengujian laboratorium dan pengujian lapangan
3. Mampu melakukan perhitungan dan penggambaran grafik hasil pengujian
4. Mampu memahami maksud dan tujuan pengujian geoteknik serta mampu menyusun laporan hasil penyelidikan geoteknik.

### C. Waktu

Laboratorium Uji Tanah ini dilaksanakan selama 22 Feb – 6 April pada semester yang berjalan.

### D. Tata Tertib Praktikum

1. Wajib Memakai jas laboratorium
2. Wajib memakai alat pelindung diri berikut ini :
  - Sepatu
  - Masker
  - Sarung tangan
  - Sepatu boot (untuk kegiatan tertentu)
3. Ketika masuk dan keluar laboratorium wajib sesuai jalur sirkulasi laboratorium.
4. Wajib mencuci tangan sebelum memulai praktikum (apabila pemeriksaan menggunakan bahan habis pakai tertentu).
5. Semua bahan habis pakai adalah **penting**, sehingga harus ditangani dengan prosedural dan hati-hati.

6. Semua bahan kimia harus dianggap **berbahaya**, oleh karena itu harus ditangani dengan prosedural dan hati-hati.
7. Tidak diperbolehkan makan, minum dan merokok selama kegiatan di dalam laboratorium.
8. Tidak menyentuh mulut dan mata pada saat sedang bekerja.
9. Tidak diperbolehkan menyimpan makanan di dalam lemari laboratorium yang digunakan untuk menyimpan bahan-bahan laboratorium.
10. Membersihkan semua peralatan bekas pakai dengan alat dan sabun cuci yang disediakan.
11. Membersihkan permukaan tempat bekerja atau meja kerja.
12. Mencuci tangan dengan sabun (dan desinfektan jika perlu) setiap kali selesai bekerja.

**BAB II  
PENGUJIAN**

**MODUL PERTAMA  
CBR LABORATORIUM**



**LABORATORIUM GEOTEKNIK - PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

## I. CBR LABORATORIUM

### A. TUJUAN

Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) yang dilakukan di laboratorium dengan sampel tanah yang dipadatkan berdasarkan hasil uji pemadatan, dalam kondisi rendam dan tanpa rendaman. Hasil pengujian dinyatakan nilai CBR Desain (%) yang digunakan dalam perencanaan jalan.

### B. STANDAR UJI ACUAN

*ASTM D1883 - 07e2 Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils*

### C. ALAT

1. Mesin penekan (lihat Gambar 1.1) dengan kapasitas dukung sekurang-kurangnya 4,45 ton yang mempunyai kepala atau dasar yang dapat bergerak teratur dengan kecepatan 1,27 mm/menit (0,05 in./menit), yang dilengkapi dengan cincin beban (*proving ring*) dan arloji ukurnya.



Gambar 1.1 Peralatan utama untuk uji CBR laboratorium. Silinder pemadatan CBR dengan diameter 6 in. dan tinggi 7 in., dilengkapi dengan silinder sambungan tinggi 2 in., dan pelat alas tebal 3/8 in. yang berlubang-lubang (lihat Gambar 1.2)



Gambar 1.2 Silinder pemadatan CBR dan kelengkapannya

2. Pelat ganjal (*spacer disk*), diameter 5,5/16 in., dan tebal 2,42 in.
3. Penumbuk standard (lihat pada pengujian pemadatan).
4. Pengukur pengembangan tanah, terdiri atas pelat berlubang-lubang dengan batang pengatur, tripod dan arloji-pengukur penetrasi.
5. Pelat-pelat beban berlubang di tengah yang utuh atau belah, berat masing-masing 5 lbs (2,27 kg).
6. Piston penetrasi penampang bulat luas 3 in<sup>2</sup>, panjang sekurang-kurangnya 4 in.
7. Alat perlengkapan lain seperti talam, timbangan, oven, kertas filter dan sebagainya.
8. Bak rendaman.

#### D. BAHAN

Contoh tanah yang digunakan adalah tanah yang lolos saringan No. 4. Namun, apabila seluruh contoh tanah yang akan diuji lolos saringan ¾-in (19 mm), maka gradasi tanah tersebut yang digunakan sebagai bahan uji. Benda uji disiapkan untuk pengujian tanpa rendaman dan untuk pengujian dengan rendaman.

#### E. LANGKAH KERJA

1. Persiapan benda uji
  - a. Siapkan contoh tanah kering seperti pada pengujian pemadatan sekurang-kurangnya 4,6 kg untuk tanah berbutir halus, atau 5,5 kg untuk tanah berbutir kasar.
  - b. Tambahkan sejumlah air pada contoh tanah tersebut sehingga kadar airnya menjadi  $w_{\text{optimum}}$  (data dari hasil pengujian pemadatan yang dilakukan sebelumnya). Banyaknya air yang ditambahkan adalah sebagai berikut ini.

$$W_w = W \left( \frac{w_{\text{opt}} - w_0}{1 + w_0} \right) \quad (1.1)$$

dengan

$W_w$  = volume air yang harus ditambahkan (ml)

$W$  = berat tanah (gram)

$w_{\text{opt}}$  = kadar air optimum (%)

$W_0$  = kadar air asli (%)

Jumlah air yang ditambahkan boleh sedikit lebih besar (0,5% atau 1%) untuk mengantisipasi penguapan.

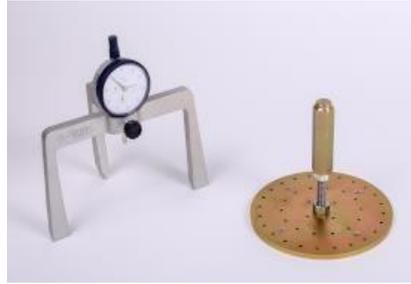
- c. Diamkan contoh tanah tersebut selama 24 jam (*curing period*) agar kadar airnya merata, dan tutup rapat-rapat agar airnya tidak menguap.

## 2. Pemadatan tanah

- a. Sebelum dilakukan pemadatan, periksa dan catat kadar air tanah.
- b. Timbang dan catat berat silinder beserta pelat bawahnya ( $W_c$ ). Pasang dan klem pelat alas pada silinder pemadatan dan juga pasang silinder sambungan.
- c. Olesi bagian dalam silinder dengan minyak pelumas secukupnya.
- d. Letakkan pelat ganjal (*spacer disk*) dalam silinder di atas pelat alas, kemudian letakkan kertas filter di atas pelat ganjal.
- e. Isi silinder dengan tanah basah yang sudah disiapkan sedemikian rupa sehingga setelah ditumbuk mempunyai ketinggian 1/3 tinggi silinder.
- f. Padatkan tanah basah tersebut di dalam silinder sebanyak 3 lapisan, dimana setiap lapisannya ditumbuk dengan jumlah tumbukan sesuai dengan yang sudah ditentukan. Jumlah tumbukan untuk CBR desain terdiri dari 3 variasi, yaitu 10, 25, dan 56 kali tumbukan.
- g. Lepaskan silinder sambungan, potong dan ratakan tanah padat dengan permukaan silinder pemadatan.
- h. Lepaskan pelat alas, balik silinder dan ambil pelat ganjal. Timbang dan catat berat silinder dengan tanah di dalamnya untuk menghitung berat volume tanah ( $W_{cb}$ ).
- i. Lakukan uji penetrasi.

## 3. Pengujian pengembangan (untuk kondisi dengan rendaman)

- a. Letakkan pelat berlubang (Gambar 1.3) di atas tanah yang berada di dalam silinder.
- b. Tambahkan pelat beban di atas pelat berlubang dengan jumlah beban yang sesuai dengan tekanan (berat lapisan perkerasan) yang akan bekerja pada tanah nantinya, tetapi sekurang-kurangnya 2 buah pelat beban (jumlah beratnya  $2 \times 5 \text{ lbs} = 10 \text{ lbs}$ ).
- d. Letakkan silinder yang berisi tanah beserta pelat bawahnya dan silinder tambahan di dalam bak rendaman selama 4 x 24 jam. Air harus dapat masuk ke dalam tanah, baik dari atas (*swell plate*) maupun dari bawah (*perforated plate*). Pasangkan tripod dan arloji ukur di atas pelat berlubang (Gambar 1.3). Atur sedemikian rupa sehingga arloji tepat berada di tengah-tengah pelat dan dalam posisi nol.



Gambar 1.3 Pelat berlubang (*perforated plate*) dan tripod beserta arloji ukur

- e. Tuangkan air ke dalam silinder dan bak rendaman hingga permukaan air menutupi permukaan silinder.
  - f. Catat perubahan deformasi tanah ( $\delta$ ) dengan membaca perubahan arloji ukur setiap waktu  $t = 1; 2; 4; 8; 12; 24; 36; 48; 72; 96$  jam. Selama proses pengembangan, tambahkan air bila permukaan air dalam silinder berkurang atau berada di bawah permukaan silinder. Hitung persen pengembangan (*swelling*) pada setiap interval waktu.
  - g. Selama perendaman setiap hari dibaca besarnya *swelling* yang terjadi, kemudian hitung *swelling* totalnya dalam % terhadap tinggi tanah semula.
  - h. Keluarkan silinder beserta tanah dari dalam bak rendaman. Keringkan bagian luar silinder, lalu timbang dan catat beratnya ( $W_{cbs}$ ).
  - i. Lakukan uji penetrasi.
4. Pelaksanaan penetrasi
- a. Letakkan pelat beban di atas tanah yang berada di dalam silinder, dengan jumlah beban yang sesuai dengan tekanan (berat lapisan perkerasan) yang akan bekerja pada tanah nantinya, tetapi sekurang-kurangnya 2 buah pelat beban (jumlah beratnya  $2 \times 5 \text{ lbs} = 10 \text{ lbs}$ ). Kemudian letakkan silinder pada mesin penetrasi dan atur piston penetrasi hingga menempel muka tanah.
  - b. Atur mesin penetrasi agar piston penetrasi sedikit menekan tanah, sehingga pada arloji terbaca tekanan sebesar 4,5 kg untuk menjamin kedudukan piston pada permukaan tanah. Atur arloji beban dan arloji penetrasi pada pembacaan nol.
  - c. Kerjakan pembebanan mesin, sehingga piston mempunyai kecepatan penetrasi sekitar 1,27 mm/menit (0,05 inch/menit). Baca dan catat besarnya penetrasi dan beban penetrasi pada saat-saat penetrasi sebesar 0,64 mm; 1,27 mm; 1,91 mm; 2,54 mm; 3,18 mm; 3,81 mm; 4,45 mm; 5,08 mm; 7,62 mm; 10,16 dan 12,70 mm (atau berturut-turut 0,025"; 0,05"; 0,075"; 0,10"; 0,125"; 0,15"; 0,175"; 0,2"; 0,3"; 0,4"; dan 0,5"). Catatlah beban penetrasi maksimum, apabila ternyata hal ini terjadi sebelum penetrasi 12,7 mm.
  - d. Keluarkan benda uji dari silinder, kemudian periksalah kadar air dari contoh yang diambil pada lapisan setebal 2,5 cm bagian atas benda uji. Atau jika dikehendaki data kadar air rata-rata dari benda uji, ambil contoh tanah dari bagian atas, bagian tengah dan bagian bawah dari benda uji. Banyaknya

contoh tanah yang diambil untuk pemeriksaan kadar air tersebut, sekurang-kurangnya 100 gram untuk tanah berbutir halus atau sekurang-kurangnya 500 gram untuk tanah berbutir kasar.

## F. PERHITUNGAN

### 1. Tekanan penetrasi dan grafik penetrasi

#### a. Beban penetrasi

Beban penetrasi  $P_1$  diperoleh dari konversi pembacaan arloji ukur beban  $X$ , yaitu:

$$P_1 = X \times K \quad (1.2)$$

dengan,

$P_1$  = beban penetrasi (lbs),

$X$  = pembacaan arloji ukur beban,

$K$  = faktor konversi beban = 2,205 lbs.

#### b. Tekanan penetrasi

$$P = \frac{P_1}{A_p} \quad (1.3)$$

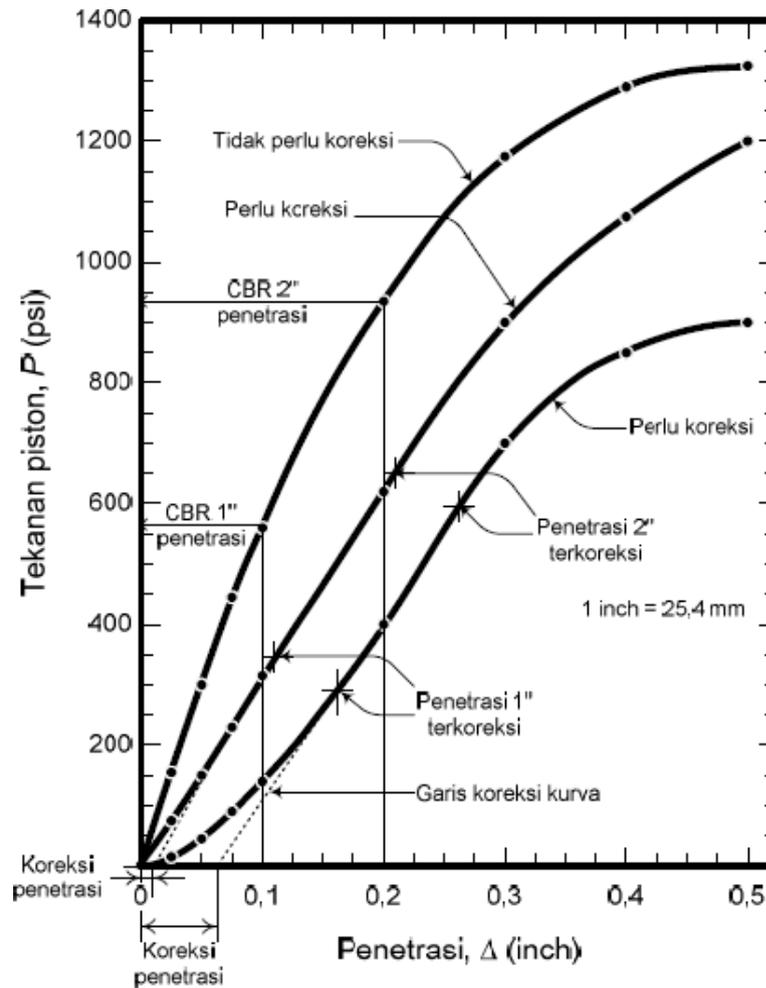
dengan,

$P$  = tekanan penetrasi (psi),

$P_1$  = beban penetrasi (lbs), dan

$A_p$  = luas penampang piston penetrasi = 3 in<sup>2</sup>.

- c. Gambarkan kurva hubungan antara penetrasi (sebagai absis) dan tekanan penetrasi  $P$  (sebagai ordinat). Dalam pengujian ini akan didapat 3 buah kurva yang masing-masing dipergunakan untuk menentukan CBR dengan 10 tumbukan, CBR dengan 25 tumbukan, dan CBR dengan 56 tumbukan. Ada kemungkinan kurva yang diperoleh, pada bagian awalnya tidak berupa garis lurus, maka dalam hal ini diadakan koreksi titik nolnya. Prosedur koreksi terhadap kurva ini seperti ditunjukkan pada Gambar 1.4.



Gambar 1.4 Tipikal kurva tekanan dan penetrasi CBR Nilai CBR

a. Hitung nilai CBR (dinyatakan dalam persen) dan grafik yang telah terkoreksi, yaitu perbandingan antara tekanan penetrasi yang diperoleh terhadap tekanan penetrasi standar, sebagai berikut :

- 1) Nilai tekanan penetrasi pada penetrasi 0,1 in. (2,54 mm) terhadap tekanan penetrasi standar 1000 psi (6,9 MPa) seperti diberikan persamaan 1.3a atau 1.3b masing-masing dalam satuan *psi* dan *MPa*.

$$CBR_{0,1"} = \left( \frac{P_{0,1"}}{1000} \right) \times 100 \quad (1.3a)$$

$$\text{atau, } CBR_{0,1"} = \left( \frac{P_{0,1}}{6,9} \right) \times 100 \quad (1.3b)$$

- 2) Nilai tekanan penetrasi pada penetrasi 0,25 in. (5,08 mm) terhadap tekanan penetrasi standar 1500 psi (10,3 MPa) seperti diberikan persamaan 1.4a atau 1.4b masing-masing dalam satuan *psi* dan *MPa*.

$$CBR_{0,2''} = \left( \frac{P_{0,2''}}{1500} \right) \times 100 \quad (1.4a)$$

$$\text{atau, } CBR_{0,2''} = \left( \frac{P_{0,2''}}{10,3} \right) \times 100 \quad (1.4b)$$

- b. Apabila tekanan penetrasi maksimum terjadi pada penetrasi kurang dari 0,2 in. (5,08 mm), maka hitung nilai CBR terhadap tekanan penetrasi maksimum.
- c. Nilai CBR yang digunakan dan dilaporkan adalah nilai  $CBR_{0,1''}$ . Apabila dalam pelaksanaan ternyata nilai  $CBR_{0,2''}$  lebih besar dari pada nilai  $CBR_{0,1''}$ , maka pengujian harus diulang. Dan apabila ternyata pada pengujian ulangan ini, nilai  $CBR_{0,2''}$  tetap lebih besar dari nilai  $CBR_{0,1''}$ , maka nilai CBR yang digunakan adalah nilai  $CBR_{0,2''}$ .

b. Pengembangan tanah (*Swelling*)

- a. Pengembangan  $S$  dihitung untuk CBR kondisi rendaman yaitu perbandingan perubahan deformasi benda uji ( $\delta$ ) dan tinggi benda uji awal ( $H_0$ ).

$$S = \frac{\delta}{H_0} \quad (1.5)$$

dengan,

$S$  = pengembangan tanah (%),

$\delta$  = deformasi benda uji (mm), dan

$H_0$  = tinggi benda uji awal (mm).

- b. Gambarkan kurva laju pengembangan yang merupakan hubungan pengembangan  $S$  adalah sumbu ordinat dan waktu  $t$  (sumbu absis).

**CATATAN**

1. Nilai CBR adalah bilangan perbandingan (dalam persen) antara tekanan yang diperlukan untuk menembus tanah dengan piston berpenampang bulat seluas 3 inch<sup>2</sup> dengan kecepatan penetrasi 0,05 inch/menit terhadap tekanan yang diperlukan untuk menembus suatu beban standar tertentu.
2. Penentuan nilai CBR dapat dilaksanakan pada kondisi contoh tanah tanpa direndam terlebih dahulu, atau contoh tanah setelah direndam dalam air selama 4 hari (96 jam).
3. Disamping itu nilai CBR dapat dilakukan terhadap: (a) contoh tanah yang telah dipadatkan secara pemadatan standar, (b) contoh tanah yang telah dipadatkan secara pemadatan berat/modified, (c) contoh tanah yang telah dipadatkan dengan kepadatan tertentu, dan (d) contoh tanah asli yang diambil dari lapangan.

HASIL UJI CBR LABORATORIUM

Asal Tanah : \_\_\_\_\_ Tanggal Uji : \_\_\_\_\_  
 Jenis Tanah : \_\_\_\_\_ Kelompok : \_\_\_\_\_

**Data Pemadatan**

Parameter	Benda Uji	
	Tanpa Rendaman	Dengan Rendaman
Diameter silinder (cm)		
Tinggi silinder (cm)		
Tebal plat ganjal (cm)		
Tinggi benda uji, H (cm)		
Volume benda uji, V (cm <sup>3</sup> )		
Berat Penumbuk (kg)		
Kadar air tanah, w (%)		
Berat silinder, W <sub>c</sub> (g)		
Berat silinder + tanah basah, W <sub>cb</sub> (g)		
Berat tanah basah, W <sub>b</sub> = W <sub>cb</sub> - W <sub>c</sub> (g)		
Berat volume tanah basah, $\gamma_b = W_b/V$ (g/cm <sup>3</sup> )		
Berat volume tanah kering, $\gamma_d = \gamma_b/(1+w)$ (g/cm <sup>3</sup> )		
Berat tanah kering, W <sub>s</sub> = $\gamma_d \times V$ (g)		

**Data Pengembangan (CBR Rendaman)**

Tanggal/Jam	Interval Waktu (Jam)	Pembacaan arloji ( $\delta$ )	Pengembangan ( $\delta/H$ ) $\times$ 100 %
	0		
	1		
	2		
	4		
	8		
	12		
	24		

**Data Setelah Selesai Rendaman**

Beban diatas tanah (kg)	
Berat silinder + tanah sebelum direndam, W <sub>cb</sub> (g)	
Berat silinder + tanah sesudah direndam, W <sub>cb</sub> s (g)	
Berat air terisap tanah, W <sub>w</sub> = W <sub>cb</sub> s - W <sub>cb</sub> (g)	
Kadar air terisap $w = \frac{W_w}{W_s} \times 100(\%)$	

HASIL PEMBACAAN TEKANAN PENETRASI  
(TANPA RENDAMAN)

Asal Tanah : \_\_\_\_\_ Tanggal Uji : \_\_\_\_\_  
 Jenis Tanah : \_\_\_\_\_ Kelompok : \_\_\_\_\_  
 Kalibrasi cincin beban :  $P_1 = K \times X$  Kalibrasi Arloji Penetrasi : \_\_\_\_\_  
 K = 2,205 lbs

Data Pembacaan

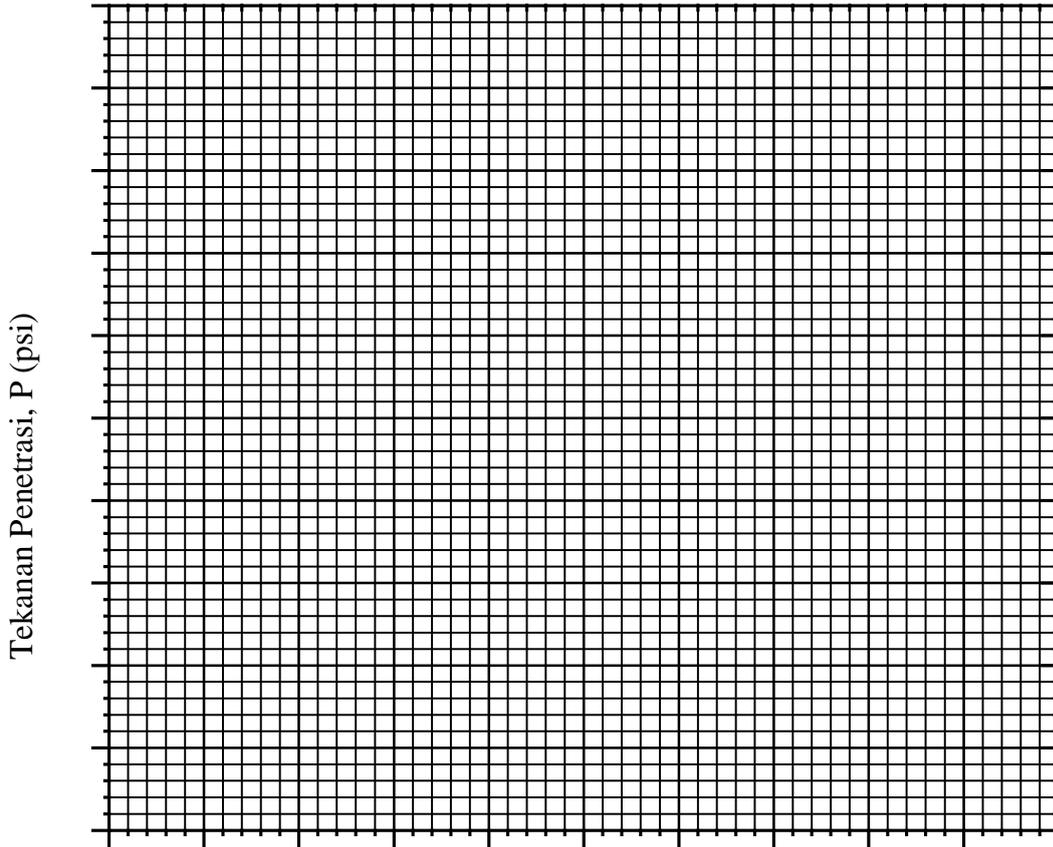
Penetrasi		Beban		Tekanan	Tekanan Terkoreksi*
Waktu (s)	$\Delta$ (inch)	Pembacaan Arloji X (kg)	$P_1$ (lbs)	$P = \frac{P_1}{3}$ (psi)	$P'$ (psi)
	0,000				
	0,025				
	0,050				
	0,075				
	0,100				
	0,125				
	0,150				
	0,175				
	0,200				
	0,225				
	0,250				
	0,275				
	0,300				
	0,325				
	0,350				
	0,375				
	0,400				
	0,425				
	0,450				
	0,475				
	0,500				

\*Tekanan terkoreksi diperoleh dari kurva

KURVA PENETRASI

(TANPA RENDAMAN)

Asal Tanah : \_\_\_\_\_ Tanggal Uji : \_\_\_\_\_  
 Jenis Tanah : \_\_\_\_\_ Kelompok : \_\_\_\_\_



Penetrasi,  $\Delta$  (in)

CBR 0,1" = \_\_\_\_\_ %  
 CBR 0,2" = \_\_\_\_\_ %  
 CBR<sub>rencana</sub> = \_\_\_\_\_ %  
 (Lihat perhitungan 2c)

**CBR DESAIN (TANPA RENDAMAN)**

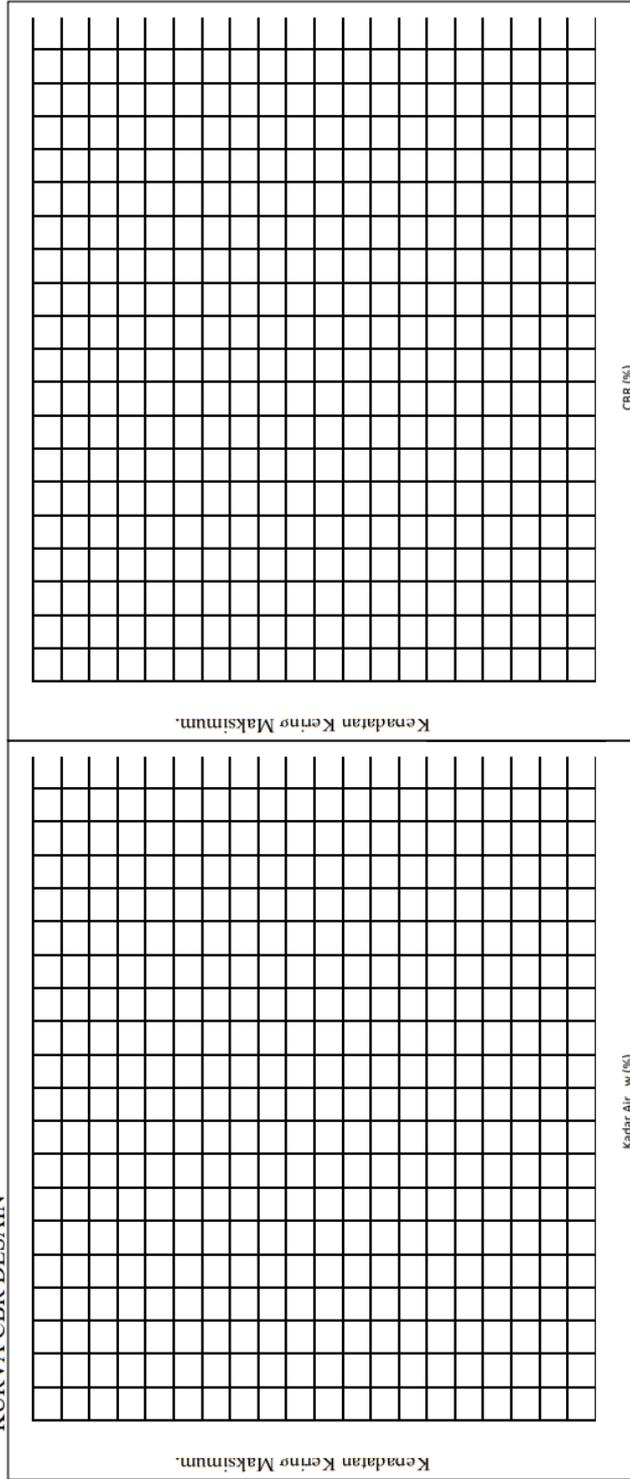
Asal Tanah : \_\_\_\_\_  
 Jenis Tanah : \_\_\_\_\_

Tanggal Uji : \_\_\_\_\_  
 Kelompok : \_\_\_\_\_

**Rangkuman Data**

Data	Jumlah Tumbukan	
	10	25
Kepadatan Kering Maksimum, $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )		56
CBR (%)		

**KURVA CBR DESAIN**



Kadar Air, w (%)

CBR (%)

PENETRASI  
(DENGAN RENDAMAN)

Asal Tanah : \_\_\_\_\_ Tanggal Uji : \_\_\_\_\_  
 Jenis Tanah : \_\_\_\_\_ Kelompok : \_\_\_\_\_  
 Kalibrasi cincin beban :  $P_1 = K \times X$  Kalibrasi Arloji Penetrasi : \_\_\_\_\_  
 K = 2.205 lbs

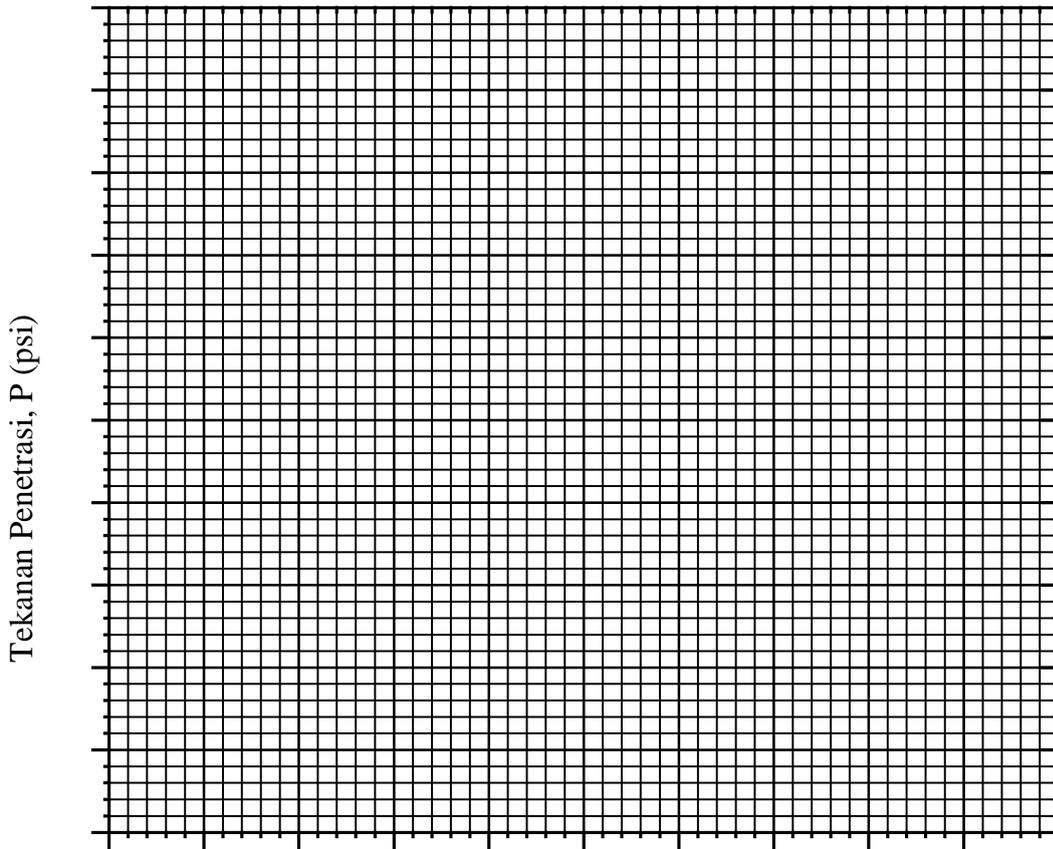
Data Pembacaan

Penetrasi		Beban		Tekanan	Tekanan Terkoreksi*
Waktu (s)	$\Delta$ (inch)	Pembacaan Arloji X (kg)	$P_1$ (lbs)	$P = \frac{P_1}{3}$ (psi)	$P'$ (psi)
	0,000				
	0,025				
	0,050				
	0,075				
	0,100				
	0,125				
	0,150				
	0,175				
	0,200				
	0,225				
	0,250				
	0,275				
	0,300				
	0,325				
	0,350				
	0,375				
	0,400				
	0,425				
	0,450				
	0,475				
	0,500				

\*Tekanan terkoreksi diperoleh dari kurva

KURVA PENETRASI CBR  
(DENGAN RENDAMAN)

Asal Tanah : \_\_\_\_\_ Tanggal Uji : \_\_\_\_\_  
 Jenis Tanah : \_\_\_\_\_ Kelompok : \_\_\_\_\_

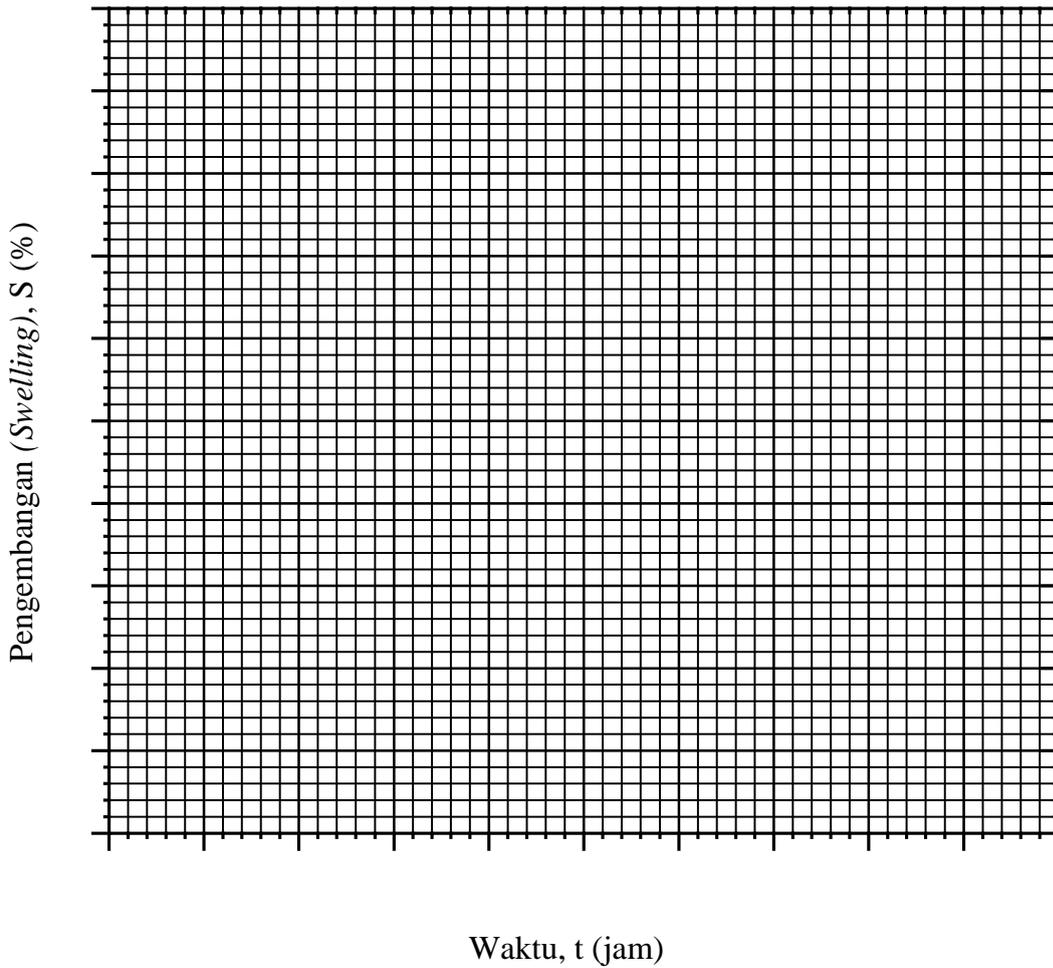


Penetrasi,  $\Delta$  (in)

CBR 0,1" = \_\_\_\_\_ %  
 CBR 0,2" = \_\_\_\_\_ %  
 CBR<sub>rencana</sub> = \_\_\_\_\_ %  
 (Lihat perhitungan 2c)

KURVA LAJU PENGEMBANGAN (*SWELLING*)  
(DENGAN RENDAMAN)

Asal Tanah : \_\_\_\_\_ Tanggal Uji : \_\_\_\_\_  
Jenis Tanah : \_\_\_\_\_ Kelompok : \_\_\_\_\_



**CBR DESAIN (DENGAN RENDAMAN)**

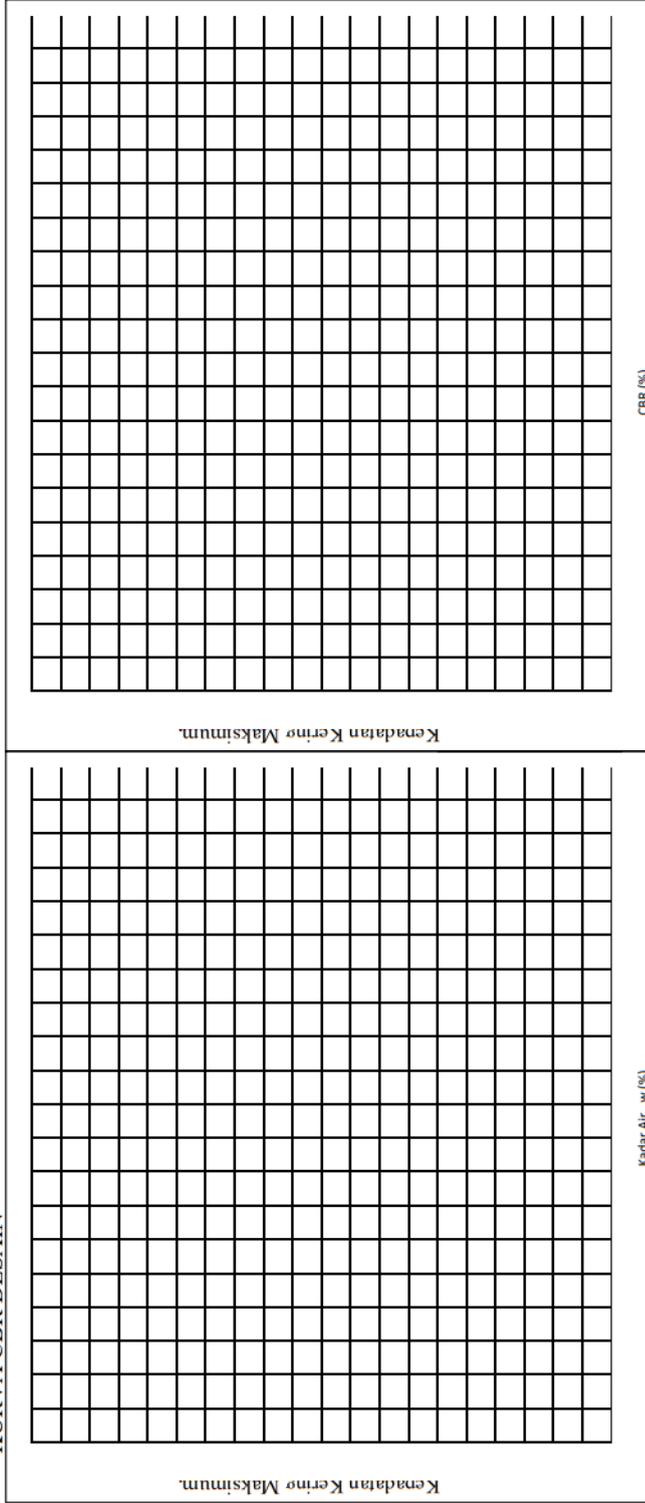
Asal Tanah : \_\_\_\_\_  
 Jenis Tanah : \_\_\_\_\_

Tanggal Uji : \_\_\_\_\_  
 Kelompok : \_\_\_\_\_

**Rangkuman Data**

Data	10	25	56
Kepadatan Kering Maksimum, $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )			
CBR (%)			

**KURVA CBR DESAIN**



# MODUL KEDUA

## KONSOLIDASI SATU DIMENSI



LABORATORIUM GEOTEKNIK - PROGRAM STUDI TEKNIK  
SIPIL UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

## II. KONSOLIDASI SATU DIMENSI

---

### A. TUJUAN

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan besar dan kecepatan konsolidasi pada sampel tanah dalam keadaan tertahan secara lateral dan terdrainasi secara vertikal pada saat mendapatkan tegangan terkontrol

### B. STANDAR UJI ACUAN

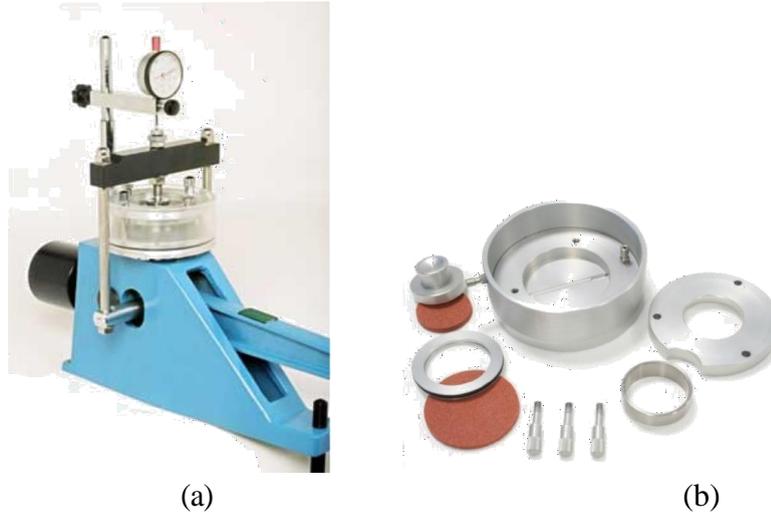
*ASTM D2435 / D2435M - 11 Standard Test Methods for One- Dimensional Consolidation Properties of Soils Using Incremental Loading.*

### C. ALAT

1. Konsolidometer atau oedometer (Gambar 2. 1), yang tersusun dari: tempat contoh tanah, batu pori, arloji ukur perubahan tinggi benda uji (lihat Gambar 2. 2)
2. Perlengkapan pembebanan.
3. Alat potong tanah.
4. Stopwatch.
5. Perlengkapan untuk pemeriksaan kadar air dan perlengkapan umum lainnya.



Gambar 2. 1 Oedometer



Gambar 2. 2 Sel *oedometer* dan perlengkapannya

#### D. BAHAN

Contoh tanah yang digunakan adalah tanah yang tidak terusik (*undisturbed*) atau tanah terusik dengan kepadatan dan kadar air yang diinginkan (*disturbed*). Untuk membuat kondisi jenuh digunakan air yang sama dengan air di lapangan atau air yang bebas kandungan garam dan memiliki pH normal.

#### E. LANGKAH KERJA

1. Ukur dan catat diameter cincin benda uji ( $D_r$ ) dan tinggi cincin ( $H_r$ ) dengan ketelitian 0,01 mm. Timbang berat cincin ( $W_r$ ) dengan ketelitian 0,01 g.
2. Persiapan benda uji dilakukan sebagai berikut :
  - a. Cetak benda uji dari tanah yang ada di dalam tabung contoh tanah tak-terusik (*undisturbed soil sampling tube*). Apabila tanah cukup lunak, doronglah contoh tanah keuar dari tabung contoh secukupnya. Masukkan tanah ke dalam cincin cetak dengan menekan cincin ke dalam tanah tersebut. Kemudian, potonglah tanah rata dengan bagian atas dan bawah cincin. Cincin cetak dapat sekaligus merupakan tempat contoh tanah/benda uji dalam konsolidometer.
  - b. Apabila tanah agak keras, contoh tanah dapat dipotong dan dibubut sehingga ukurannya sesuai dengan cincin tempat benda uji. Masukkan tanah dalam cincin konsolidometer dan potonglah rata dengan atas dan bawah cincin.
  - c. Permukaan benda uji harus benar-benar rata. Lakukan seluruh pekerjaan secara hati-hati dan kerjakan dengan cepat agar kadar air tanah tidak berkurang karena penguapan, dan hindarkan gangguan-gangguan yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan kepadatan tanah (berat volume kering).

3. Kerjakan pemeriksaan berikut sebagai data dan untuk perhitungan:
  - a. Timbang dan catat berat benda uji bersama cincinnya  $W_{tro}$ , untuk mengetahui berat volume basah dan berat volume kering tanah awal. Hitung berat benda uji awal  $W_{to}$  dengan cara mengurangkan  $W_{tr}$  dan  $W_r$ .
  - b. Ukurlah diameter  $D_o$  dan tinggi benda uji  $H_o$  yaitu ukuran bagian dalam cincin dengan *dial comparator* atau alat ukur lainnya. Lakukan pengukuran sebanyak empat kali, dan gunakan nilai reratanya untuk menghitung volume benda uji mula-mula ( $V_o$ )
  - c. Periksa kadar air tanah.
  - d. Periksa berat jenis tanah.



Gambar 2. 3 Dial Comparator

4. Persiapan alat dan penempatan benda uji dalam konsolidometer.
  - a. Periksa bahwa alat – alat dalam keadaan bersih dan bekerja dengan baik. Bersihkan batu-batu pori tidak tersumbat dan keringkan. Periksa bahwa lengan beban telah seimbang. Timbang semua peralatan yang berada di atas benda uji (yaitu batu pori dan perata beban).
  - b. Rendamlah batu-batu pori di dalam air hingga mendekati jenuh air. Tempatkan berturut-turut dalam konsolidometer:
    - 1) Batu pori bawah.
    - 2) Cincin yang telah berisi benda uji.
    - 3) Batu pori atas.
    - 4) Pelat perata beban (*seating pressure*).
  - c. Tempatkan sel konsolidasi yang sudah berisi benda uji pada tempatnya pada rangka pembebanan.

5. Berikan beban awal akibat berat peralatan hingga mencapai tekanan (*seating pressure*) 5 kPa. Atur lengan beban (*nivo*) pada posisi seimbang (*balance*) dengan memutar skrup pengatur di bagian belakang.
6. Atur arloji ukur deformasi pada posisi tertekan di atas batu pori kemudian di-nol-kan.
7. Tuangkan air ke dalam sel konsolidasi, segera setelah pemberian beban awal. Kemudian catat perubahan deformasi benda uji, apabila benda uji mengalami pengembangan (*swelling*) bukan penurunan, segera tambahkan beban sehingga kembali ke deformasi awal atau terjadi penurunan benda uji. Catat penambahan beban yang diperlukan.
8. Lakukan pembacaan arloji ukur penurunan benda uji selama perendaman untuk setiap interval waktu 0.1, 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8, 15 dan 30 menit, dan 1, 2, 4, 8 dan 24 jam (atau 0.09, 0.25, 0.49, 1, 4, 9 menit dst. jika akan dihitung menggunakan Metode Akar Kuadrat Waktu).
9. Setelah 24 jam pembeban awal, tambahkan rasio penambahan beban (*load increment ratio*, LIR) untuk setiap interval 24 jam berturut-turut hingga mencapai tekanan sebesar 12, 25, 50, 100, 200, dst. kPa. (Catatan: untuk setiap perubahan beban, tahan lengan beban dengan baut pengatur ada di bawah lengan beban. Lepaskan baut bila siap untuk dilakukan pembacaan arloji ukur.)
10. Setelah dilakukan pembebanan maksimum, kurangi beban (*unloading*) bertahap sebesar  $\frac{1}{4}$  -  $\frac{1}{2}$  beban sebelumnya hingga kembali ke beban awal. Baca arloji ukur deformasi 24 jam setelah pengurangan beban lalu beban dikurangi lagi. Lakukan pembacaan kembali setelah 24 jam berikutnya.
11. Pada akhir pembacaan, catat deformasi akhir  $d_{et}$ , dan keluarkan benda uji dari sel konsolidasi, kemudian timbang berat cincin beserta tanahnya  $W_{trf}$  dengan ketelitian 0.01 g. Ukur tinggi contoh tanahnya  $H_{et}$  dengan menggunakan *dial comparator* atau alat sejenisnya dengan ketelitian 0.01 mm. Masukkan contoh tanah kedalam oven untuk ditentukan kadar airnya selama minimal 12 jam. Keluarkan dan timbang berat cincin beserta tanah ( $W_{drf}$ ).

## F. PENGHITUNGAN

1. Sifat-sifat fisik contoh tanah sebelum pengujian :

- a. Kadar air tanah
- b. Berat tanah kering awal  $W_{do}$  :

$$W_{do} = \frac{W_{to}}{1 + w_o} \quad (2.1)$$

- c. Berat volume tanah kering awal  $\gamma_{do}$  :

$$\gamma_{do} = (K) \frac{W_{do}}{V_o} \quad (2.2)$$

dengan :

$\gamma_{do}$  = berat volume tanah kering awal ( $\text{kN/m}^3$ ),

$W_{to}$  = berat tanah basah awal (g),

$W_{do}$  = berat tanah kering awal (g),

$w_o$  = kadar air awal (%),

$V_o$  = volume tanah awal ( $\text{cm}^3$ ),

$K$  = Faktor konversi = 9,81

d. Volume tanah padat  $V_s$

$$V_s = \frac{W_{do}}{G_s \rho_w} \quad (2.3)$$

dengan  $\rho_w$  = rapat massa air ( $\text{g/cm}^3$ ) yang bergantung pada temperatur.

Catat  $V_s$  dengan ketelitian hingga  $0.01 \text{ cm}^3$ .

e. Tinggi ekivalen bagian padat tanah ( $H_s$ ) :

dengan  $A$  = luas penampang benda uji ( $\text{cm}^2$ ). Catat  $H_s$  dengan ketelitian hingga  $0.001 \text{ cm}$ .

f. Angka pori awal ( $e_o$ ):

$$e_o = \left( \frac{H_o - H_s}{H_s} \right) \quad (2.5)$$

dengan  $H_o$  = tinggi awal benda uji (cm), Catat angka pori dengan ketelitian hingga  $0.01$ . Derajat jenuh air awal ( $S_o$ )

$$S_o = \left( \frac{W_{to} - W_{do}}{A \rho_w (H_o - H_s)} \right) \times 100 \quad (2.6)$$

Catat angka pori dengan ketelitian hingga  $0.1\%$ .

2. Sifat-sifat fisik contoh tanah setelah pengujian :

a. Kadar air akhir pengujian  $w_f$ :

$$W_f = \left( \frac{W_{tf} - W_{do}}{W_{do}} \right) \times 100 \quad (2.7)$$

dengan  $W_{tf}$  = berat tanah basah akhir pengujian (g),

$W_{do}$  = berat tanah kering awal (g).

b. Angka pori akhir ( $e_f$ ) :

$$e_f = \left( \frac{H_f - H_s}{H_s} \right) \quad (2.8)$$

dengan  $H_f$  = tinggi akhir benda uji (cm) pada setiap beban, Catat angka pori dengan ketelitian hingga  $0.01$ .

- c. Derajat jenuh air ( $S_f$ )

$$S_f = \left( \frac{W_{tf} - W_{do}}{A_{pw}(H_f - H_s)} \right) \times 100 \quad (2.9)$$

Catat angka pori dengan ketelitian hingga 0.1%.

3. Penghitungan deformasi dan tinggi benda uji:

- a. Perubahan tinggi benda uji  $H$  pada setiap pembacaan deformasi

$$\Delta H = d - d_o - d_a \quad (2.10)$$

dengan :

$\Delta H$  = perubahan tinggi benda uji (cm),

$d$  = pembacaan deformasi pada waktu ke- $t$  (cm),

$d_o$  = pembacaan deformasi awal (cm).

$d_a$  = koreksi deformasi peralatan (cm)

Catat deformasi dan perubahan tinggi benda uji dengan ketelitian 0.00025 cm.

- b. Tinggi benda uji  $H$  setelah deformasi :

$$H = H_o - \Delta H \quad (2.11)$$

- c. Angka pori  $e$  dan regangan aksial  $\varepsilon$  setelah deformasi :

$$e = \left( \frac{H - H_s}{H_s} \right) \quad (2.12)$$

$$\varepsilon = \left( \frac{\Delta H}{H_o} \right) \times 100 \quad (2.13)$$

Regangan aksial dinyatakan dalam persen (%).

- d. Beda tinggi akhir benda uji  $H_d$  :

$$H_d = H_f - H_{et} \quad (2.14)$$

dengan

$H_d$  = beda tinggi akhir benda uji (cm),

$H_f$  = tinggi benda uji hasil penghitungan dengan  $d_{et}$  (cm),

$H_{et}$  = tinggi akhir benda uji hasil pengukuran (cm).

Catat tinggi benda uji dengan ketelitian 0.001 cm.

4. Tegangan total aksial  $\sigma_a$  :

$$\sigma_a = \frac{(P+W_a) \times 9.81}{A} \times 10 \quad (2.15)$$

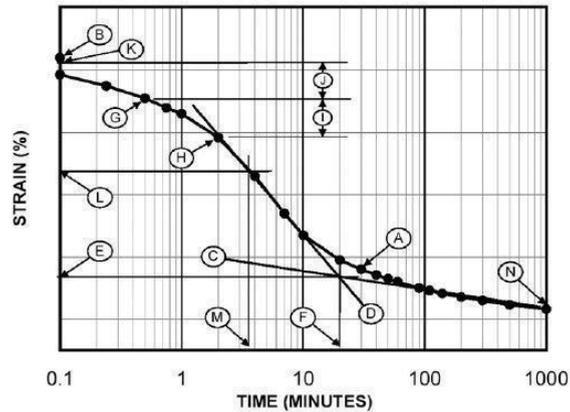
dengan :

- $\sigma_a$  = tegangan total aksial (kPa),
- P = beban tambahan yang diterapkan (kg),
- $W_a$  = beban peralatan di atas benda uji (kg),
- A = luas penampang benda uji (cm<sup>2</sup>)

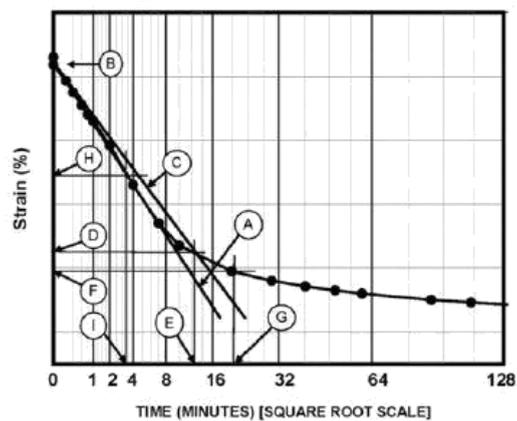
Catat tegangan total aksial dengan ketelitian 1 kPa, beban-beban dengan ketelitian 0.01 kg, dan luas penampang dengan ketelitian 0.01 cm<sup>2</sup>.

Hasil perhitungan tegangan aksial dan angka pori dibuat dalam satu tabel.

5. Koefisien konsolidasi ( $c_v$ ) ditentukan dari grafik hubungan antara penurunan atau regangan dengan waktu seperti ditunjukkan Gambar 2.4 atau Gambar 2.5. Grafik dibuat dari pembacaan data penurunan dan waktu untuk setiap tekanan yang diberikan. Hitung nilai  $c_v$  dengan persamaan 2.13.



Gambar 2.4 Kurva waktu - penurunan menggunakan metode log waktu



Gambar 2.5 Kurva waktu - penurunan menggunakan metode akar kuadrat waktu

$$C_v = \frac{T_v H_{dr}^2}{t} \quad (2.16)$$

dengan :

$c_v$  = koefisien konsolidasi ( $\text{cm}^2/\text{s}$ ), tuliskan hasil dalam 3 digit penting

$T_v$  = faktor waktu,

Nilai  $T_v$  metode Log waktu (Gambar 2.4) = 0.197

Nilai  $T_v$  metode Akar Kuadrat waktu (Gambar 2.5) = 0.848

$H_{dr}$  = panjang lintasan drainase,

$H_{dr} = \frac{1}{2}H_0$  (untuk drainase 2 arah), cm

$H_{dr} = H_0$  (untuk drainase 1 arah), cm

$t$  = waktu konsolidasi (s) sesuai dengan Metode pada Gambar 2.4 atau Gambar 2.5.

Gambarkan grafik hubungan antara angka pori (sebagai ordinat dengan skala linier) dengan tegangan total aksial (sebagai absis dengan skala logaritma). Nilai indeks komposisi  $C_c$  adalah kemiringan bagian lurus dari grafik  $e - \log \sigma$

$$C_c = \frac{\Delta e}{\Delta \log \sigma} = \frac{e_1 - e_2}{\log\left(\frac{\sigma_1}{\sigma_2}\right)} \quad (2.17)$$

#### CATATAN

1. Untuk mengidentifikasi jenis tanah dan pengecekan hasil pemeriksaan konsolidasi, dapat pula diadakan pemeriksaan batas cair dan batas plastis tanah.
2. Koefisien konsolidasi dapat ditentukan dengan metode lainnya seperti Metode Hiperbolik, Metode  $t_{60}$ , Metode Titik Infleksi.

HASIL PENGUJIAN KONSOLIDASI

Asal Tanah : \_\_\_\_\_ Tanggal Uji : \_\_\_\_\_  
 Jenis Tanah : \_\_\_\_\_ Kedalaman : \_\_\_\_\_  
 Berat Jenis ,  $G_s$  : \_\_\_\_\_ Kelompok : \_\_\_\_\_

**Data Cincin Konsolidasi :**

Diameter Cincin,  $D_r$  = \_\_\_\_\_ cm      Tinggi Cincin,  $H_r$  = \_\_\_\_\_ cm  
 Luas Cincin,  $A_r$  = \_\_\_\_\_  $cm^2$       Volume Cincin ( $V_r$ ) = \_\_\_\_\_  $cm^3$   
 Berat cincin ( $W_r$ ) = \_\_\_\_\_ g

**Pemeriksaan Kadar Air Sebelum Pengujian :**

	Satuan	1	2	3
Berat cawan kosong, $W_1$ (g)	g			
Berat Cawan + Tanah basah $W_2$	g			
Berat Cawan + Tanah kering, $W_3$	g			
Kadar air, $\left(\frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1}\right) 100$	%			
Kadar air rata-rata $w_o$	%			

**Sifat – Sifat Fisik Benda Uji**

Diameter benda uji,  $D_o$  = \_\_\_\_\_ cm      Tinggi benda uji awal,  $H_o$  = \_\_\_\_\_ cm  
 Luas benda uji awal,  $A_o$  = \_\_\_\_\_  $cm^2$       Volume benda uji awal  $V_o$  = \_\_\_\_\_  $cm^3$

Sebelum Pengujian :		Sesudah Pengujian :	
Berat cincin+tanah basah, $W_{to}$ (g)		Berat cincin+tanah basah, $W_{trf}$ (g)	
Berat tanah basah, $W_{to}$ (g)		Berat tanah basah, $W_{trf}$ (g)	
Berat tanah kering, $W_{do}$ (g)		Berat cincin+tanah kering, $W_{drf}$ (g)	
Berat volume tanah kering, $\gamma_s$		Berat tanah kering, $W_{df} = W_{drf} - W_r$ (g)	
Tinggi bagian padat, $H_s$		Kadar air, $w_f$	
Angka pori awal, $e_o$		Tinggi benda uji akhir, $H_f$ (mm)	
Derajat jenuh air awal, $S_o$		Angka pori akhir, $e_f$	
		Derajat jenuh air akhir, $S_f$	

PEMBACAAN DEFORMASI  
BENDA UJI KONSOLIDASI

Asal Tanah : \_\_\_\_\_ Tanggal Uji : \_\_\_\_\_  
 Jenis Tanah : \_\_\_\_\_ Kedalaman : \_\_\_\_\_  
 Berat Jenis , G<sub>s</sub> : \_\_\_\_\_ Kelompok : \_\_\_\_\_

Waktu Pembacaan			Pembacaan Arloji (mm) untuk tekanan (kPa)							
Jam	t (menit)	$\sqrt{t}$ (menit)								
	0	0								
	5,40"	0,3"								
	15,00"	0,5"								
	29,40"	0,7"								
	1,00"	1,0"								
	2,25"	1,5"								
	4,00"	2,0"								
	6,25"	2,5"								
	9,00"	3,0"								
	12,25"	3,5"								
	16,00"	4,0"								
	25,00"	5,0"								
	36,00"	6,0"								
	49,00"	7,0"								
	64,00"	8,0"								
	81,00"	9,0"								
	100,00"	10,0"								
	121,00"	11,0"								
	144,00"	12,0"								
	225,00"	15,0"								
	400,00"	20,0"								
	1440,00"	38,0"								

# MODUL KETIGA

## KUAT GESER TANAH



LABORATORIUM GEOTEKNIK - PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS  
MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

**III. TEKAN TRIAKSIAL****A. TUJUAN**

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan parameter kuat gesek tanah dengan alat triaksial pada kondisi *unconsolidated – undrained* (UU) dan tanpa pembacaan tekanan pori.

**B. STANDAR UJI ACUAN**

*ASTM D2850-03 Standard Test Methods for Unconsolidated Undrained Triaxial Compression Test on Cohesive Soils*

**C. ALAT**

1. Sel triaksial dengan dinding transparan dan perlengkapan (Gambar 3.1)



Gambar 3. 1 Alat uji triaksial dan kelengkapannya

2. Alat pemberi tekanan pada cairan dalam sel dengan ketelitian 0,1 atau 0,05 kg/cm.
3. Alat penetrasi untuk menekan benda uji secara aksial dengan kecepatan yang dapat diatur antara 0,05 – 7,5 mm/menit.
4. Arloji ukur untuk mengukur pemendekan aksial benda uji.
5. Alat peregang membran.
6. *O-ring seal*.
7. Cetakan benda uji.
8. Alat pemotong tanah (*soil pulverizer*).
9. Alat-alat pemeriksaan kadar air tanah.

#### D. BAHAN

Benda uji yang perlu disediakan sekurang-kurangnya 3 buah. Benda uji berbentuk silinder dengan perbandingan tinggi terhadap diameter 2:1 dan 3:1. Diameter minimum benda uji adalah 30 mm. Apabila diameter benda uji lebih kecil dari 72 mm maka butir tanah terbesar yang diijinkan dalam benda uji adalah 1/10 diameter benda uji. Apabila diameter benda uji lebih besar dari 72 mm, butir tanah yang diijinkan adalah 1/6 diameter benda uji.

#### E. LANGKAH KERJA

1. cetak benda uji dengan tabung benda uji menggunakan *ekstruder*.
2. Keluarkan benda uji dengan alat pengeluar benda uji.
3. Pasang membran pada alat peregang membran lalu regangkan membran dengan cara menghisap selang sampai membran meregang.
4. Masukkan benda uji ke dalam alat peregang membran.
5. Pasang sampel yang sudah diukur diameter, tinggi, beratnya dan telah di beri membran, pasang pada alat triaksial. Bagian bawah dan atasnya diberi kertas filter.
6. Bagian bawah kertas filter (dudukan sampel) diikat dengan *O ring seal*. Pada bagian diatas sampel (didas kertas filter) diberi cap penekan sampel dan diikat dengan *O ring seal*.
7. Tabung sel ditutup dan diberi pengunci.
8. Arahkan piston agar tepat menyentuh cap penekan sampel.
9. Arahkan piston agar tepat menyentuh bagian ujung *proving ring* dengan cara memutar penggerak kasar mesin kompresi. Arahkan tangkai *versneleg* ke posisi mendatar dan putar penggetak kasar mesin kompresi.
10. Isi air dalam sel bersumbu dengan cara :  
Putar regulator *cell pressure* searah jarum jam sampai dengan menometer menunjukkan tekanan tertentu (kg/cm). Buka kran *Cell Pressrue* dan sekrup pembuangan udara sel triaksial di kendorkan, setelah air melimpah kencangkan kembali sekrup pembuangan udara.
11. Siapkan formulir dan catat keterangan sampel yang perlu, catat pula dengan interval 0,20 mm dan nol *stand pore*.
12. Atur arloji ukur beban dan arloji gerak vertikal menjadi nol.
13. Atur posisi gigi mesin kompresi pada posisi A.

14. Setiap interval 0,20 mm catat arloji ukur beban (P) dan tekanan pori harus selalu dilevelkan dengan memutar kekanan sekrup kontrol.
15. Pengujian dianggap selesai bila arloji ukur beban tetap (tidak bergerak) dalam 5 kali pembacaan atau benda uji mengalami keruntuhan, atau bila mencapai renggangan 20%.
16. Matikan mesin kompresi
17. Putar ke kiri regulator *cell pressure* sampai manometer menunjukkan nol. Kendurkan sekrup pembuangan udara pada sel triaksial, kemudian tunggu sampai air dalam sel triaksial habis.
18. Buka sekrup pengunci sel triaksial dan lepaskan tutup sel.
19. Buka sampel yang tertutup karet membran, timbang berat sampel setelah diuji, gambar dan ukur kondisi sampel setelah diuji tersebut, serta ukur kadar airnya.
20. Bersihkan alat uji triaksial. Lakukan prosedur yang sama sampai dengan pengujian ketiga atau keempat dengan tegangan sel berbeda-beda.

**D. PERHITUNGAN**

1. Regangan aksial (%)

$$\varepsilon_a = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \quad (3.1)$$

dengan :

$\Delta L$  : perubahan deformasi benda uji (cm), yaitu =  $a \times 10^{-1}$

$a$  : pembacaan arloji deformasi (mm)

$L_0$  : tinggi benda uji mula-mula (cm)

2. Luas penampang sampel terkoreksi  $A_c$

$$A_c = \frac{A_0}{1 - s_0} \quad (3.2)$$

dengan :

$A_0$  : luas penampang awal benda uji ( $\text{cm}^2$ ).

3. Tegangan deviatoric (*deviatoric stress*),  $\Delta\sigma$

$$\Delta\sigma = \frac{P}{A_c} \times F \quad (3.3)$$

$P$  : beban aksial saat penggeseran benda uji (kg).

$A_c$  : Luas Terkoreksi ( $\text{cm}^2$ )

$F$  : faktor konversi dari  $\text{kg}/\text{cm}^2$  ke  $\text{kPa} = 98,1$

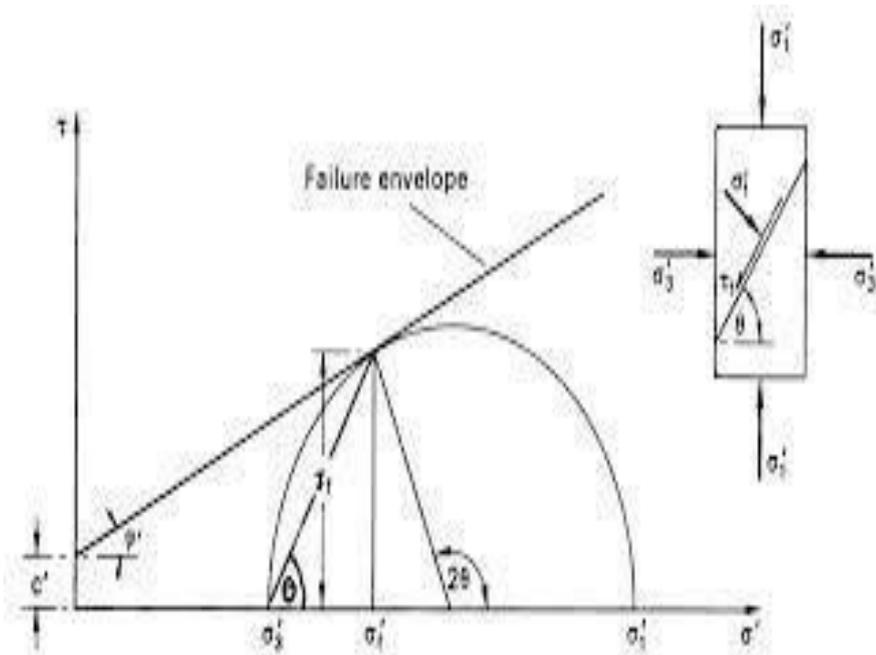
4. Tegangan – tegangan utama mayor ( $\sigma_1$ ) dan minor ( $\sigma_3$ ).

Tegangan utama minor = tegangan sel =  $\sigma_3$

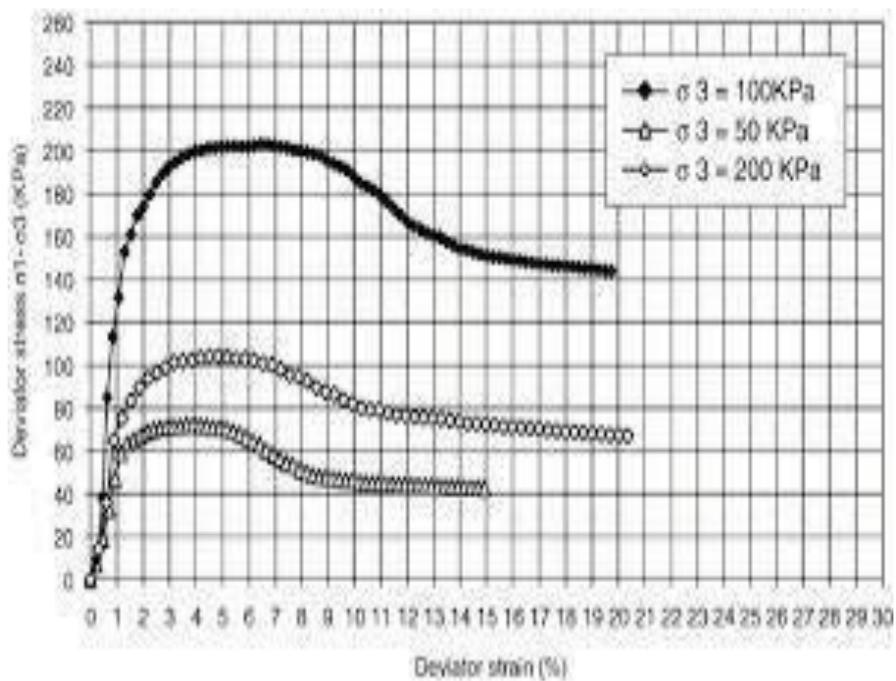
Tegangan utama mayor,  $\sigma_1 = \Delta\sigma + \sigma_3$

5. Penggambaran lingkaran Mohr atau modifikasi garis keruntuhan.

- a. Buatlah lingkaran dengan pusat lingkaran pada sumbu X dan jari-jari lingkaran  $R = \frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_3)$  untuk masing-masing pasangan tegangan  $\sigma_1$  dan  $\sigma_3$  (lihat Gambar 3.2)
- b. Tariklah garis singgung yang menyinggung lingkaran-lingkaran Mohr tersebut sampai memotong sumbu Y. Kemiringan garis singgung merupakan nilai sudut gesek internal tanah ( $\phi$ ) dan titik perpotongan dengan sumbu Y adalah nilai kohesi ( $c$ ).
- c. Buatlah grafik hubungan antara tegangan dan regangan untuk setiap benda uji dari hasil beban dan regangan selama uji triaksial (Gambar 3.3)



Gambar 3. 2 Penggambaran lingkaran Mohr



Gambar 3. 3 Diagram tegangan deviatorik dan regangan aksial

## CATATAN

1. Parameter kuat geser tanah  $c$  dan  $f$  dapat juga ditentukan dengan menggambarkan diagram  $p - q$  atau dikenal dengan Metode MIT. Dimana  $p = (\sigma_1 + \sigma_3) / 2$  yang diplot pada sumbu X, dan  $q = (\sigma_1 - \sigma_3) / 2$  pada sumbu Y. Nilai sudut gesek internal tanah diperkirakan dari hubungan  $\sin\phi = \tan\alpha$ , dengan  $\alpha$  = kemiringan garis keruntuhan pada kurva  $p - q$ . Nilai kohesi,  $c = a/\cos\phi$ , dimana  $a$  = nilai dari perpotongan garis keruntuhan terhadap sumbu Y.
2. Untuk tanah lempung pada kondisi jenuh air, tegangan deviatorik akan tetap untuk berbagai tekanan sel. Sehingga bertanag lempung akan memiliki nilai  $\phi = 0$ .

PEMBACAAN PENGUJIAN  
KUAT GESER TRIAXIAL UU

Asal Tanah : \_\_\_\_\_ Tanggal Uji : .  
 Jenis Tanah : \_\_\_\_\_ Kedalaman : .  
 Berat Jenis ,  $G_s$  : \_\_\_\_\_ Kelompok : .

**DATA BENDA UJI :**

No Benda Uji	1.00	2.00	3.00	4.00
<i>Cell Pressure</i>	0.25	0.50	0.75	1.00
Diameter, d (cm)				
Tinggi, $L_0$ (cm)				
Luas, $A_0$ (cm <sup>2</sup> )				
Berat Benda Uji Mula Mula, $W_0$ (gr)				
Berat Volume, $\gamma$ (Kn/m <sup>3</sup> )				
Kadar Air Mula Mula, $w_0$ (%)				
Derajat Kejenuhan, $S$ (%)				
Berat Benda Uji Setelah Pengujian, $W_f$ (gr)				
Kadar Air Setelah Pengujian, $w_f$ (%)				
Volume Benda Uji, $V_0$ (m <sup>3</sup> )				







## IV. GESER LANGSUNG

### A. TUJUAN

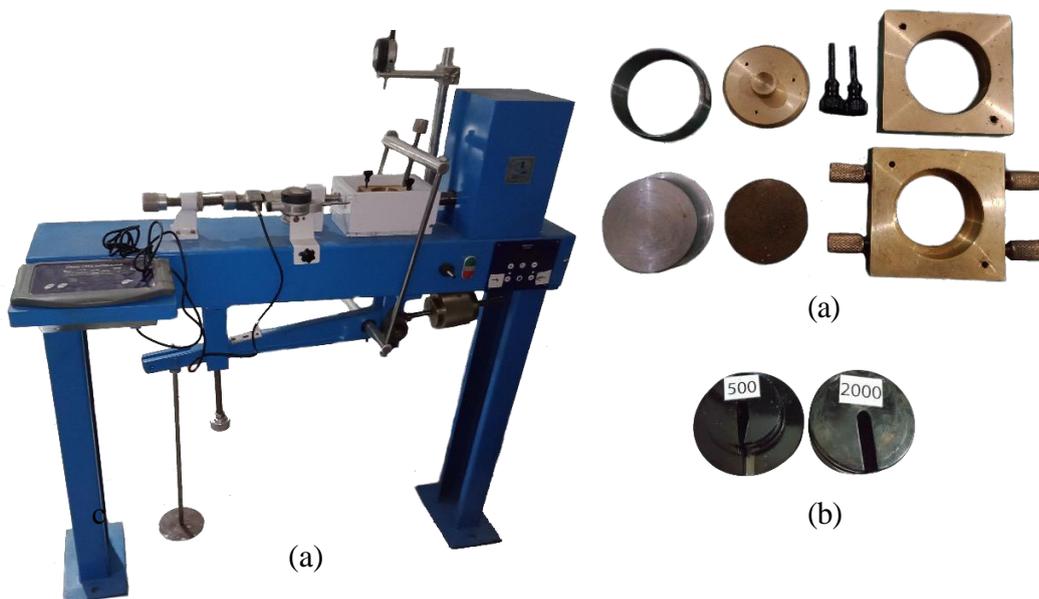
Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan besarnya parameter geser tanah dengan alat geser langsung pada kondisi *consolidated-drained* (terkonsolidasi dan terdrainasi). Parameter geser tanah terdiri atas sudut gesek internal ( $\phi$ ) dan kohesi ( $c$ ).

### B. STANDAR UJI ACUAN

*ASTM D3080-03 Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions*

### C. ALAT

1. Alat geser langsung (*direct shear*) yang terdiri atas :
  - a. Kotak geser untuk benda uji berbentuk lingkaran yang terdiri dari 2 (dua) bagian dengan ketebalan yang sama dan dilengkapi dengan sekrup pengunci (*connecting pinch*).
  - b. Perlengkapan pembebanan normal (vertical) untuk mengukur gaya normal dan kelengkapannya berupa keping beban, *proving ring*, dan/atau *load cell*.



Gambar 4.1 (a) Alat uji geser langsung, (b) kotak geser dan kelengkapannya, (c) keping beban.

- c. Perlengkapan untuk menggeser tanah.
  - d. Perangkat pembebanan geser.
  - e. Arloji pengukur penurunan (deformasi) benda uji.
  - f. Arloji pengukur regangan penggeseran (regangan horizontal).
2. Cincin cetak berbentuk lingkaran.
  3. Alat pemotong tanah atau spatula.

4. Batu pori dan kertas pori berbentuk lingkaran.
5. Timbangan digital dengan ketelitian 0,1 gram.
6. Kaliper.
7. *Stopwatch*.
8. *Ekstruder*.
9. Alat-alat uji kadar air.

## D. BAHAN

Bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah tanah kohesif dalam kondisi tak terusik (*undisturb*). Penampang benda uji berbentuk lingkaran dengan ukuran diameter minimum 2 *inch* (50 mm) atau tidak kurang dari 10 kali ukuran partikel maksimum dan ketebalan minimum 0,5 *inch* (13 mm) atau tidak kurang dari 6 kali diameter partikel maksimum.

## E. LANGKAH KERJA

1. Persiapan benda uji.

Benda uji yang perlu disediakan untuk pemeriksaan ini sekurang-kurangnya 3 buah.

  - a. Apabila benda uji berupa contoh asli dari tabung contoh tanah, maka keluarkan contoh tanah dengan alat pengeluar contoh (dengan arah dari ujung ke pangkal tabung contoh) dan desaklah hingga masuk cincin cetak. Kemudian potonglah tanah dan ratakan sehingga contoh tanah rata dengan permukaan cincin cetak bagian atas dan bawah.
  - b. Apabila yang diperiksa berupa tanah yang dipadatkan dalam laboratorium, maka dapat digunakan alternatif cara:
    - 1) Tanah dipadatkan dengan silinder pemadatan pada kadar air dan kepadatan sesuai dengan yang diinginkan. Kemudian desaklah contoh tanah keluar dari tabung pemadatan masuk ke dalam cincin cetak. Masukkan pelan-pelan sambil irishlah tanah di luar cincin,. Kemudian potonglah rata dengan cincin cetak atas dan bawah.
    - 2) Tanah padat dari silinder pemadatan seperti pada 1), dikeluarkan dari silinder pemadatan kemudian dipotong dan dibubut sesuai dengan bentuk benda uji yang akan diperiksa.
    - 3) Contoh tanah dipadatkan tidak dalam silinder pemadatan tetapi langsung dalam ruang contoh tanah dalam kotak geser dengan kadar air dan kepadatan yang dikehendaki.
  - c. Ukur diameter dan tinggi benda uji.
  - d. Periksa dan catat kadar air serta berat volume contoh tanah.
2. Persiapan alat
  - a. Nyalakan alat uji geser langsung dengan memutar tuas dan menekan tombol ON (berwarna hijau) dan pastikan alat uji geser langsung dapat berfungsi dengan normal.
  - b. Kotak geser terdiri atas 2 bagian, yaitu bagian atas dan bagian bawah. Satukan kedua bagian tersebut dengan sekrup pengunci yang ada.
  - c. Pasang dan atur benda uji pada kotak geser, berturut-turut:

- 1) Pasang kedua bagian kotak geser dan kunci kotak geser agar tetap presisi dan tidak bergeser.
  - 2) Pasang/masukkan benda uji berturut-turut dalam kotak geser.
    - a) Batu pori bawah
    - b) Kertas filter
    - c) Benda uji
    - d) Kertas filter
    - e) Batu pori atas
    - f) Perata beban vertikal
  - 3) Pasang kotak geser pada alat uji geser langsung dan pastikan posisi kotak geser tidak dalam posisi miring.
- d. Atur perlengkapan/alat untuk menggeser tanah, sehingga siap untuk penggeseran. Nyalakan alat ukur beban (*load cell*) dan arloji pengukur pergeseran pada pembacaan nol.
  - e. Lepaskan pengunci pada kotak geser.
  - f. Atur perlengkapan beban normal di atas pelat penerus beban, dan aturlah arloji pengukur penurunan pada pembacaan nol.
  - g. Kotak geser diisi air sehingga muka air kira-kira rata dengan muka atas contoh tanah.
  - h. Atur beban vertikal yang dikehendaki dengan memberikan keping beban. Beban yang dipasang adalah beban yang ditetapkan saat pengujian sehingga jumlah berat beban akan memberikan tekanan normal pada benda uji yang diinginkan.
3. Pelaksanaan penggeseran
    - a. Catat arloji ukur deformasi vertikal, arloji ukur pergeseran, arloji ukur beban geser, dan beban normal sebelum pelaksanaan penggeseran.
    - b. Atur kecepatan pergeseran pada alat uji geser langsung.
    - c. Atur pembebanan geser pada pembacaan nol.
    - d. Lakukan pengujian dengan menekan tombol *up* pada alat uji dan *stopwatch* secara bersamaan.
    - e. Selama penggeseran baca dan catat pengukuran beban pada alat uji, arloji ukur penurunan dan arloji ukur penggeseran tanah.
    - f. Kerjakan penggeseran ini sampai gaya geser telah menunjukkan nilai yang konstan atau sampai panjang pergeseran yang terjadi mencapai 20% diameter/lebar benda uji atau terjadi penurunan gaya geser sebesar 20%.
    - g. Setelah selesai, keluarkan contoh tanah dari kotak geser. Uji kadar air tanah.
- Lanjutkan pemeriksaan ini untuk benda uji kedua dan ketiga yang akan diperiksa dengan mengulangi pekerjaan no. 2, 3, dan 4 dengan tekanan normal atau beban yang berbeda. Ambillah beban untuk benda uji kedua sebesar 2 kali beban pertama dan beban untuk benda uji ketiga sebesar 3 kali beban pertama

## F. PERHITUNGAN

1. Sifat – sifat benda uji (*specimens properties*)
  - a. Volume partikel tanah,  $V_s$

$$V_s = \frac{W_d}{G_s \cdot \rho_w} \quad (4.1)$$

dengan,

$W_d$  = berat tanah kering (g) =  $W_t / (1 + W_o)$

$W_t$  = berat tanah basah (g),

$w_o$  = kadar air awal (%),

$G_s$  = berat jenis partikel tanah,

$\rho_w$  = rapat massa tanah = 1 g/cm<sup>3</sup>.

b. Angka pori awal,  $e_o$

$$e_o = \frac{H_o A - V_s}{V_s} \quad (4.2)$$

dengan

$H_o$  = tinggi benda uji awal (cm),

$A$  = luas penampang benda uji (cm<sup>2</sup>),

$V_s$  = volume partikel tanah (cm<sup>3</sup>).

c. Derajat jenuh air awal,  $S_o$

$$S_o = \frac{G_s \cdot w_o}{e_o} \quad (4.3)$$

## 2. Karakteristik konsolidasi (*consolidation characteristics*)

a. Regangan aksial akibat konsolidasi,  $\epsilon_{ac}$

$$\epsilon_{ac} = \frac{D - D_o - D_c}{H_o} \times 100 \quad (4.4)$$

Dengan,

$D$  = deformasi aksial di akhir pembebanan (cm)

$D_o$  = deformasi awal pada saat pengaturan benda uji (cm),

$D_c$  = koreksi deformasi alat yang bergantung beban aksial (cm),

b. Tegangan normal efektif,  $\sigma'_n$

$$\sigma'_n = \frac{N - N_{pf} + (W_{tp} \times 9,81 \times 10^{-3})}{A} \times 10000 \quad (4.5)$$

Dengan,

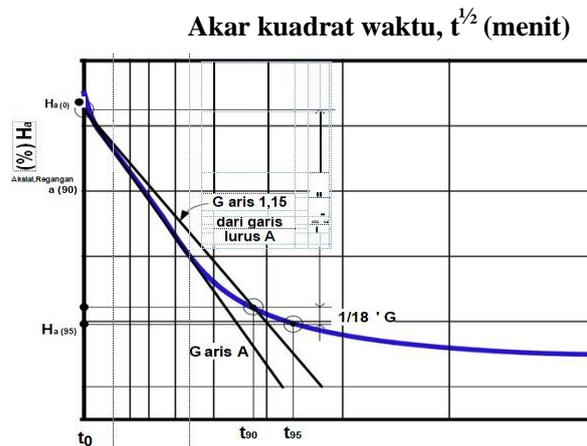
$N$  = beban normal di akhir pembebanan (kN)

$N_{pf}$  = koreksi beban normal akibat gesekan pada alat (kN),

$W_{tp}$  = berat pelat perata beban di atas benda uji (kg),

c. Waktu untuk mencapai 95% konsolidasi,  $t_{95}$  ditentukan dengan langkah-langkah berikut :

- 1) Plot deformasi aksial benda uji atau regangan aksial dan akar kuadrat waktu ( $\sqrt{t}$ ),
- 2) Tentukan deformasi aksial atau regangan aksial pada  $t_{90}$  dengan mengikuti langkah-langkah seperti metode Taylor,
- 3) Deformasi aksial atau regangan aksial pada  $t_{95}$  yang merupakan 1/18 lebih besar dari selisih deformasi pada  $t_0$  dan  $t_{90}$ . Waktu  $t_{95}$  1) ditentukan dari perpotongan kurva data dan ordinat (Lihat Gambar 4.2)



Gambar 4.2 Kurva hubungan regangan aksial dan akar kuadrat waktu untuk penentuan

$t_{95}$

3. Karakteristik penggeseran (*shearing characteristics*)

a. Regangan geser,  $\gamma$

$$\gamma = \frac{\delta - \delta_{ps}}{H_{ps}} \times 100 \tag{4.6}$$

Dengan,

$\delta$  = perpindahan geser (cm),

$\delta_{ps}$  = perpindahan geser pada saat awal penggeseran (cm),

$H_{ps}$  = tinggi benda uji saat awal penggeseran (cm),

b. Tegangan geser,  $r$

$$r = \frac{F - F_c - F_{pf}}{A} \times 10000 \tag{4.7}$$

dengan

$F$  = gaya geser terukur (kN),

$F_c$  = tahanan geser akibat kekangan kotak geser (kN),

$F_{pf}$  = koreksi gaya geser akibat gesekan pada alat (kN),

$F_{pf}$  = koreksi gaya geser akibat gesekan pada alat (kN),

c. Regangan aksial selama penggeseran,  $\epsilon_{as}$

$$\epsilon_{as} = \frac{D - D_{ps} + D'_c - D_c}{H_{ps}} \times 100 \tag{4.8}$$

dengan

$D_{ps}$  = deformasi aksial benda uji pada saat awal penggeseran (cm),

$D_c$  = deformasi aksial alat pada saat awal penggeseran (cm).

d. Angka pori akibat penggeseran,  $\Delta U_s$

$$\Delta U_s = \sigma'_{nc} - \sigma'_n \quad (4.9)$$

dengan

$\sigma'_{nc}$  = tegangan normal pada saat awal penggeseran (kPa),

$\sigma'_n$  = tegangan normal efektif (kPa),

e. Modulus geser pada keruntuhan,  $G$

$$G = \frac{c - c_{ps}}{\gamma} \times 100 \quad (4.10)$$

$r_{ps}$  = tegangan geser pada saat awal penggeseran (kPa),

f. Kecepatan regangan geser rata-rata,  $\gamma$

$$\gamma = \frac{\gamma_{100} - \gamma_{50}}{t_{100} - t_{50}} \quad (4.11)$$

dengan

$\gamma_{50}$  = regangan geser pada 50% tegangan geser puncak (%),

$\gamma_{100}$  = regangan geser pada tegangan geser puncak (%),

$t_{50}$  = waktu pada 50% tegangan geser puncak (s),

$t_{100}$  = waktu pada tegangan geser puncak (%),

4. Perkiraan nilai kohesi (c) dan sudut gesek internal tanah ( $\phi$ )

- Gambarkan grafik hubungan antara tegangan geser ( $\tau$ ) sebagai ordinat dan tegangan normal ( $\sigma$ ) sebagai absis.
- Cantumkan setiap data  $\tau$  dan  $\sigma$  bagi setiap benda uji sebagai satu titik pada grafik ini.
- Tariklah garis lurus terbaik yang menghubungkan titik-titik tersebut.
- Kemiringan garis ini terhadap sumbu  $\sigma$  (absis) adalah sudut gesek internal ( $\phi$ ) dan perpotongan garis tersebut dengan sumbu  $\tau$  (ordinat) adalah kohesi tanah (c), sesuai dengan teori keruntuhan Mohr – Coulomb,  $\tau = c + \sigma \tan \phi$

### CATATAN

- Peralatan harus dipasang sedemikian untuk mengurangi terjadinya perubahan kadar air benda uji. Batu pori yang kering harus digunakan untuk tanah kering (*dry soil*), tanah ekspansif, atau tanah umumnya. Batu pori yang basah digunakan untuk tanah yang memiliki potensi kembang yang rendah (*low swell potential*). Batu pori yang jenuh air hanya digunakan untuk tanah jenuh air yang memiliki daya tarik-menarik (*affinity*) rendah terhadap air
- Kecepatan penggeseran (*shearing rate*) diambil antara 0,2 mm/menit (untuk tanah pasir) sampai 0,01 mm/menit (untuk tanah lempung). Kecepatan yang rendah memungkinkan tekanan air pori berlebih dapat terbuang selama penggeseran.
- Kecepatan regangan geser rata-rata yang dihitung dengan Persamaan 4.11 merupakan pendekatan yang digunakan sebagai perbandingan saja.

HASIL UJI PENGUJIAN  
GESER LANGSUNG

Asal Tanah : \_\_\_\_\_ Tanggal Uji : \_\_\_\_\_  
 Jenis Tanah : \_\_\_\_\_ Kelompok : \_\_\_\_\_

**D A T A B E N D A U J I S E B E L U M P E N G U J I A N**

Kondisi tanah :  Tanah asli  Proctor Standar/Modifikasi pada  $w =$  \_\_\_\_\_ %  
 Berat Jenis Contoh Tanah,  $G_s$  : \_\_\_\_\_  
 Bentuk penampang benda uji :  Lingkaran  Persegi

<b>NO. Benda Uji</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Cell Pressure</b>	<b>2.5</b>	<b>5.0</b>	<b>10</b>	<b>20</b>
Diameter / Lebar sisi (cm)				
Tebal, $H_o$ (cm)				
Luas Penampang, $A$ (cm <sup>2</sup> )				
Volume benda uji, $V_t$ (cm <sup>3</sup> )				
Berat tanah, $W_t$ (g)				
Kadar air awal, $w_o$ (%)				
Berat tanah kering, $W_d$ (g)				
Volume partikel tanah, $V_s$ (cm <sup>3</sup> ) (pers. 4.1)				
Angka pori awal, $e_o$ (pers. 4.2)				
Derajat jenuh air awal, $S_o$ (pers.4.3)				





HASIL UJI PENGUJIAN  
GESER LANGSUNG

Asal Tanah : \_\_\_\_\_ Tanggal Uji : \_\_\_\_\_  
 Jenis Tanah : \_\_\_\_\_ Kelompok : \_\_\_\_\_

**DATA BENDA UJI SEBELUM PENGGESERAN**

	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3	Benda Uji 4
Tinggi, $H_{ps}$ (cm)				
Angka Pori, $\epsilon_{ps}$				
Regangan aksial, $\epsilon_{ac}$ (%)				

**DATA BENDA UJI SETELAH PENGGESERAN**

	Benda Uji 1		Benda Uji 2		Benda Uji 3		Benda Uji 4	
Berat cawan $W_1$ (g)								
Berat cawan + tanah, $W_2$ (g)								
Berat cawan + tanah kering, $W_3$ (g)								
Kadar Air, $w$ (%)								
Kadar air rata-rata, $w_f$ (%)								
Derajat jenuh air, $S_f$ (%)								

**DATA TEGANGAN DAN REGANGAN GESER PADA KERUNTUHAN**

Beban (kg)	Tegangan Normal $\sigma'_n$ (kPa)	Gaya Geser $F$ (kN)	Tegangan Geser $r_f$ (kPa)	Regangan aksial geser $\epsilon_{as}$ (%)	Regangan geser $\gamma$ (%)	Modulus Geser $G$ (kPa)

## V. KUAT TEKAN BEBAS

### A. TUJUAN

Tujuan pengujian ini adalah menentukan nilai kuat tekan bebas tanah kohesif dalam konsep tegangan total (*total stress*). Pengujian tekan bebas juga dapat digunakan untuk mengkaji perilaku tanah akibat beban aksial dan modulus elastisitas tanah.

### B. STANDAR UJI ACUAN

*ASTM D2166 - 06 Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil.*

*ASTM D5102 - 09 Unconfined Compressive Strength of Compacted Soil-Lime Mixtures.*

### C. ALAT

1. Alat / mesin penekan tanah (Gambar 5.1),
2. Arloji pengukur regangan.
3. Alat pengeluar contoh tanah dari tabung.
4. Tabung cetak belah.
5. Timbangan dengan ketelitian 0,10 gram.
6. *Stopwatch*.
7. Alat pengukur diameter dan tinggi.
8. Alat-alat pemeriksaan kadar air.



Gambar 5.1 Mesin penekan untuk uji tekan bebas

### D. BAHAN

Benda uji berupa tanah kohesif berbentuk silinder dengan diameter minimum = 30 mm (1,3 in.). Tinggi silinder harus antara 2-2,5 kali diameternya. Apabila diameter benda uji

$< 72$  mm, butir tanah terbesar yang diijinkan adalah  $1/10$  kali diameter benda uji, sedangkan bila diameter benda uji  $> 72$  mm, butir tanah terbesar yang diijinkan adalah  $1/6$  kali diameter. Pengujian dapat dilakukan pada contoh tanah asli atau tanah padat buatan.

## E. LANGKAH KERJA

### 1. Persiapan benda uji

- a. Bila contoh tanah yang diperiksa adalah contoh asli dari dalam tabung contoh yang diameternya sudah sesuai dengan diameter silinder benda uji yang diinginkan, maka :
  - 1) Olesi tipis tabung cetak belah dengan pelumas.
  - 2) Dengan menggunakan alat pengeluar contoh tanah, keluarkan contoh tanah dari tabung contoh dan doronglah masuk ke dalam tabung cetak belah. Arah mendorongnya harus dari ujung tabung contoh ke pangkal (dari bagian yang tajam).
  - 3) Potong benda uji rata bagian atas dan bawahnya, kemudian keluarkan/bukalah tabung cetak belahnya.
- b. Bila contoh tanah asli ukurannya lebih besar dari diameter silinder benda uji yang diinginkan, bentuk/potonglah contoh tanah dengan pisau atau gergaji kawat, kemudian bubutlah sehingga didapat ukuran yang dikehendaki.
- c. Bila contoh tanah berupa tanah padat buatan, maka dapat berupa:
  - 1) Contoh tanah yang rusak (gagal pada persiapan/pelaksanaan pengujian) yang dibentuk kembali dengan memasukkan tanah dalam kantong plastik/karet, remas dengan jari sampai rata seluruhnya. Hindarkan tambahnya udara dalam pori tanah. Kemudian bentuk kembali dan padatkan dalam cetakan sehingga kepadatannya sama dengan aslinya.
  - 2) Dengan memadatkan contoh tanah dengan kadar air dan kepadatan yang diinginkan. Pemadatan dapat dilaksanakan pada silinder pemadatan dan ditumbuk, kemudian tanah didorong masuk tabung contoh atau dipotong dan dibubut. Pemadatan dapat pula dilaksanakan langsung pada cetakan belah.
  - 3) Sesuai dengan persyaratan yang diinginkan, maka bila diperlukan, sebelum pelaksanaan pengujian, contoh tanah dapat dijenuh terlebih dahulu. Bila demikian, catat dan cantumkan dalam laporan.
- d. Ukur dan catat diameter dan tinggi benda uji.

2. Pembebanan
  - a. Tempatkan benda uji pada alat tekan, berdiri vertikal dan sentris ada pelat dasar alat.
  - b. Atur alat tekan, sehingga pelat atas menyentuh benda uji.
  - c. Atur arloji ukur pada cincin beban dan arloji pengukur regangan pada pembacaan nol.
  - d. Kerjakan alat beban dengan kecepatan 0,5 - 2% terhadap tinggi benda uji per menitnya. Kecepatan ini diperkirakan, sedemikian sehingga keruntuhan benda uji tidak melampaui 15 menit. Catat pembacaan arloji ukur beban dan arloji ukur regangan setiap 30 detik.
  - e. Hentikan pembebanan apabila tampak beban yang bekerja telah mengalami penurunan. Jika beban yang bekerja tidak pernah turun, kerjakan pembebanan sampai regangan/pemendekan benda uji mencapai 15% dari tinggi benda uji.
  - f. Periksa kadar air tanah benda uji.
  - g. Buat sketsa dan catat perubahan bentuk benda uji. Bila dapat, ukurlah sudut kemiringan bidang pecahnya benda uji.
  - h. Pelaksanaan pemeriksaan ini (persiapan + pembebanan) harus dilakukan dalam waktu secepat-cepatnya, jangan ditunda-tunda, agar kadar air tanah tidak berubah karena penguapan.

## E. PERHITUNGAN

1. Hitunglah regangan aksial (hingga pembulatan 0,1%) pada setiap pembebanan yang dibaca

$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta H}{H_0} \times 100\% \quad (5.1)$$

dengan,

$\Delta H$  = perubahan tinggi benda uji (mm) yang dibaca dari arloji ukur,

$H_0$  = tinggi benda uji awal (mm).

2. Hitung luas rata-rata penampang benda uji dengan koreksi akibat pemendekan pada setiap pembebanan

a. *Brittle Failure*

$$A = A_0 \quad (5.2)$$

b. *Cylindrical Shape Failure*

$$A = \frac{A_0}{1 - c/100} \quad (5.3)$$

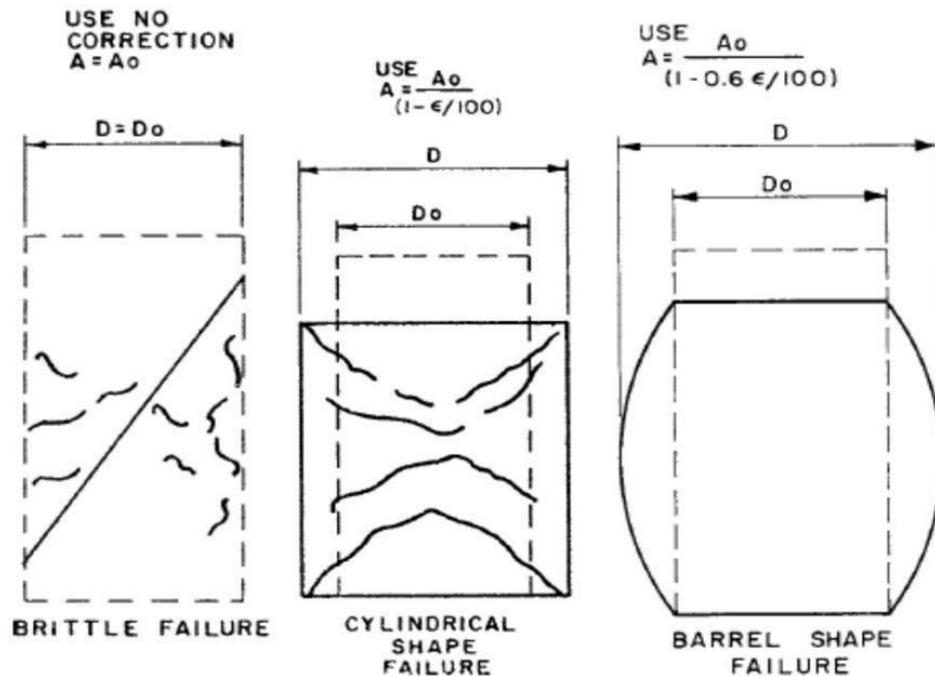
c. *Barrel Shape Failure*

$$A = \frac{A_0}{1 - 0.6c/100} \quad (5.4)$$

dengan

$A_0$  = luas penampang benda uji mula-mula (mm<sup>2</sup>)

Koreksi luas penampang benda uji pada Persamaan diatas diberikan apabila memenuhi kriteria seperti pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Penentuan koreksi luas penampang

3. Hitunglah tegangan aksial yang bekerja pada benda uji pada setiap pembebanan.

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (5.5)$$

dengan

P = beban aksial yang bekerja (kN), dihitung dari pembacaan arloji ukur cincin beban.

4. Gambarkan grafik antara regangan (sebagai absis) dan tegangan yang bekerja (sebagai ordinat).
5. Tentukan nilai maksimum dari tegangan aksial yang terjadi dari grafik tersebut. Tegangan maksimum ini adalah kuat tekan bebas dari tanah yang diuji. Bila benda uji tidak mengalami keruntuhan, kuat tekan bebas adalah tekanan pada regangan 15%

CATATAN

- a) Kuat tekan bebas adalah besarnya tekanan aksial yang diperlukan untuk menekan suatu silinder tanah sampai runtuh, atau besarnya tekanan yang memberikan perpendekan tanah sebesar 15% jika sampai dengan perpendekan 15% tersebut tanah tidak pecah
- b) Jika pengujian kuat tekan bebas dilakukan pada tanah yang tak terusik atau *intact* dan juga kondisi *remolded*, maka sensitivitas dihitung dengan  $S_T = q_{u(\text{intact})}/q_{u(\text{remolded})}$ .
- c) Pengujian sebaiknya dilakukan secara *triplicate* (tiga benda uji). Maka kuat tekan bebas digunakan nilai rata-rata dari ketiga benda uji tersebut.

HASIL UJI  
PENGUJIAN TEKAN BEBAS

Asal Tanah : \_\_\_\_\_ Tanggal Uji : \_\_\_\_\_

Jenis Tanah : \_\_\_\_\_ Kelompok : \_\_\_\_\_

**DATA BENDA UJI SEBELUM PENGUJIAN**

- Kondisi tanah :  Tanah asli  Proctor Standar/Modifikasi pada  $w =$  \_\_\_\_\_ %
- Berat Jenis Contoh Tanah,  $G_s$  : \_\_\_\_\_

	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3
Diameter awal, $D_0$ (cm)			
Tinggi awal, $H_0$ (cm)			
Luas penampang awal, $A_0$ (cm <sup>2</sup> )			
Volume benda uji awal, $V_0$ (cm <sup>3</sup> )			
Berat tanah, $W_t$ (g)			
Berat Jenis, $G_s$			

**DATA PENGUJIAN KADAR AIR**

	Benda Uji 1	Benda Uji 1	Benda Uji 1
Berat cawan, $W_1$ (g)			
Berat cawan + tanah, $W_2$ (g)			
Berat cawan + tanah kering, $W_3$ (g)			
Kadar air, $w$ (%)			
Berat tanah kering, $W_d$ (g)			
Kadar air rata-rata (%)			



# MODUL KEempat

## Daya Dukung Tanah



LABORATORIUM GEOTEKNIK - PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS  
MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

## VI. UJI SONDIR (*CONE PENETRATION TEST*)

---

### A. TUJUAN

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan nilai kuat dukung tanah yang dinyatakan oleh perlawanan konus dan perlawanan gesekan pada setiap kedalaman.

### B. STANDAR UJI ACUAN

*ASTM D3441-05 (2005) Standard Test Method for Mechanical Cone Penetration Tests of Soil*

*Robertson, P.K., Campanella, R.G., Gillespie, D., and Greig, J., (1986) Use of piezometer cone data. Proceeding of the ASCE Specialty Conference in Situ '86: Use of In Situ Test in Geotechnical Engineering, Blacksburg, 1263-80.*

### C. ALAT

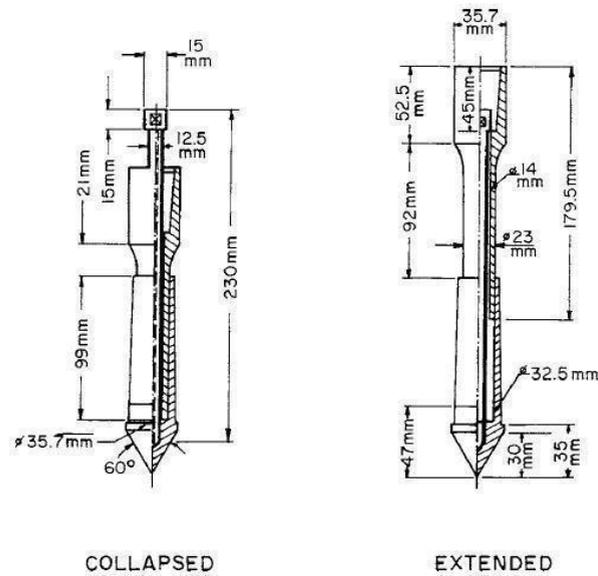
#### 1. Uji Sondir

- a. Alat sondir ringan dengan kapasitas 2,5 ton (Gambar 6.1),



Gambar 6.1 Alat uji sondir

- b. Dua buah manometer berkapasitas tekanan 60 kg/cm<sup>2</sup> dan 300 kg/cm<sup>2</sup>,
- c. Konus ganda/bikonus dengan ujung berupa kerucut/konus 60° dan luas penampang 10 cm<sup>2</sup> (Gambar 6.2),



Gambar 6.2 Dimensi dan posisi konus

- d. Pipa sondir lengkap dengan batang dalam,
  - e. Empat buah angker dan perlengkapannya,
  - f. Kunci pipa dan kunci inggris,
  - g. Oli dan alat-alat pembersih.
2. Pengeboran
    - a. Besi visitas, yaitu besi bulat beralur dengan diameter 3 cm dan 80 - 100 cm,
    - b. Besi penyambung,
    - c. Alat pemukul dan landasan,
    - d. Alat pembersih alur dan pencabut tangkai besi.

## D. BAHAN

Uji sondir dan pengeboran ini menggunakan tanah di lapangan.

## E. LANGKAH KERJA

1. Uji Sondir
  - a. Tentukan titik sondir. Usahakan letaknya bebas dari gangguan pohon, tiang listrik, dan lain-lain.
  - b. Bersihkan permukaan tanah yang akan diselidiki dan usahakan memiliki permukaan yang rata.
  - c. Aturlah alat sondir sehingga posisinya vertikal di tempat yang akan diperiksa dan pasanglah keempat angker untuk mencegah terangkatnya alat sondir.
  - d. Pasang kedua manometernya.
  - e. Sebelum konus dipasang, keluarkan udara dalam piston yang menuju

manometer dengan cara mengisinya dengan oli. Setelah udara keluar

ditandai dengan tidak adanya gelembung udara, maka tempat untuk memasukkan oli ditutup kembali.

- f. Pasang konus pada pipa sondir. Kemudian pasang pada alat sondir dan atur alat-alat sedemikian rupa sehingga batang sondir sampai konus masuk  $\pm 10$  cm.
  - g. Tutuplah kran dan jarum manometer harus menunjukkan angka nol.
  - h. Buka kran penyalur tekanan pada manometer kecil dan mulai lakukan penekanan. Usahakan sedemikian rupa agar kecepatan penetrasi sebesar 10 hingga 20 mm/s  $\pm 25$  %.
  - i. Setelah mencapai kedalaman 20 cm, pasang kait *Sleeve Friction*, kemudian lakukan pembacaan manometer. Pembacaan dilakukan dua kali. Dimana pembacaan pertama adalah nilai perlawanan ujung konus atau *Cone Resistance* ( $q_c$ ), kemudian pembacaan kedua merupakan nilai gesekan lokal yaitu perlawanan ujung konus dan perlawanan gesek ( $q_c + q_f$ ). Pada pembacaan rendah, bukalah kran manometer untuk tekanan kecil dan tutuplah kran manometer untuk tekanan besar, dan sebaliknya. Catat semua hasil pembacaan pada Tabel pengamatan yang telah disediakan.
  - j. Bila konus masih selalu turun, maka sambunglah dengan pipa penyambung hingga sondir tidak turun lagi.
  - k. Baca arloji pembacaan dan catat setiap selang kedalaman 20 cm.
  - l. Hentikan penyondiran jika pembacaan telah mencapai 200 kg/cm<sup>2</sup>.
2. Pengeboran
- a. Sambung batang besi dengan landasan pemukul, sambungkan pola matabor dengan yang lain,
  - b. Masukkan batang besi pemutar pada landasan pemukul,
  - c. Letakkan ujung mata bor pada titik yang akan dibor, posisi alat harus tegak lurus pada permukaan tanah,
  - d. Masukkan alat bor ke tanah setiap kedalaman 20 cm dengan menggunakan tali pada landasan pemukulnya atau dengan menekan sambil memutar tangkai pemutarnya,
  - e. Angkat dan amati jenis dan warna tanah bila alat bor sudah mencapai kedalaman 20 cm. Bersihkan mata bor,
  - f. Masukkan lagi mata bor ke tanah sedalam 20 cm seperti di atas. Lakukan berulang-ulang sampai kedalaman yang diinginkan,
  - g. Catat dan amati semua jenis tanah pada setiap kedalaman yang dicapai. Kemudian gambarkan profil tanahnya.

**F. PERHITUNGAN**

1. Nilai perlawanan ujung konus ( $q_c$ ) dan gesekan lokal ( $L_f$ ) pada setiap interval kedalaman 20 cm diperoleh dari hasil pembacaan manometer.
2. Hitunglah nilai perlawanan gesek ( $q_f$ ) pada setiap interval kedalaman 20 cm dengan persamaan 6.1 :

$$q_f = (L_f - q_c) \times \frac{10}{100} \tag{6.1}$$

dengan,

- $q_f$  = perlawanan gesek konus ( $\text{kg/cm}^2$ ),
- $q_c$  = perlawanan ujung konus ( $\text{kg/cm}^2$ ),
- $L_f$  = gesekan lokal ( $\text{kg/cm}^2$ ),
- $10/100$  = luas proyeksi konus/luas selimut gesek konus

3. Hitunglah nilai tahanan gesek selimut konus (*Sleeve Friction*),  $f_s$  pada setiap interval kedalaman 20 cm dengan persamaan 6.2 :

$$f_s = q_f \times 20 \tag{6.2}$$

dengan,

- $f_s$  = tahanan gesek selimut konus ( $\text{kg/cm}$ )
- $q_f$  = perlawanan gesek konus ( $\text{kg/cm}^2$ ),
- 20 = panjang selubung gesek (cm).

4. Hitunglah tahanan gesek total (*Total Friction*),  $f_t$ , dengan menggunakan persamaan 6.3.

$$f_{t(i)} = \sum_{i=1}^n f_{s(i)} \tag{6.3}$$

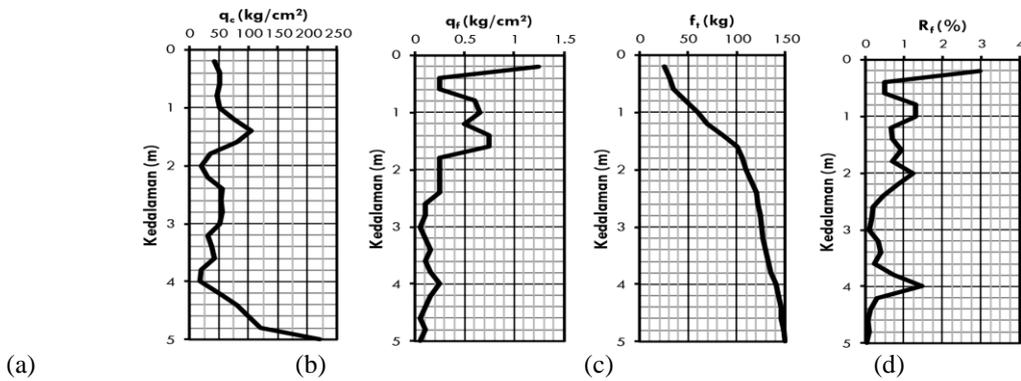
dengan

- $f_{t(i)}$  = tahanan gesek total pada kedalaman ke- $i$  (kg),
- $f_{s(i)}$  = tahanan gesek selimut konus pada kedalaman ke- $i$  ( $\text{kg/cm}$ ),

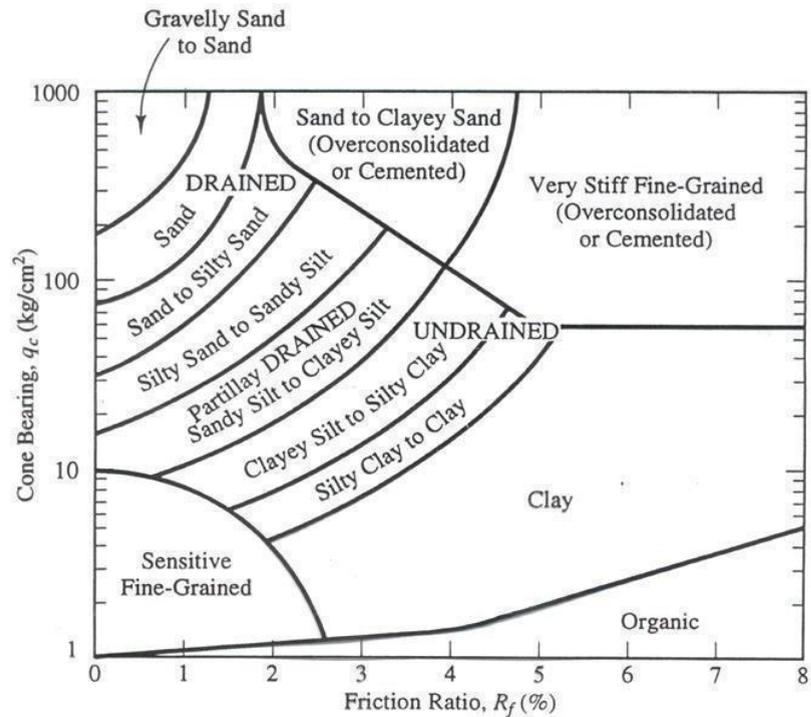
5. Hitunglah rasio perlawanan gesek (*Friction Ratio*),  $R_f$ , dengan menggunakan persamaan 6.4.

$$R_f = \frac{q_f}{q_c} \times 100\% \tag{6.4}$$

6. Selanjutnya buatlah grafik hubungan antara  $q_c$ ,  $q_f$ ,  $f_i$  dan  $R_f$  (sebagai absis) dan kedalaman tanah (sebagai ordinat) sebagaimana Gambar 6.3
7. Perkirakan jenis tanah berdasarkan hasil uji sondir dengan menggunakan grafik hubungan yang diberikan pada Gambar 6.4.



Gambar 6.3 Grafik hasil uji sondir (a) perlawanan ujung konus, (b) perlawan gesek konus, (c) tahanan gesek total, (d) Rasio perlawanan gesek.



Gambar 6.4 Estimasi jenis tanah berdasarkan nilai perlawanan ujung konus ( $q_c$ ) dan rasio perlawanan gesek ( $R_f$ ) menurut Robertson dkk. (1986)

## Catatan

- (1) Kecepatan penetrasi 10 mm/s memberikan waktu bagi operator untuk membaca nilai perlawanan konus melalui manometer apabila menggunakan sondir mekanik. Kecepatan penetrasi 20 mm/s lebih sesuai untuk pembacaan perlawanan konus tunggal apabila menggunakan sondir mekanik.
- (2) Penetrasi harus dilakukan secara menerus. Jika terjadi gangguan atau jeda waktu lebih dari 10 menit, maka pembacaannya dianggap sebagai tidak valid dan perlu dievaluasi. Kemudian pembacaan diteruskan hingga kedalaman berikutnya.



## VII. UJI PENETRASI STANDAR (*STANDARD PENETRATION TEST*)

### A. TUJUAN

Pengujian ini bertujuan untuk memperoleh parameter perlawanan penetrasi lapisan tanah di lapangan dengan SPT, yang dapat dipergunakan untuk identifikasi perlapisan tanah yang merupakan bagian dari desain fondasi

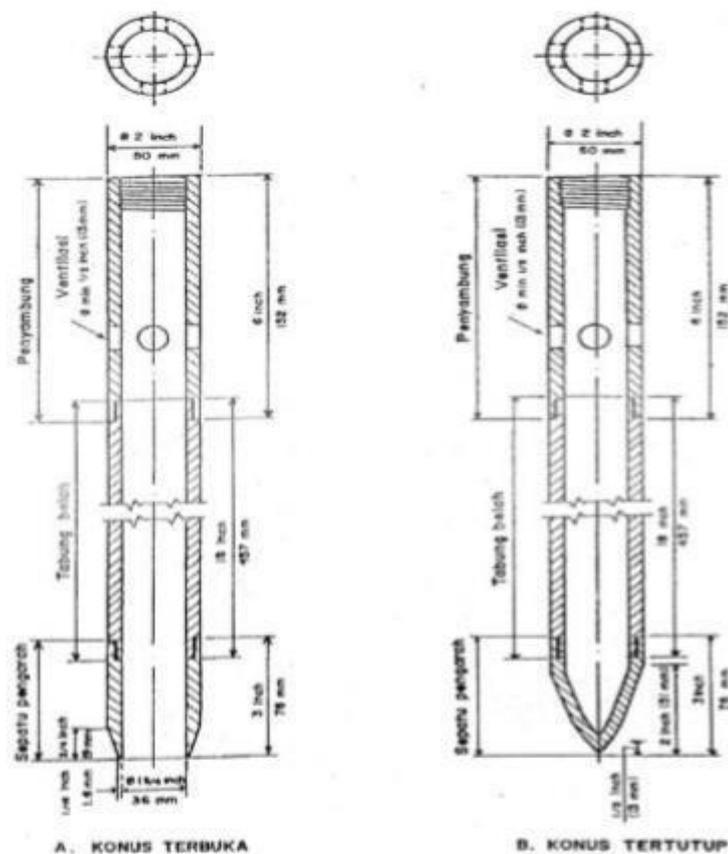
### B. STANDAR UJI ACUAN

ASTM D1586-11 (2011) Standard Test Method for Mechanical Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils

SNI 4153:2019 Metode Uji Penetrasi Standar (SPT)

### C. ALAT

1. Mesin bor yang dilengkapi dengan peralatannya;
2. Mesin pompa yang dilengkapi dengan peralatannya;
3. *Split barrel sampler* yang dilengkapi dengan dimensi seperti diperlihatkan pada Gambar 7.1 (ASTM D 1586-11);



Gambar 7.1 *Split barrel sampler*

4. Palu dengan berat 63,5 kg dengan toleransi meleset  $\pm 1\%$ .
5. Alat penahan (tripod);
6. Rol meter;
7. Alat penyipat datar;
8. Kerekan;
9. Kunci-kunci pipa;
10. Tali yang cukup kuat untuk menarik palu;
11. Perlengkapan lain.

## D. BAHAN

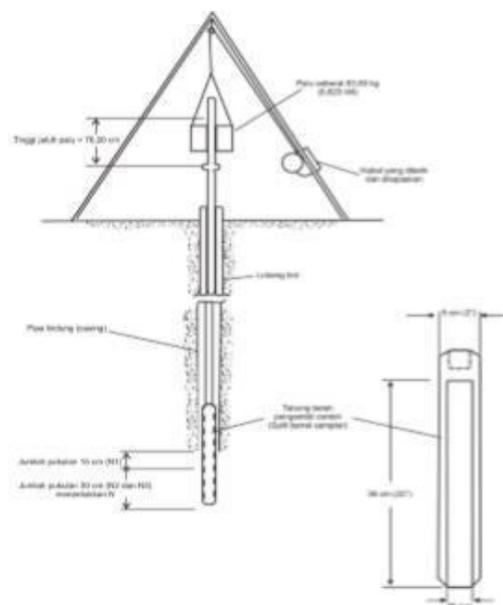
Uji penetrasi standar ini menggunakan tanah di lapangan.

## E. LANGKAH KERJA

### 1. Persiapan pengujian

Lakukan persiapan pengujian SPT di lapangan dengan tahapan sebagai berikut (Gambar 7.2):

- a. Pasang blok penahan (*knocking block*) pada pipa bor;
- b. Beri tanda pada ketinggian sekitar 75 cm pada pipa bor yang berada di atas penahan;
- c. Bersihkan lubang bor pada kedalaman yang akan dilakukan pengujian dari bekas-bekas pengeboran;
- d. Pasang *split barrel sampler* pada pipa bor, dan pada ujung lainnya disambungkan dengan pipa bor yang telah dipasangi blok penahan;
- e. Masukkan peralatan uji SPT ke dalam dasar lubang bor atau sampai kedalaman pengujian yang diinginkan;
- f. Beri tanda pada batang bor mulai dari muka tanah sampai ketinggian 15 cm, 30 cm dan 45 cm.



Gambar 7.2 Penetrasi dengan SPT

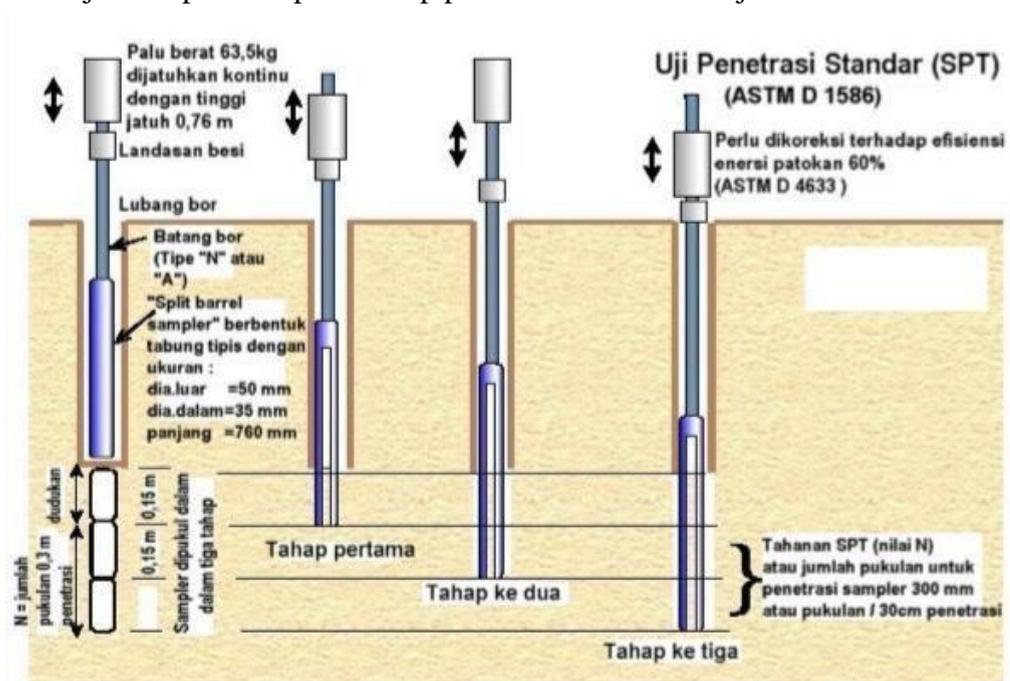
2. Prosedur Pengujian

Lakukan pengujian dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Lakukan pengujian pada setiap perubahan lapisan tanah atau pada interval sekitar 1,50 m s.d 2,00 m atau sesuai keperluan;
- b. Tarik tali pengikat palu (*hammer*) sampai pada tanda yang telah dibuat sebelumnya (kira-kira 75 cm);
- c. Lepaskan tali sehingga palu jatuh bebas menimpa penahan (Gambar 7.3);
- d. Ulangi b dan c berkali-kali sampai mencapai penetrasi 15 cm;
- e. Hitung jumlah pukulan atau tumbukan N pada penetrasi 15 cm yang pertama;
- f. Ulangi b, c, d dan e sampai pada penetrasi 15 cm yang ke-dua dan ke-tiga;
- g. Catat jumlah pukulan N pada setiap penetrasi 15 cm  
 cm:N1; 15 cm pertama dicatat  
 N2; 15 cm kedua  
 dicatat N3; 15 cm  
 ketiga dicatat

Jumlah pukulan yang dihitung adalah  $N_2 + N_3$ . Nilai  $N_1$  tidak diperhitungkan karena masih kotor bekas pengeboran

- h. Bila nilai N lebih besar daripada 50 pukulan, hentikan pengujian dan tambah pengujian sampai minimum 6 meter;
- i. Catat jumlah pukulan pada setiap penetrasi 15 cm untuk jenis tanah batuan.



Gambar 7.3 Skema urutan uji penetrasi standar (SPT)

Proyek		Mulai dikerjakan	
Lokasi		Selesai	
Lubang Bor no.		Dikerjakan Oleh	
Tipe Pemukul		Diperiksa Oleh	
Diameter Lubang Bor			
Tipe Tabung SPT			

Kedalaman (m)	Muka Air Tanah (m)	Jenis Tanah	Deskripsi	Jumlah pukulan				Diagram SPT Jumlah pukulan							
				N1 (pukulan/15 cm)	N2 (pukulan/15 cm)	N3 (pukulan/15 cm)	Nm (pukulan/30 cm)	10	20	30	40	50	60		
1															
2															
3															
4															
5															
6															

Jumlah pukulan di atas disebut sebagai nilai NSPT (Nm), Nm dapat dihitung dengan rumus :  $Nm = N2 + N3$

Dengan

N1 = Jumlah pukulan pada interval 15 pertama.

N2 = Jumlah pukulan pada interval 15 cm kedua.

N3 = Jumlah pukulan pada interval 15 cm ketiga

Proyek		Mulai dikerjakan	
Lokasi		Selesai	
Lubang Bor no.		Dikerjakan Oleh	
Tipe Pemukul		Diperiksa Oleh	
Diameter Lubang Bor			
Tipe Tabung SPT			

Kedalaman (m)	Muka Air Tanah (m)	Jenis Tanah	Deskripsi	Jumlah pukulan				Diagram SPT Jumlah pukulan							
				N1 (pukulan/1 5 cm)	N2 (pukulan/1 5 cm)	N3 (pukulan/1 5 cm)	Nm (pukulan/3 0 cm)	10	20	30	40	50	60		
1															
2															
3															
4															
5															
6															

Jumlah pukulan di atas disebut sebagai nilai NSPT (Nm), Nm dapat dihitung dengan rumus :  $Nm = N2 + N3$

Dengan

N1 = Jumlah pukulan pada interval 15 pertama.

N2 = Jumlah pukulan pada interval 15 cm kedua.

N3 = Jumlah pukulan pada interval 15 cm ketiga

### **BAB III PENUTUP**

Pembelajaran berbasis modul, diharapkan akan membantu mahasiswa akan dapat belajar secara mandiri, memahami materi, dan mampu melaksanakan pengujian baik di lapangan maupun laboratorium. Tidak terkecuali dalam memahami konsep dasar dalam penyelidikan tanah dan implementasinya. Semoga modul ini dapat digunakan sebagai referensi tambahan dalam proses pembelajaran pada kegiatan perkuliahan dan praktikum, baik dalam teori maupun praktik. Mahasiswa lebih mendalami materi lain di samping materi yang ada di modul ini melalui berbagai sumber, jurnal, maupun internet. Semoga modul ini bermanfaat bagi mahasiswa khususnya yang mengambil Bidang Keahlian Geoteknik. Tak lupa dalam kesempatan ini, penulis mohon saran dan kritik yang membangun terhadap, demi sempurnanya penyusunan modul ini di masa-masa yang akan datang. Semoga modul ini memberikan kemudahan dan manfaat kepada mahasiswa.

**DAFTAR PUSTAKA**

- ASTM D1883 - 07e2 Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory- Compacted Soils, ASTM International, Pennsylvania, USA, 2007.
- ASTM D2435 / D2435M - 11 Standard Test Methods for One-Dimensional Consolidation Properties of Soils Using Incremental Loading, ASTM International, Pennsylvania, USA, 2011.
- ASTM D2850-03 Standard Test Methods for Unconsolidated-Undrained Triaxial Compression Test on Cohesive Soils, ASTM International, Pennsylvania, USA, 2003.
- ASTM D3080 - 03 Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions, ASTM International, Pennsylvania, USA, 2003.
- ASTM D2166 - 06 Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil, ASTM International, Pennsylvania, USA, 2006.
- ASTM D3441 – 05 Standard Test Method for Mechanical Cone Penetration Tests of Soil, ASTM International, Pennsylvania, USA, 2014.
- ASTM D698-12 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (600 kN-m/m<sup>3</sup>), ASTM International, Pennsylvania, USA, 2013.
- Lunne, T., Robertson, P.K. and Powell, J.J.M., Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice, Blackie Academic/Routledge Publishing, New York, 1997.

## LINK VIDEO PEMBELAJARAN PRAKTIKUM

### PENYELIDIKAN GEOTEKNIK TA. 2023/2024

1. CBR : <https://bit.ly/VideoPembelajaranCBR>
2. Konsolidasi : <https://bit.ly/VideoPembelajaranKonsolidasi>
3. Triaksial UU : <https://bit.ly/VideoPembelajaranTriaksial>
4. Geser Langsung : <https://bit.ly/VideoPembelajaranGeserLangsung>
5. Kuat Tekan Bebas : <https://bit.ly/VideoPembelajaranTekanBebas>
6. Sondir ( CPT ) : <https://bit.ly/VideoPembelajaranSondir>
7. SPT : <https://bit.ly/VideoPembelajaranSPT>

# PENYELIDIKAN GEOTEKNIK

