

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan modul ini. Shalawat dan salam penulis sampaikan untuk junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW.

Modul ini disusun untuk memenuhi kebutuhan praktikum Mekanika Tanah II yang dilaksanakan di Institut Teknologi Sumatera di Lampung Selatan. Pengujian Mekanika tanah merupakan pengujian untuk mengetahui parameter-parameter tanah sehingga diketahui perilaku suatu tanah yang dilakukan di lapangan dan laboratorium.

Modul ini disusun secara terstruktur dengan tahapan-tahapan yang terinci sehingga mempermudah pihak-pihak terutama mahasiswa saat membaca dan melakukan pengujian. Seperti layaknya sebuah modul, maka pembahasan modul dari tujuan yang hendak dicapai, peralatan yang digunakan, prosedur pengujian, perhitungan, dan formulir yang digunakan untuk pengambilan data sampel.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa modul ini tentu punya kekurangan. Untuk itu penulis dengan berlapang dada menerima masukan dan kritikan dari berbagai pihak demi kesempurnaannya di masa yang akan datang. Akhir kata, semoga modul ini bermanfaat bagi mahasiswa dan masyarakat yang membutuhkan dalam pengujian geoteknik baik di Lapangan ataupun Laboratorium.

Lampung Selatan, September 2019

Penulis,

Team KK Rekayasa Geoteknik

Teknik Sipil ITERA

DAFTAR ISI

Tetap	1.1	Identifikasi Lapisan Tanah Dasar dan Pengambilan Sampel Tanah Menggunakan Bor Tangan	1
Jo	1.2	Pengujian Kuat Tekan Bebas (<i>Unconfined Compressive Strength</i>).....	3
Pada	1.3	Pengujian Geser Langsung (<i>Direct Shear Test</i>)	7
Turun	1.4	Pengujian Konsolidasi (<i>Oedometer Test</i>)	11
Wim	1.5	Pengujian Kuat Geser Triaxial UU.....	19
Apif	1.6	Pengujian Penetrasi Kerucut (CPT) / SONDIR	24

1.1 Identifikasi Lapisan Tanah Dasar dan Pengambilan Sampel Tanah Menggunakan Bor Tangan

A. Tujuan

Untuk mengetahui jenis tanah secara visual dari lapisan tanah dasar dan mengambil sampel tanah tidak terganggu (UDS).

B. Peralatan dan Bahan

- Auger / mata bor, Stang Bor, Landasan Pemukul, Palu;
- Tabung Sampel;
- Kunci Pipa;
- Cangkul dan Linggis;
- Dongkrak;
- Meteran;
- Lilin / Parafin;
- Oli Pelumas;

C. Prosedur Percobaan

- a. Tentukan titik yang akan dibor, diusahakan dekat dengan titik sondir (CPT)
- b. Bersihkan daerah sekitar titik dari rumput, akar dan sebagainya
- c. Sambungkan mata bor dengan stang bor dan beri pelumas
- d. Buat lubang dengan memutar mata bor sampai kedalaman yang diperlukan
- e. Angkat mata bor dan stang bor dari lubang
- f. Keluarkan tanah dan identifikasi jenis tanah secara visual (warna dan kekasaran)
- g. Ganti mata bor dengan tabung sampel dan beri pelumas, kepala stang bor diganti dengan landasan pemukul
- h. Masukkan kedalaman lubang bor dan ketika mencapai kedalaman yang diinginkan dengan memukul landasan menggunakan palu

- i. Keluarkan tabung, lepaskan dari stang dan beri lilin/paraffin di kedua ujung tabung.

D. Pengolahan Data

Catat informasi yang diperlukan berdasarkan tabel berikut :

Bor Log						
Kedalaman (m)	MAT (m)	Tebal (m)	Butiran	Plastisitas	Warna	Kelembapan

1.2 Pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compressive Strength*)

A. Tujuan

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengukur kuat tekan bebas (*unconfined compressive shear strength*) dari tanah lempung/ lanau. Kuat tekan bebas adalah besar tegangan aksial maksimum yang dapat ditahan oleh tanah sebelum mengalami keruntuhan geser. Dari kuat tekan bebas ini, dapat diketahui:

- Kekuatan geser undrained (C_u)
- Derajat kepekaan (*degree of sensitivity*), yaitu rasio antara kuat tekan bebas dalam kondisi asli (*undisturbed*) dan dalam kondisi *remolded*.

B. Peralatan yang digunakan

- Alat *unconfined compressive strength*;
- Cetakan (*mold*) dan *extruder*;
- Jangka sorong;
- Timbangan;
- Oven tanah;
- Cawan / kontainer;
- Sarung tangan anti panas;
- Sampel tanah UDS;
- Pisau pemotong;
- *Stopwatch*;

C. Prosedur Pelaksanaan

- a. Siapkan sampel tanah UDS yang telah diambil dari lapangan, keluarkan menggunakan ekstruder dan cetak menggunakan *mold* UCS, kemudian potong menggunakan pisau;
- b. Keluarkan sampel yang telah dibentuk menggunakan *extruder* kecil kemudian ukur dimensi dan timbang;
- c. Letakkan sampel tanah di alat UCS dan atur jarum *linear variable differential transformer* (LVDT) ke posisi nol;

- d. Berikan tekanan vertikal dengan kecepatan regangan 0,5 – 2 % per menit dengan menekan tombol pada panel kontrol di alat UCS;
- e. Lakukan pembacaan Beban untuk setiap perubahan regangan;
- f. Percobaan dilakukan sampai terjadi keruntuhan pada sampel. Selanjutnya sampel yang telah hancur tersebut dicetak lagi untuk percobaan *remoulded* dengan syarat massa dan berat tanah sama seperti di atas;
- g. Sampel tanah yang telah diuji kemudian dioven dengan suhu $110 \pm 5^\circ \text{C}$ selama 24 jam;
- h. Timbang massa tanah kering + kontainer untuk mendapatkan kadar air sampel tanah.

D. Pengolahan Data

- Besarnya regangan aksial dihitung dengan rumus :

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

dimana :

ε : regangan aksial (%)

ΔL : perubahan panjang benda uji

L_o : panjang benda uji semula (cm)

- Luas penampang benda uji rata-rata :

$$A = \frac{A_o}{(1 - \varepsilon)}$$

dimana, A_o : luas penampang benda uji semula (cm^2)

- Tegangan *deviator* dihitung dari :

$$\Delta\sigma = \frac{\Delta P}{A}$$

dimana, ΔP : beban terbesar (kg)

- Kuat tekan bebas (q_u) didapat dari puncak grafik tegangan deviator terhadap regangan.
- Kuat Geser *Undrained* (c_u)

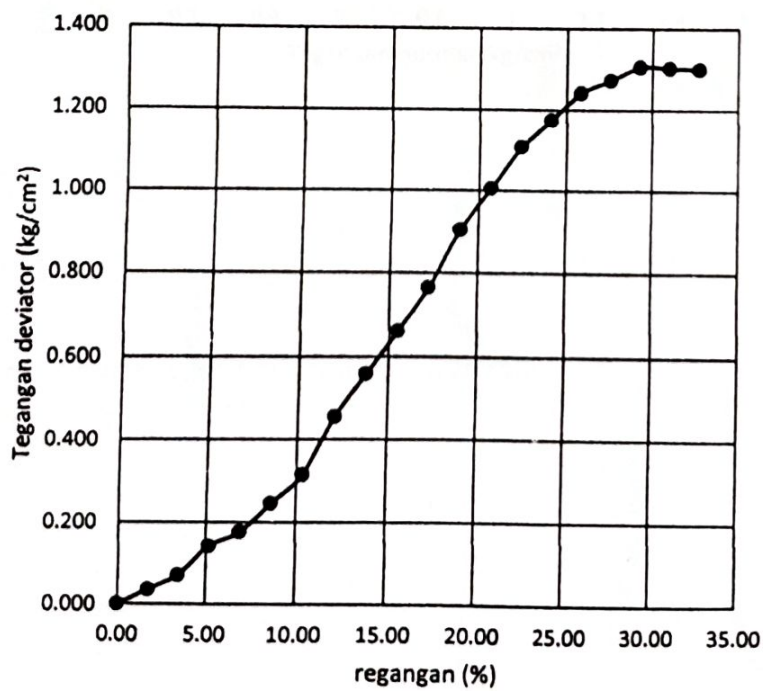
$$c_u = \frac{q_u}{2}$$

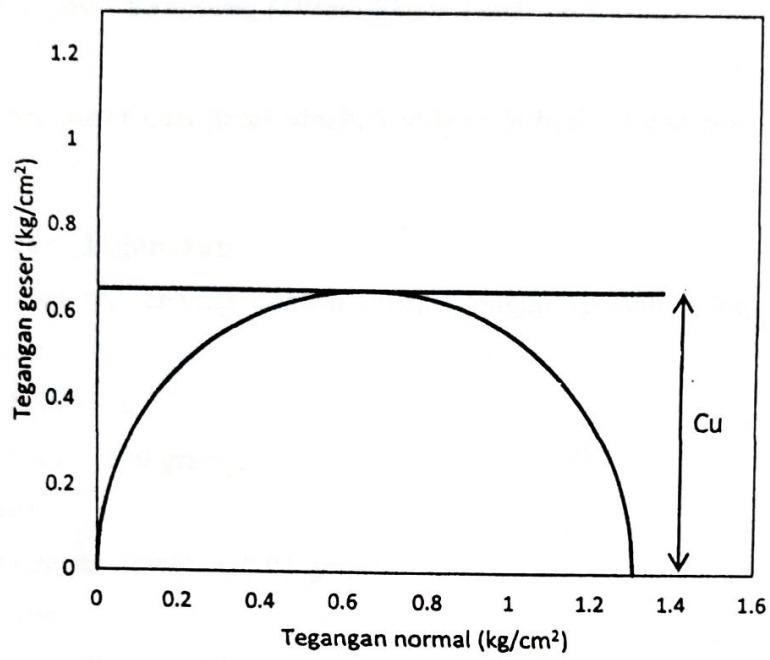
- Derajat Kepekaan (S_t)

$$S_t = \frac{q_u \text{ undisturbed}}{q_u \text{ remolded}}$$

E. Grafik Pengujian

Tampilkan hasil pengujian melalui grafik seperti di bawah :





1.3 Pengujian Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

A. Tujuan

Menentukan parameter kuat geser tanah, koefisien kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ).

B. Peralatan yang Digunakan

- Alat penggeser lengkap dengan cincin penguji (*proving ring*) dan 2 buah LVDT;
- Cincin benda uji;
- Beban-beban (500 gram);
- Batu pori;
- Neraca dengan ketelitian 0.01 gram;
- *Stopwatch*;
- *Oven*, yang dilengkapi dengan pengatur suhu (110 ± 5) $^{\circ}\text{C}$;
- Jangka sorong;
- Sampel tanah UDS;
- Pisau pemotong;
- Kertas saring.

C. Prosedur Pelaksanaan

- a. Siapkan sampel tanah UDS yang telah diambil dari lapangan, keluarkan menggunakan ekstruder dan cetak menggunakan *mold* atau cincin cetakan, kemudian potong menggunakan pisau pemotong;
- b. Keluarkan sampel yang telah dibentuk menggunakan *extruder* kecil kemudian ukur dimensi dan timbang;
- c. Pasang batu pori dan kertas saring diatas dan dibawah sampel kemudian letakkan kedalam alat penggeser;
- d. Atur stang penekan hingga posisi setimbang dan atur jarum *linear variable differential transformer* (LVDT) ke posisi nol;
- e. Isi *shear box* dengan air hingga penuh. Kemudian didiamkan beberapa waktu;
- f. Selanjutnya beri beban di plat penggantung;

- g. Pembebanan geser dilakukan dengan memberikan beban horizontal dengan kecepatan 0.0025-1 mm/menit;
- h. Kemudian catat beban pergeseran, perpindahan horizontal dan perpindahan vertikal;
- i. Lakukan pembacaan dial pada regangan tertentu (kelipatan 1%) sampai terjadi keruntuhan, dimana beban pergeseran tidak mengalami perubahan (konstan);
- j. Lakukan hal yang sama pada benda uji kedua sebesar 2 kali beban normal yang pertama dan lakukan juga untuk benda uji ketiga dengan beban tiga kali beban normal yang pertama
- k. Sampel tanah yang telah diuji ditimbang dan dimasukkan kedalam oven dan hitung berat kering.

D. Pengolahan Data

- Hitung luas benda uji
- Hitung tegangan normal

$$\sigma' = \frac{\text{Beban Normal}}{\text{Luas}}$$

- Hitung tegangan geser

$$\tau = \frac{\text{Beban geser}}{\text{Luas}}$$

- Besarnya regangan horisontal dihitung dengan rumus :

$$\varepsilon_h = \frac{\Delta L}{L_o}$$

dimana :

ε : regangan aksial (%)

ΔL : perubahan panjang benda uji

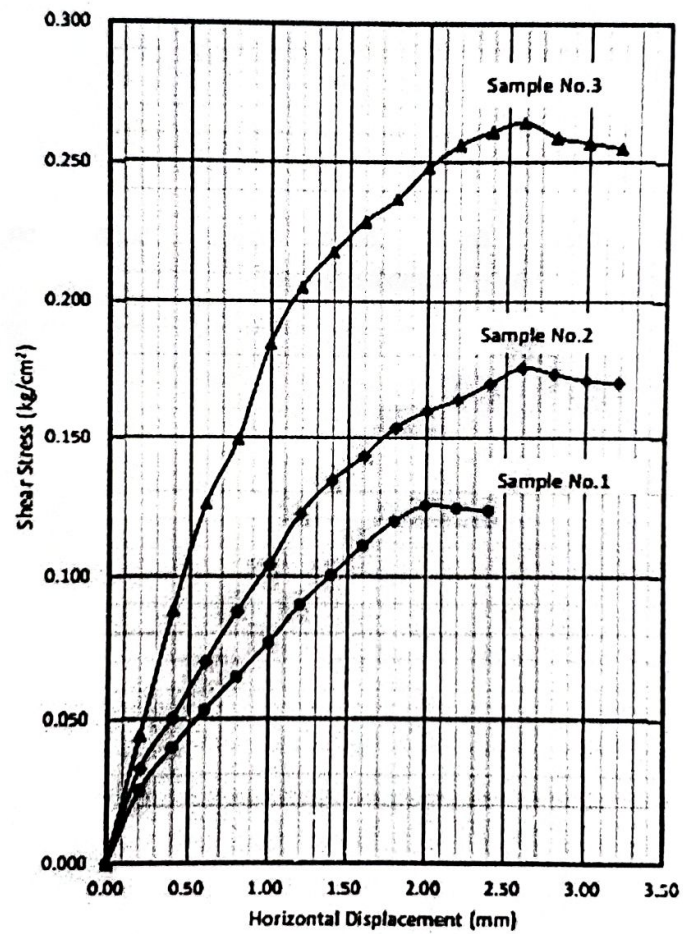
L_o : panjang benda uji semula (cm)

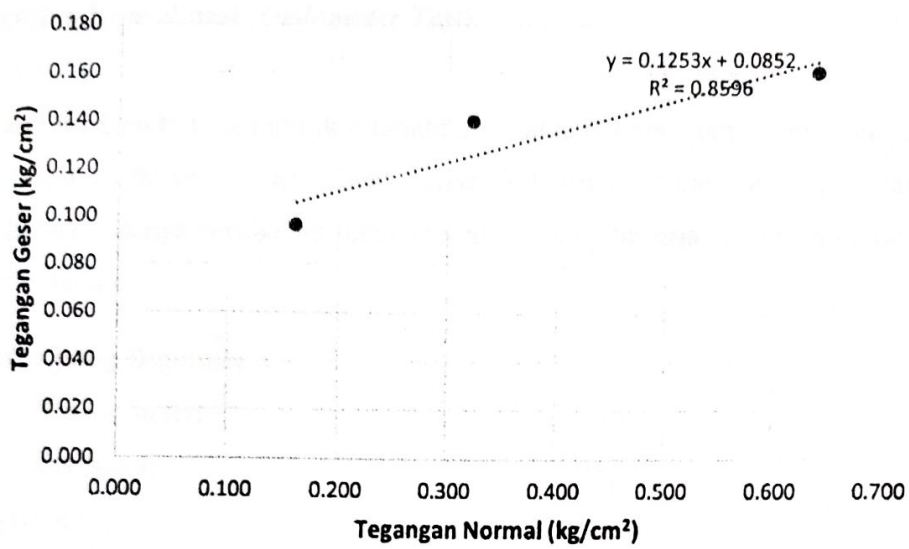
- Besarnya regangan horisontal dihitung dengan rumus

$$\varepsilon_v = \frac{\Delta h}{L_o}$$

E. Grafik

Tampilkan hasil pengujian dalam grafik seperti dibawah;





1.4 Pengujian Konsolidasi (*Oedometer Test*)

A. Tujuan

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk memahami sifat kemampu mampatan suatu jenis tanah, yaitu sifat-sifat perubahan isi dan proses keluarnya air dari dalam pori tanah yang disebabkan adanya perubahan tekanan vertikal yang bekerja pada tanah tersebut akibat pembebanan.

B. Peralatan yang Digunakan

- Alat uji oedometer;
- Cincin cetakan;
- *Stopwatch*;
- Air suling;
- Timbangan dengan ketelitian 0.01 g;
- Jangka sorong;
- Oven;
- Kontainer;
- Kertas saring

C. Prosedur Pelaksanaan

- a. Siapkan sampel tanah UDS yang telah diambil dari lapangan, keluarkan menggunakan extruder dan cetak menggunakan cincin cetakan, kemudian potong menggunakan pisau;
- b. Ukur tinggi sampel tanah menggunakan jangka sorong dan timbang beratnya;
- c. Letakkan sampel tanah beserta cincin kedalam alat perendaman oedometer pasang batu pori dan kertas saring;
- d. Pasang pelat penekan dan isi air, biarkan selama 24 jam;
- e. Pasang stang penekan dan atur hingga posisi seimbang;
- f. Atur jarum *LVDT* hingga posisi nol, kemudian beri beban seberat 500 gram ke pelat penggantung;

- g. Baca penurunan jarum *LVDT* setiap 0; 0,25; 1; 2,25; 4; 6,25; 9; 12,25; 16; 20,25; 25; 36; 64; 100; 1440 menit diukur sejak beban dikenakan pada sampel;
- h. Lakukanlah pembebanan dengan kenaikan setiap interval waktu tertentu (24 jam). Kenaikan beban yang digunakan kurang lebih dua kali lipat dari beban sebelumnya, yakni 1000 gram, 2000 gram, 4000 gram; untuk setiap kenaikan beban baca penurunan jarum *LVDT* setiap 0; 0,15; 1; 2,15; 4; 6,15; 9; 12,15; 16; 20,15; 25; 36; 64; 100; 1440 menit diukur sejak beban dikenakan pada sampel;
- i. Kurangi beban setengah dari beban terakhir setiap interval waktu tertentu (24 jam), yakni 2000 gram, 1000 gram; untuk setiap beban baca penurunan jarum *LVDT* setiap 0; 0,15; 1; 2,15; 4; 6,15; 9; 12,15; 16; 20,15; 25; 36; 64; 100; 1440 menit diukur sejak beban dikenakan pada sampel;
- j. Sampel tanah yang telah diuji kemudian dioven dengan suhu $110 \pm 5^{\circ} \text{C}$ selama 24 jam;
- k. Timbang massa tanah kering + kontainer untuk mendapatkan kadar air sampel tanah.
- l. Ukur diameter dalam cincin dan beratnya.
- m. Tanah yang dioven kemudian diuji berat jenis spesifiknya (G_s)

D. Pengolahan Data

Berikut ini adalah data-data yang harus diambil selama praktikum berlangsung:

No.	Proses	Data yang Diambil	Simbol	Sat.	Jumlah Data Total	Keterangan
1	Persiapan Sample	Tinggi Sample	H_o	mm	1	
		Diameter Sample	D	mm	1	

No.	Proses	Data yang Diambil	Simbol	Sat.	Jumlah Data Total	Keterangan
2	Pembacaan dial reading	Dial Reading ($t = 0 ; 0,15 ; 1 ; 2,15 ; 4 ; 6,15 ; 9 ; 12,15 ; 16 ; 20,15 ; 25 ; 36 ; 64 ; 100 ; 1440$ menit)	d	mm	16	16 data diperoleh pada setiap pembebanan, untuk unloading hanya saat $t = 0$ dan $t = 1440$ menit
3	Kadar Air	Berat cawan	W1	g	1	
		Berat cawan + tanah basah	W2	g	1	
		Berat cawan + tanah kering	W3	g	1	
4	Penentuan berat jenis (Gs)	Berat picnometer + tutup	$M_{p, c}$	g	1	
		Berat picnometer + tutup + air	$M_{pw, c}$	g	1	
		Suhu air awal	$\rho_{w, c}$	$^{\circ}\text{C}$	1	
		Berat picnometer + tutup + tanah	$M_{ps, t}$	g	1	
		Berat picnometer + tutup + tanah + air	$M_{pws, t}$	g	1	
		Suhu air akhir	$\rho_{w, t}$	$^{\circ}\text{C}$	1	

- Hitunglah berat tanah basah, berat isi dan kadar air benda uji, sebelum dan sesudah percobaan serta hitung pula berat tanah keringnya (Bk). Penentuan berat kering dan kadar air dengan cara mengeringkan benda uji segera sesudah test selesai dilakukan.

- Ada dua cara untuk menggambarkan hasil percobaan konsolidasi. Cara pertama adalah membuat grafik penurunan terhadap tekanan, cara kedua adalah membuat grafik angka pori terhadap tekanan. Pada kedua cara ini untuk harga-harga tekanan dipergunakan skala logaritmis. Bila dipakai cara pertama, maka pembacaan penurunan terakhir pada setiap pembebanan digambarkan pada grafik terhadap tekanan. Bila dipakai cara kedua maka dilakukan perhitungan seperti berikut :
- Menghitung tinggi efektif benda uji :

$$\text{Hitung } H_t = \frac{Bk}{A \cdot G}$$

H_t = tinggi efektif benda uji

= tinggi butiran-butiran tanah (jika dianggap menjadi satu)

A = luas benda uji

G = *Specific Gravity*

Bk = berat tanah kering

- Hitung besar penurunan total (ΔH) yang terjadi pada setiap pembebanan.
 ΔH = pembacaan arloji pada permulaan percobaan dikurangi pembacaan arloji sesudah pembebanan yang bersangkutan.
- Hitung angka pori semula (angka pori asli = e_0) dengan rumus :

$$e_0 = \frac{H_0 - H_t}{H_t}$$

H_0 = tinggi contoh semula

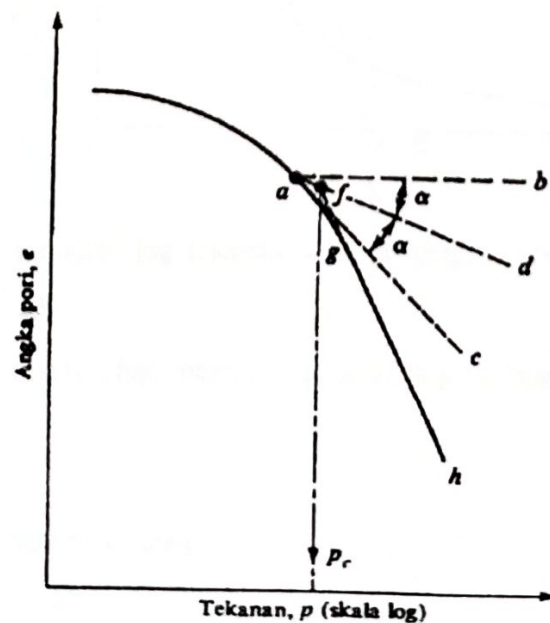
- Hitung perubahan angka pori (Δe) pada setiap pembebanan dari rumus :

$$\Delta e = \frac{\Delta H}{H_t}$$

- Hitung angka pori (e) pada setiap pembebanan dengan rumus :

$$e = e_0 - \Delta e$$

- Gambarkanlah harga-harga angkapori ini pada grafik angka pori terhadap tekanan, dengan mempergunakan skala logaritmis untuk tekanan. Dari grafik angka pori terhadap tekanan dapat ditentukan nilai *preconsolidation pressure* (P_c) dengan metode cassagrande sebagai berikut:
 - Dengan melakukan pengamatan secara visual pada grafik, tentukan titik a di mana grafik e versus $\log p$ memiliki jari-jari kelengkungan yang paling minimum.
 - Gambar garis datar ab .
 - Gambar garis singgung ac pada titik a.
 - Gambar garis ad yang merupakan garis bagi sudut bac .
 - Perpanjang bagian grafik e versus $\log p$ yang merupakan garis lurus hingga memotong garis ad di titik f .
 - Absis untuk titik f adalah besarnya tekanan prakonsolidasi (p_c).

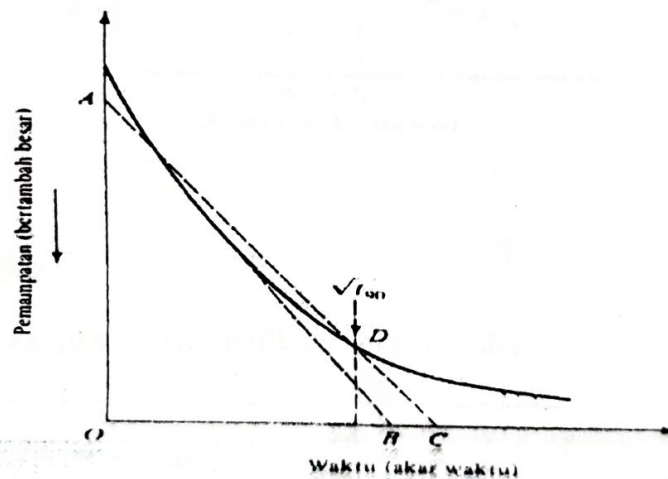


- Perhitungan nilai C_v dapat dilakukan dengan rumus berikut :

$$C_v = \frac{0.848 \times H_d^2}{t_{90}}$$

Nilai t_{90} dapat ditentukan dengan menggunakan grafik dial reading terhadap akar waktu.

- Gambar suatu garis AB melalui bagian awal kurva (ambil kurva yang lurus).
- Gambar suatu garis AC sehingga $OC = 1.15 OB$. Absis titik D, yang merupakan perpotongan antara garis AC dan kurva konsolidasi merupakan perpotongan antara garis AC dan kurva konsolidasi, memberikan harga akar waktu untuk tercapainya konsolidasi 90 %.



Plot grafik C_v terhadap log tekanan. Jika pengerjaan benar maka akan terjadi penurunan nilai C_v .

- Hitunglah derajat kejenuhan sebelum dan sesudah percobaan dengan rumus :

$$S_r = \frac{W \cdot G}{e}$$

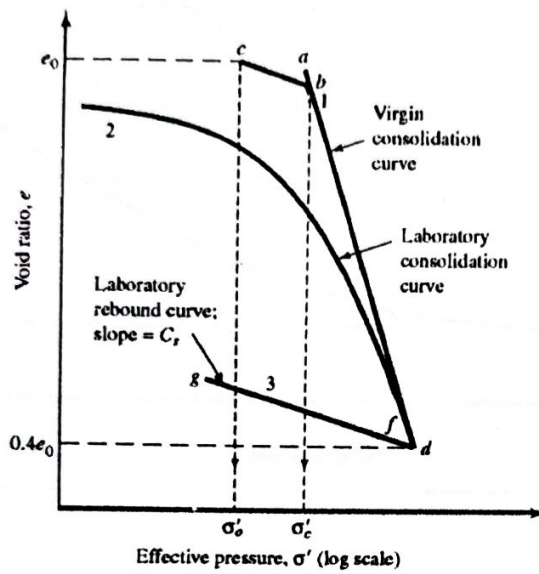
S_r = derajat kejenuhan

W = kadar air

G = *Specific Gravity*

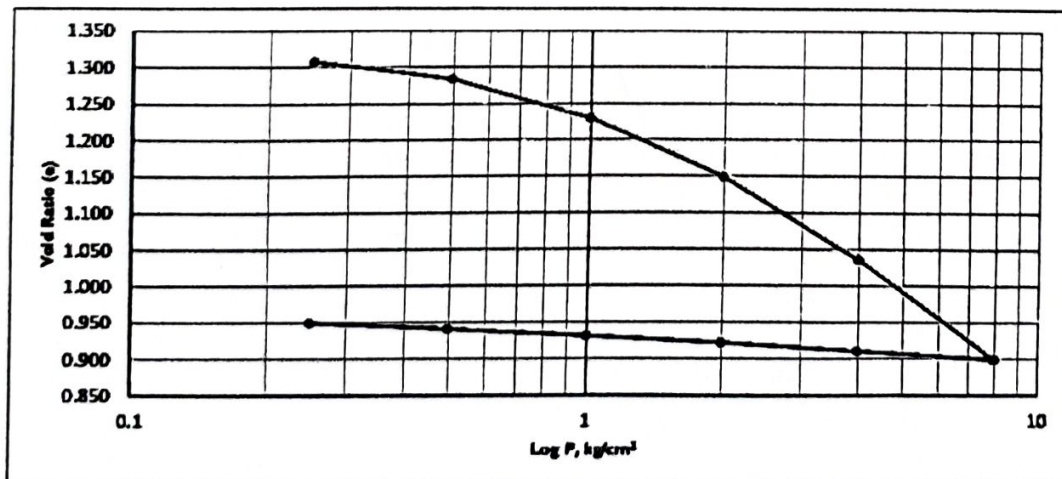
e = angka pori

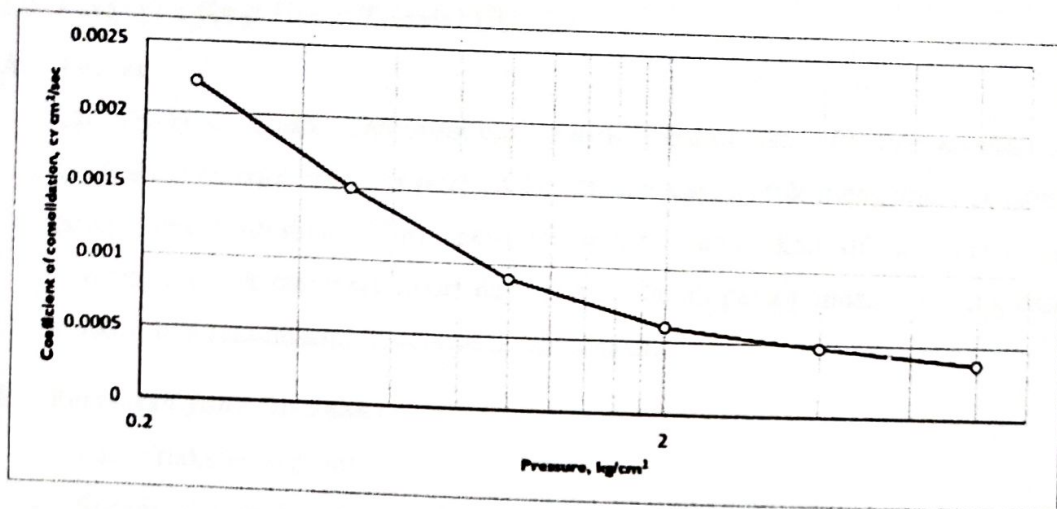
- Tentukan nilai C_c dan C_s



E. Grafik Pengujian

Tampilkan hasil pengujian melalui grafik seperti di bawah :





1.5 Pengujian Kuat Geser Triaxial UU

A. Tujuan

Uji Triaksial Tidak Terkonsolidasi Tidak Terdrainase (*Unconconsolidated Undrained triaxial strength test*) adalah sebuah cara untuk mengukur kekuatan geser tidak terdrainase (S_u) spesimen silinder tanah kohesif. Informasi ini digunakan untuk memperkirakan daya dukung tanah pada pondasi langsung dan struktur lain saat ditaruh di deposit tanah kohesif.

B. Peralatan yang Digunakan

- Alat Triaksial lengkap
- Sistem tekanan dan sumber air;
- Membran lateks;
- Batu pori dan kertas saring;
- Peregang membran;
- Timbangan;
- Jangka sorong;
- *Stopwatch*;
- kontainer tahan oven;
- oven pengering tanah yang diatur pada $110^\circ \pm 5^\circ \text{ C}$.

C. Prosedur Pelaksanaan

- a. Siapkan sampel tanah UDS yang telah diambil dari lapangan, keluarkan menggunakan ekstruder dan cetak menggunakan *mold* UCS, kemudian potong menggunakan pisau pemotong;
- b. Keluarkan sampel yang telah dibentuk menggunakan *extruder* kecil kemudian ukur dimensi dan timbang
- c. Timbang sampel (M), gunakan jangka sorong untuk mengukur panjang awal (L_o) spesimen. Ukur diameter dekat bagian atas, tengah, dan bawah spesimen, dan hitung hitung diameter rata-rata (D_o);
- d. Taruh spesimen tanah di dasar, dan taruh penutup di atas spesimen. Pastikan lobang piston penutup menghadap ke atas;

- e. Taruh membrane dan dua cincin O di atas peregang membran, dan pasang sedikit *vacuum* ke tabung peregang membran untuk menarik membran ke arah dalam dinding peregang membran;
- f. Langkah berikut ini menjelaskan bagaimana menaruh membran di atas spesimen tanah:
- Hati-hati menurunkan membran yang diregangkan di atas spesimen tanpa menyentuh spesimen;
 - Taruh membran di tengah di atas spesimen dan lepaskan vacuum agar menyempit di sekitar spesimen;
 - Taruh perlahan-lahan ujung membran ke atas dasar dan penutup sehingga membran mengelilingi dasar, spesimen, dan penutup tanpa mengerut;
 - Dengan peregang membran yang masih di sekitar spesimen, hati-hati gulung cincin O ke dalam membran dimana membran telah kontak dengan dasar dan penutup. Jika dasar dan penutup bermesin alur, pastikan posisi cincin O duduk di alur;
- g. Langkah berikut menjelaskan bagaimana merakit sel triaksial
- Taruh dinding sel di atas alas, dan pastikan alas dan dinding sel duduk dengan baik berlawanan satu sama lain;
 - Taruh bagian atas di atas dinding sel, dan pastikan dinding sel dan bagian atas duduk dengan baik berlawanan satu sama lain;
 - Geser piston ke bawah arah lubang dalam penutup. Ujung piston sebaiknya cukup jauh ke lubang untuk mencegah spesimen mengjungkir saat sel triaksial digerakkan, tapi tidak boleh memberikan beban apa saja pada penutup. Begitu sudah dalam posisinya, kunci piston pada tempatnya dengan memutar sekrup pengunci di bagian atas;
 - Kencangkan setiap tiga batang sel perlahan-lahan dalam satu waktu, bolak-balik antar batang sel untuk memastikan segel merapat antara alas, dinding sel, dan bagian atas;

- h. Buka katup ventilasi yang ada di atas sel triaksial, dan mulai pengisian sel triaksial dengan air dari katup alas. Tutup semua katup sel triaksial saat air timbul dari katup ventilasi;
- i. Posisikan sel triaksial di rangka beban dengan indikator deformasi LVDT dan sel beban;
- j. Naikkan tekanan sel yang diinginkan σ_3 ke sel melalui katub *cell pressure* dengan cara memutar regulator *cell pressure*. Anda akan tahu spesimen dalam kondisi tertekan saat membran muncul untuk merapat berkontak dengan spesimen;
- k. Nolkan indikator deformasi LVDT dan indikator beban.
- l. Secara manual naikkan tekanan *back pressure* dengan cara memutar regulator, dimana besarnya lebih kecil dari tekanan sel. Diamkan beberapa saat.
- m. Tutup semua katup kecuali katup tekanan sel.
- n. Mulai pembebanan spesimen dengan laju regangan antara 0,3-1,0%/mnt. ASTM D2850 menyarankan pembacaan awal diambil pada 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4%, dan 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0%, 2,5%, dan 3,0%. Setelah itu, pembacaan sebaiknya dilakukan dengan interval regangan 1,0%. Akan tetapi, perlu juga untuk melakukan pembacaan lebih sering untuk identifikasi yang akurat pada puncak beban yang diberikan. Rekam data anda pada Lembar Data Uji Triaksial Tidak Terkonsolidasi Tidak Terdrainase, jika diperlukan gunakan lembar tambahan. Beri beban spesimen hingga $\varepsilon_1 = 15\%$.
- o. Keluarkan sampel dan masukkan kedalam oven selama 24 jam. Setelah itu timbangan sampel kering.

D. Pengolahan Data

- Besarnya regangan aksial dihitung dengan rumus :

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

dimana :

ε : regangan aksial (%)

ΔL : perubahan panjang benda uji

L_0 : panjang benda uji semula (cm)

- Luas penampang benda uji rata-rata :

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

dimana, A_0 : luas penampang benda uji semula (cm²)

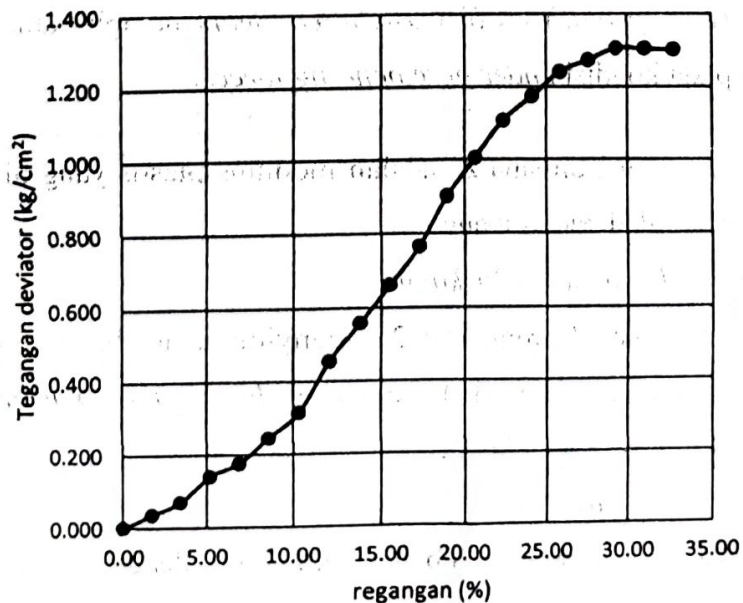
- Tegangan *deviator* dihitung dari :

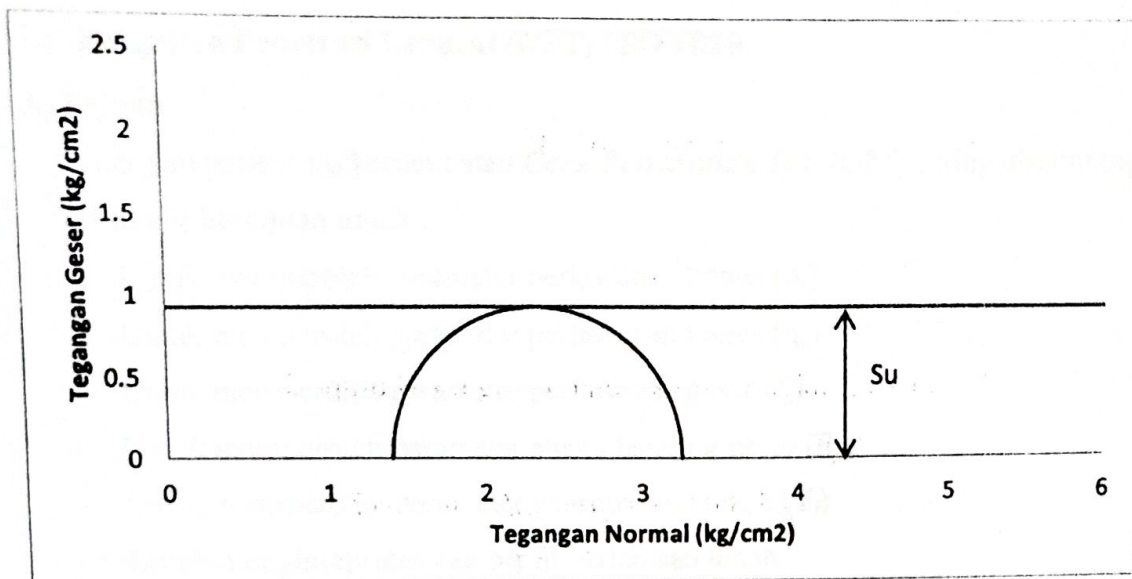
$$\Delta\sigma = \frac{\Delta P}{A}$$

dimana, ΔP : beban terbesar (kg)

E. Grafik Pengujian

Tampilkan hasil pengujian melalui grafik seperti di bawah :





1.6 Pengujian Penetrasi Kerucut (CPT) / SONDIR

A. Tujuan

Pengujian penetrasian kerucut atau *Cone Penetration Test* (CPT) sering disebut juga uji sondir bertujuan untuk :

- Untuk memperoleh parameter perlawanan konus (q_c)
- Untuk memperoleh parameter perlawanan konus (q_c)
- Untuk memperoleh parameter perlawanan geser (f_s)
- Untuk memperoleh parameter angka banding geser (R_f)
- Untuk memperoleh parameter geseran total tanah (T_f)
- Untuk menginterpretasikan profil per lapisan tanah
- Untuk mengetahui kedalaman tanah keras;

B. Peralatan yang Digunakan

- Satu set sondir hidrolik kapasitas 5 ton;
- Seperangkat pipa sondir lengkap dengan batang dalam dengan panjang masing-masing 1 m;
- Bikonus, konus dan batang konus;
- 4 set angker dan kunci pipa;

C. Prosedur Pelaksanaan

- Persiapan pengujian sondir di lapangan sebagai berikut :
 - a. Siapkan lubang untuk penusukan konus pertama kalinya, biasanya digali dengan linggis sedalam sekitar 5 cm.
 - b. Masukkan 4 buah angker ke dalam tanah pada kedudukan yang tepat sesuai dengan letak alat sondir.
 - c. Periksa alat sondir agar tidak mengalami pergeseran.
 - d. Pasang balok-balok penjepit pada jangkar dan kencangkan dengan memutar baut pengencang, sehingga alat sondir berdiri kokoh dan terikat kuat pada permukaan tanah. Apabila tetap bergerak pada waktu pengujian, tambahkan beban mati di atas balok-balok penjepit.
 - e. Sambung konus ganda dengan batang dalam dan pipa dorong serta kepala pipa dorong; dalam kedudukan ini batang dalam selalu menonjol keluar

sekitar 8 cm di atas kepala pipa dorong. Jika ternyata kurang panjang, bisa ditambah dengan potongan besi berdiameter sama dengan batang dalam.

- Langkah-langkah pengujian penetrasi konus ganda sebagai berikut:
 - a. Tegakkan batang dalam dan pipa dorong di bawah penekan hidrolik pada kedudukan yang tepat.
 - b. Dorong/tarik kunci pengatur pada kedudukan siap tekan, sehingga penekan hidrolik hanya akan menekan pipa dorong.
 - c. Angkat tuas penekan alat sondir, sehingga gigi penekan dan penekan hidrolik bergerak turun dan menekan pipa luar sampai mencapai kedalaman 20 cm sesuai interval pengujian.
 - d. Pada tiap interval 20 cm lakukan penekanan batang dalam dengan menarik kunci pengatur, sehingga penekan hidrolik hanya menekan batang dalam saja.
 - e. Angkat tuas penekan alat sondir dengan kecepatan penetrasi konus berkisar antara 10 mm/s sampai 20 mm/s $\pm$ 5. Selama penekanan batang pipa dorong tidak boleh ikut turun, karena akan mengacaukan pembacaan data.
 - f. Baca nilai perlawanan konus pada penekan batang dalam sedalam kira-kira 4 cm pertama dan catat.
 - g. Baca jumlah nilai perlawanan geser dan nilai perlawanan konus pada penekan batang sedalam kira-kira 4 cm yang ke-dua dan catat pada formulir.

D. Pengolahan Data

- Perlawanan konus (q_c)
Nilai perlawanan konus (q_c) dengan ujung konus saja yang terdorong, dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$P_{\text{konus}} = P_{\text{plston}}$$

$$q_c \times A_c = Cw \times A_{pt}$$

Dimana, $A_c = A_{pi} = \text{Luas Konus} = 10 \text{ cm}^2$, sehingga:

$$qc = Cw$$

- **Perlawanan Geser/ Local Friction (f_s)**

Nilai perlawanan geser lokal diperoleh bila ujung konus dan bidang geser terdorong bersamaan, dan dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$P_{konus} + P_{geser} = P_{piston}$$

$$(qc \times A_c) + (f_s \times A_s) = Tw \times A_{pi}$$

$$(Cw \times A_{pi}) + (f_s \times A_s) = Tw \times A_{pi}$$

$$f_s = (Tw - Cw) \times \frac{A_{pi}}{A_s}$$

Dimana, $A_s = \text{Luas selimut geser} = 100 \text{ cm}^2$

- **Friction (Hambatan Lekat)**

Friction adalah besarnya perlawanan geser tanah terhadap selubung bikonus dalam gaya persatuan panjang, dimana setiap satu segmen lapisan tanah yang diamati (20 cm).

$$Friction = 20 f_s$$

- **Total Cumulative Friction (T_f)**

Nilai geseran total kumulatif (T_f) diperoleh dengan menjumlahkan nilai perlawanan geser lokal (f_s) yang dikalikan dengan interval pembacaan (*Friction*).

- **Friction Ratio (f_r)**

Friction ratio adalah perbandingan antara tahanan friksi dengan tahanan ujung pada suatu lapisan tanah. Rumus *friction ratio* adalah sebagai berikut:

$$f_r = \frac{f_s}{q_c} \times 100$$

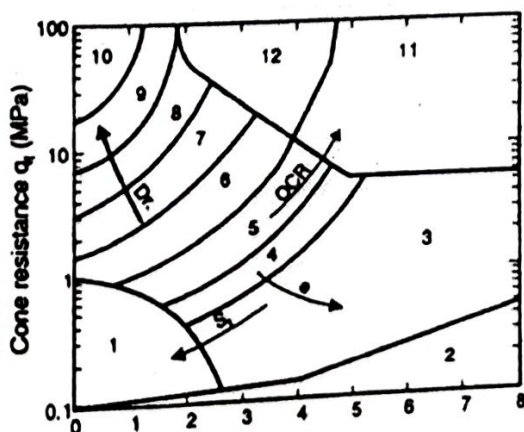
E. Grafik dan Analisis

Hasil perhitungan pada tabel ditampilkan dalam grafik-grafik di bawah ini :

No.	Grafik	Hal-hal yang Perlu Dianalisis
1	Grafik antara kedalaman terhadap <i>cone resistance</i> (q_c)	Kedalaman tanah keras dan nilai <i>cone resistancenya</i> serta nilai <i>local frictionnya</i>
2	Grafik antara kedalaman terhadap <i>local friction</i> (f_s)	
3	Grafik antara kedalaman terhadap <i>total cumulative friction</i> (T_f)	
4	Grafik antara kedalaman terhadap <i>friction ratio</i> (f_r)	
5	Gabungan grafik kedalaman <i>cone resistance</i> , <i>local friction</i> , dan <i>total cumulative friction</i>	

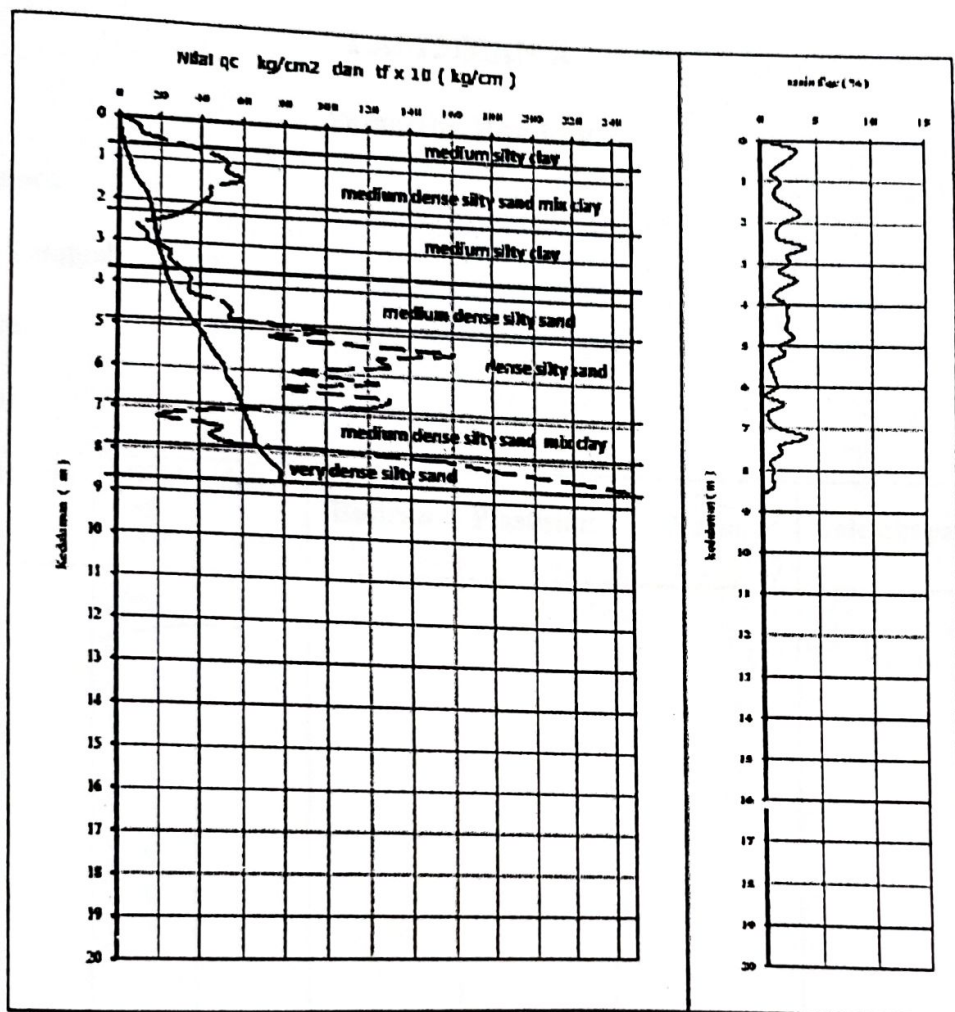
Dari grafik bisa dilihat.

Dari friction ratio bisa ditentukan jenis tanah atau klasifikasi tanah, dengan menggunakan grafik interpretasi profil tanah dengan parameter q_c dan f_r oleh *Robertson & Campanella, 1986*.



Zone	Soil Behavior Type
1	Sensitive fine grained
2	Organic material
3	Clay
4	Silty Clay to clay
5	Clayey silt to silty clay
6	Sandy silt to clayey silt
7	Silty sand to sandy silt
8	Sand to silty sand
9	Sand
10	Gravelly sand to sand
11	Very stiff fine grained*
12	Sand to clayey sand*

* Overconsolidated or cemented



Formulir Bor Log

Hari, Tanggal :

Lokasi :

Catatan :

- 29

LAMPIRAN B

Formulir Uji Kuat Tekan Bebas

Kelompok :

Hari, Tanggal :

Asisten :

Tinggi Awal Sampel, L_0 (cm)	=	
Diameter Sampel, D (cm)	=	
Berat Sampel, W1 (gram)	=	
Berat Kering, W2 (gram)	=	
Waktu (Menit)	Penurunan (mm)	Beban (kg)
0		
0.5		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

LAMPIRAN C-1

Formulir Uji Kuat Geser Langsung (Beban 500 gram)

Kelompok :

Hari, Tanggal :

Asisten :

Tinggi Awal Sampel, H_0 (cm) =			
Diameter Sampel, D (cm) =			
Berat Sampel, W_1 (gram) =			
Berat Kering, W_2 (gram) =			
Waktu (Menit)	Perpindahan, H (mm)	Penurunan, V (mm)	Beban (kg)
0			
0.5			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

LAMPIRAN C-2

Formulir Uji Kuat Geser Langsung (Beban 1000 gram)

Kelompok :

Hari, Tanggal :

Asisten :

Tinggi Awal Sampel, H_0 (cm)	=		
Diameter Sampel, D (cm)	=		
Berat Sampel, W1 (gram)	=		
Berat Kering, W2 (gram)	=		
Waktu (Menit)	Perpindahan, H (mm)	Penurunan, V (mm)	Beban (kg)
0			
0.5			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

LAMPIRAN C-3

Formulir Uji Kuat Geser Langsung (Beban 1500 gram)

Kelompok :

Hari, Tanggal :

Asisten :

Tinggi Awal Sampel, H_0 (cm) =			
Diameter Sampel, D (cm) =			
Berat Sampel, W1 (gram) =			
Berat Kering, W2 (gram) =			
Waktu (Menit)	Perpindahan, H (mm)	Penurunan, V (mm)	Beban (kg)
0			
0.5			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

LAMPIRAN D

Formulir Uji Oedometer

Kelompok : _____

Hari, Tanggal : _____

Asisten : _____

Tinggi Awal Sampel, H_0 (cm) = _____						
Diameter Sampel, D (cm) = _____						
Berat Sampel, W_1 (gram) = _____						
Berat Kering, W_2 (gram) = _____						
Berat Jenis Spesifik, G_s = _____						
Waktu (Menit)	Penurunan LVDT (mm)					
	P 500 gr	P 1000 gr	P 2000 gr	P 4000 gr	P 2000 gr	P 1000 gr
0.00						
0.25						
1.00						
2.25						
4.00						
6.25						
9.00						
12:25						
16.00						
20.25						
25.00						
36.00						
64.00						
100.00						