

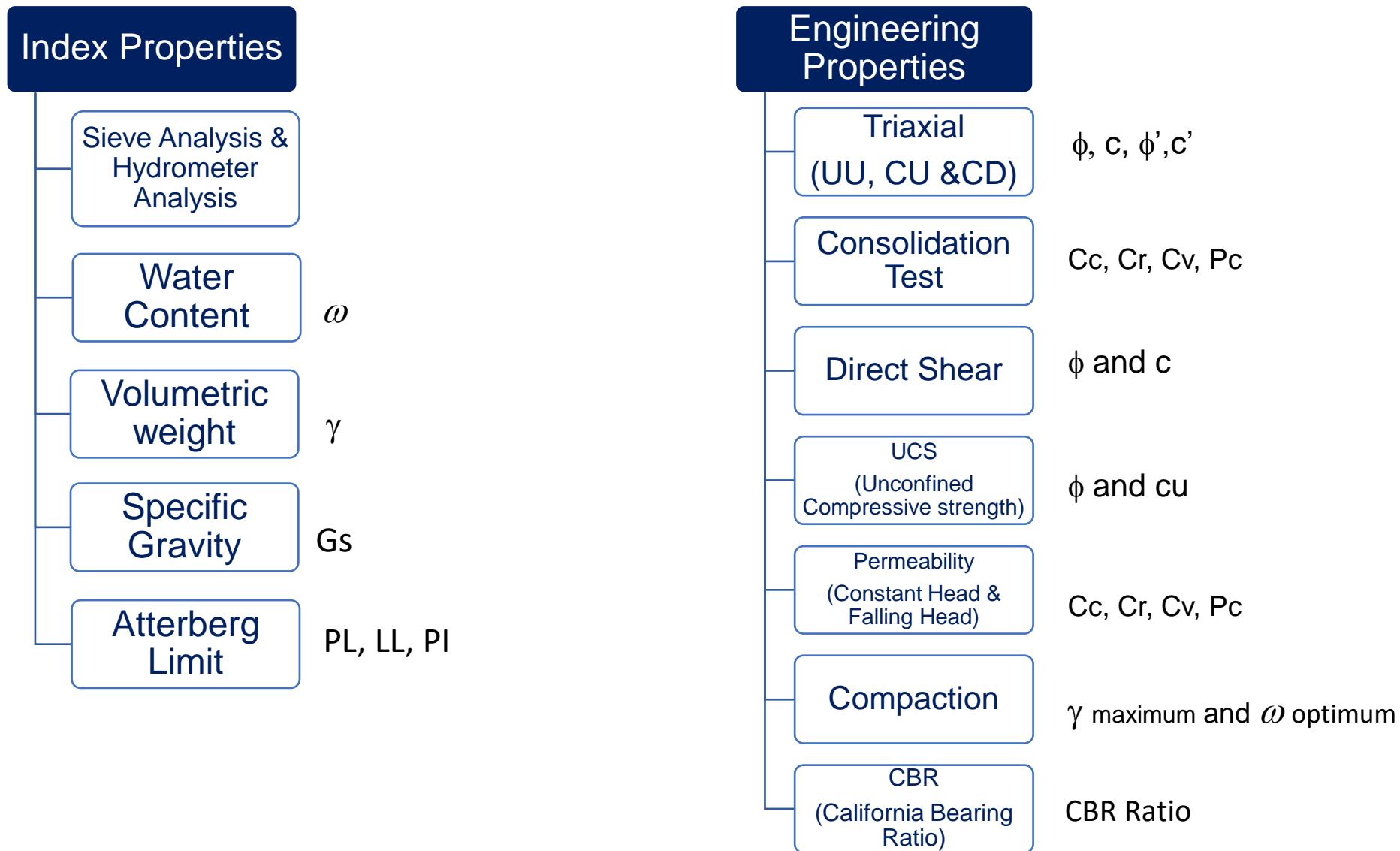
Praktikum Mekanika TANAH

Dosen : Sherly Meiwa ST., MT.

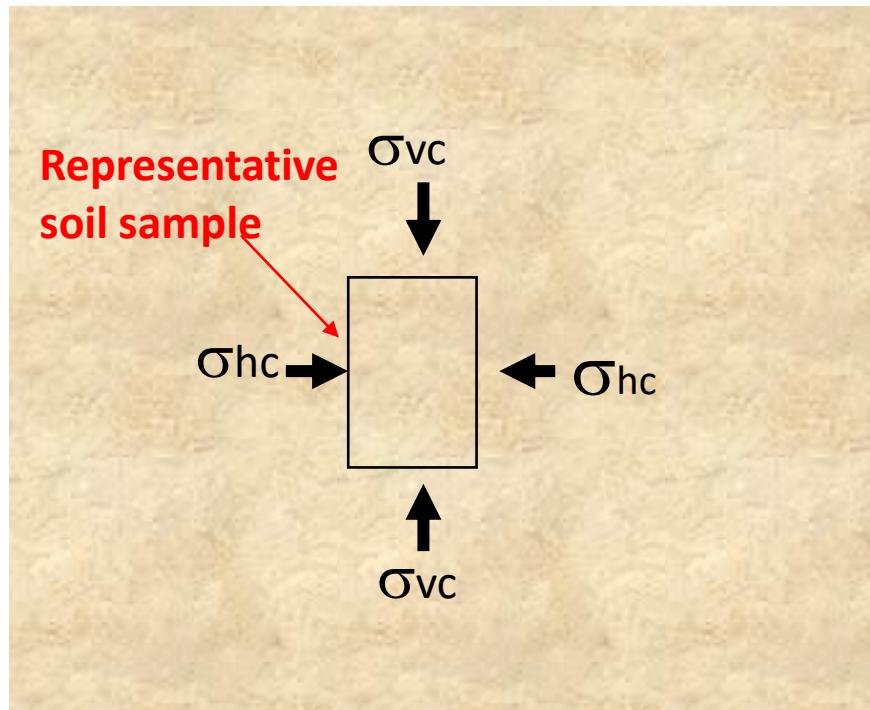
Jurusan Teknik Sipil
Universitas Komputer Indonesia
Bandung, 2021



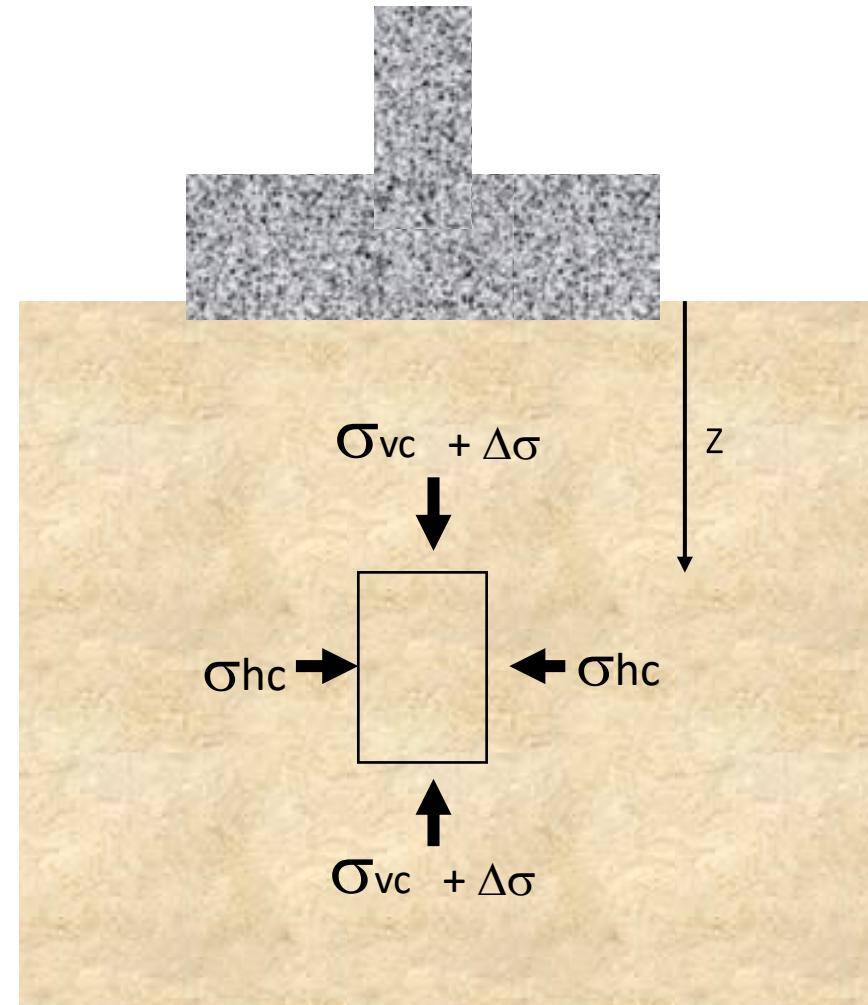
Laboratory Test



Laboratory Test



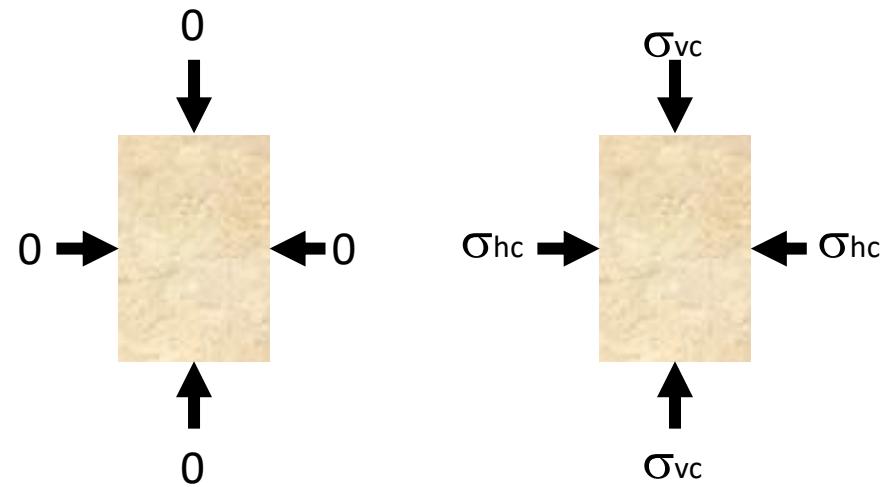
Before
Construction



After and during
Construction

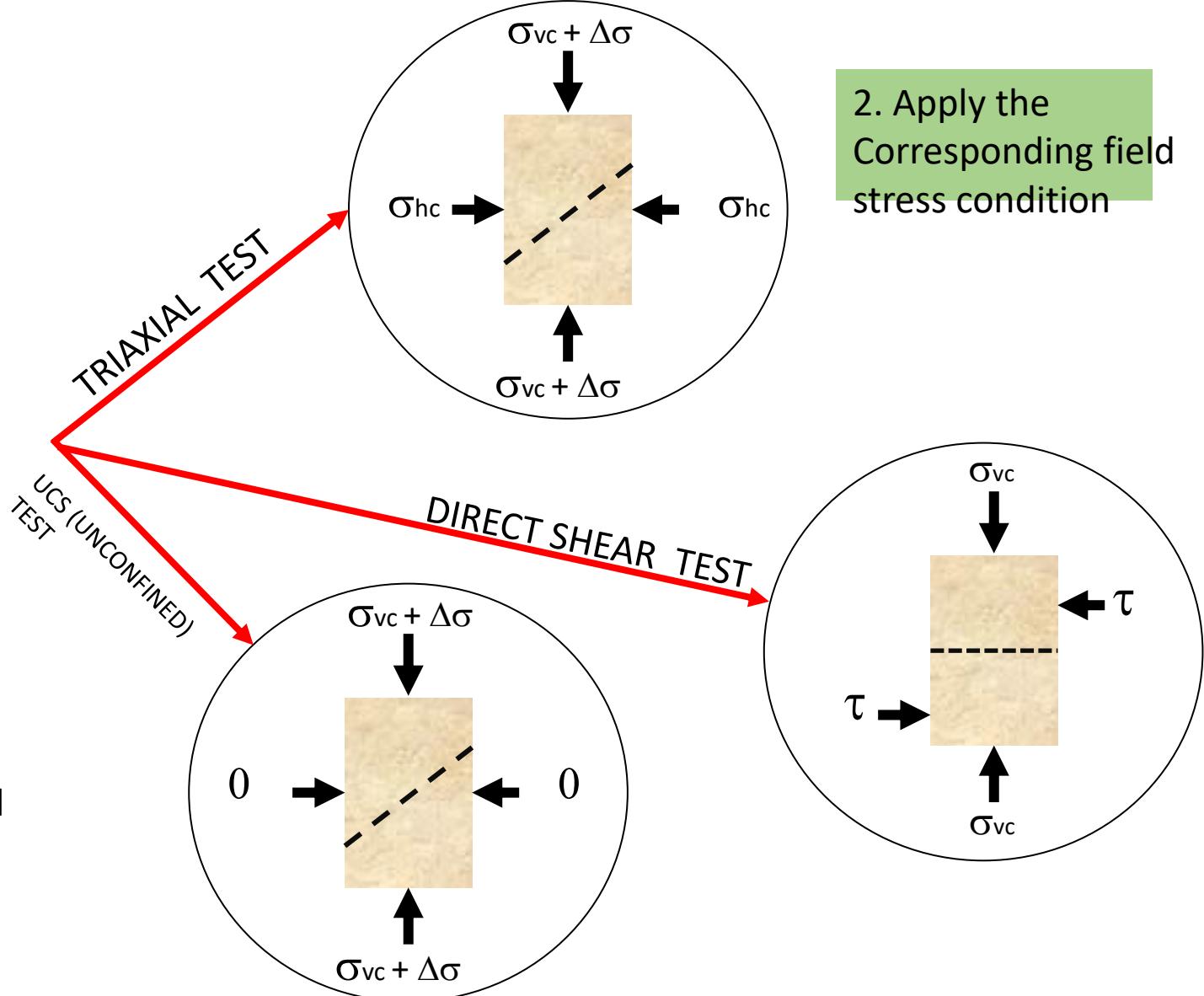
Laboratory Test

Simulating Field Condition
in the Laboratory

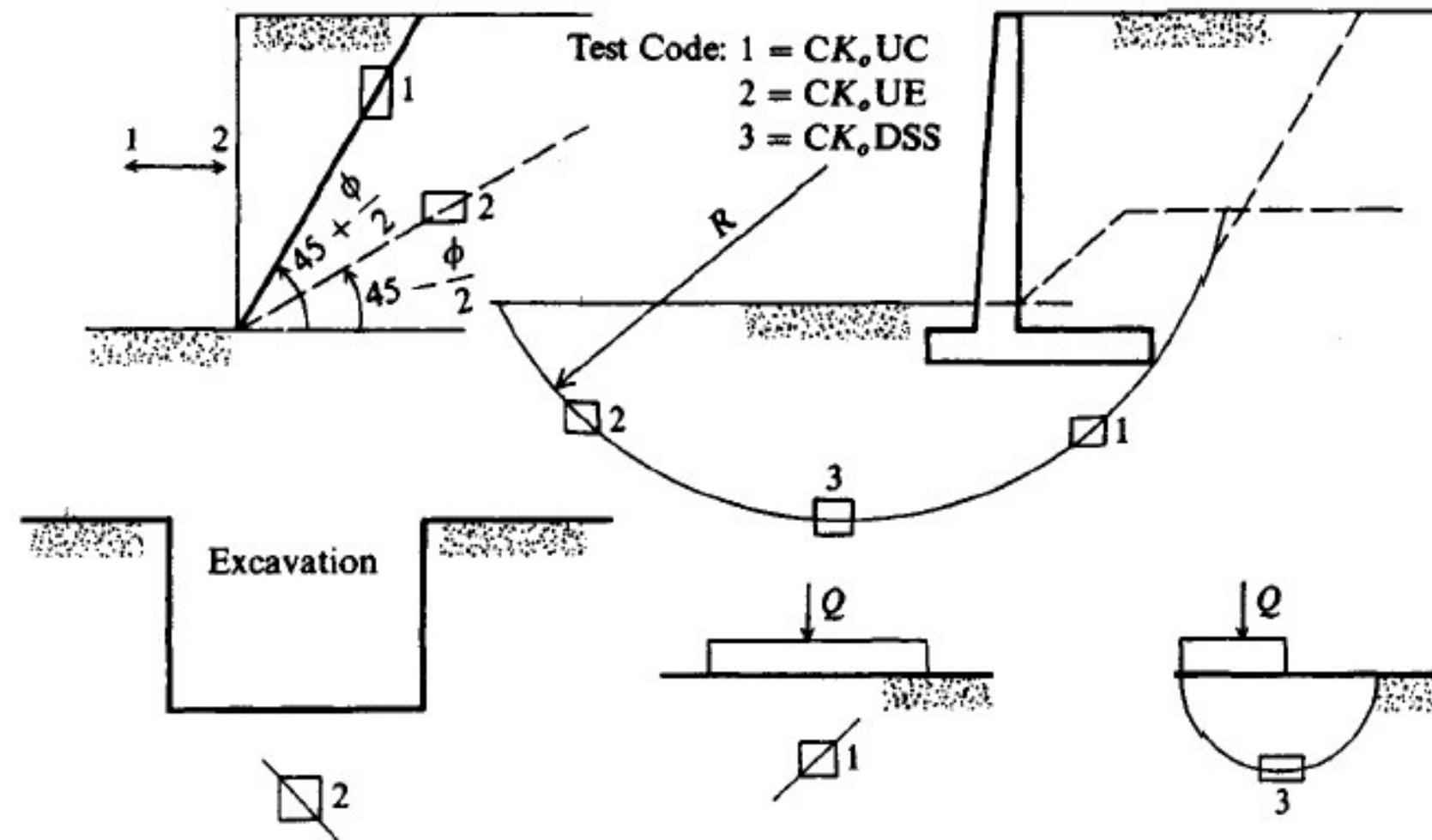


Representative
soil sample
taken from the site

1. Set the specimen
In the apparatus
and apply the initial
Stress condition



Penerapan Analisis Kuat Geser Tanah



Hukum Gesekan Newton

$$H > \mu W$$

Geser

$$H < \mu W$$

Diam

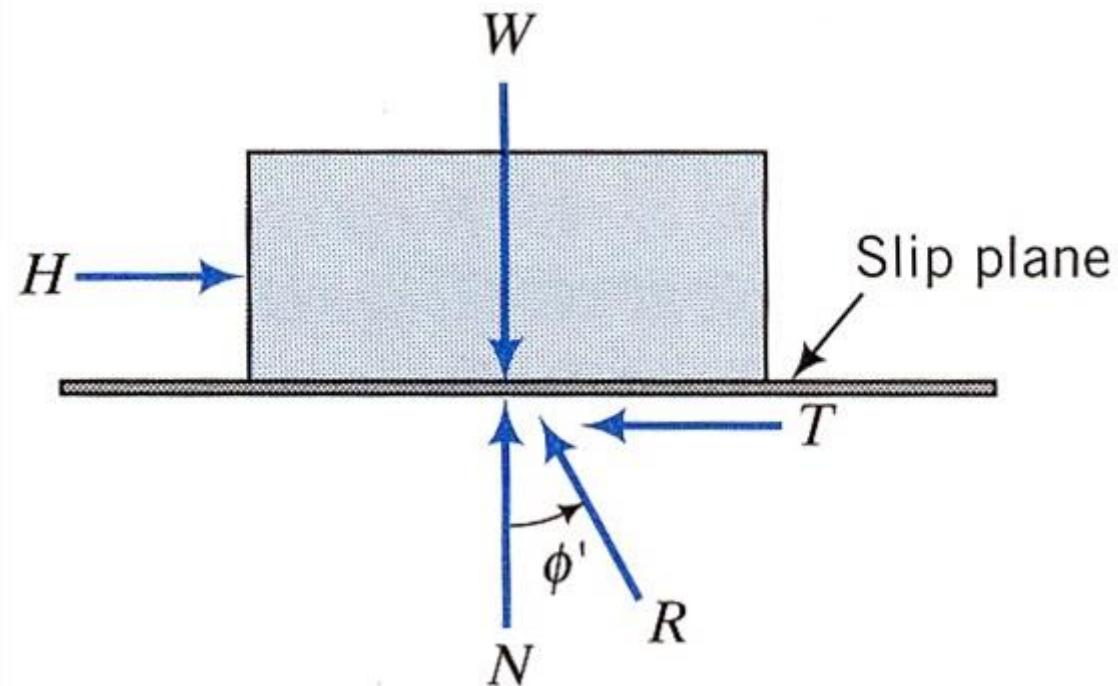
$$H = \mu W$$

Labil

$$\frac{T}{W} = \tan \phi = \mu$$

dalam tegangan

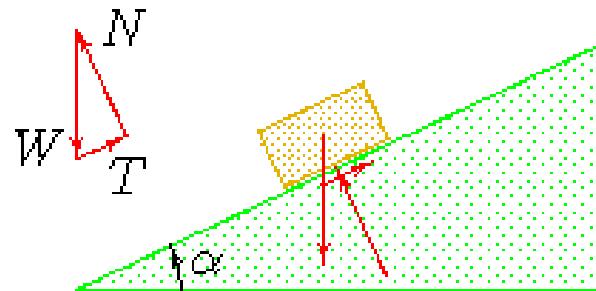
$$\frac{T/A}{W/A} = \frac{\tau}{\sigma} = \tan \phi = \mu$$



Kriteria Keruntuhan

Kriteria keruntuhan Coulomb

Keruntuhan pada Material diakibatkan oleh kombinasi kritis antara teg. Normal dan geser yang dinyatakan dalam bentuk:



$T = \text{tegangan geser}$

$W = \text{berat tanah arah gravitasi}$

$N = \text{tegangan Normal}$

$$\frac{T}{N} = \tan \alpha$$

$$\tau_f = c + \sigma \tan \theta$$

σ = Teg. Normal

Longsor terjadi manakala tegangan geser tanah lebih besar dari pada tegangan normal tanah

Kriteria keruntuhan Mohr-Coulomb

Keruntuhan pada Material diakibatkan oleh kombinasi kritis antara teg. normal dan geser serta sifat-sifat mekanis tanah yang dinyatakan dalam bentuk:

$$\tau_f = c + \sigma \tan\phi$$

τ_f = Teg. Geser pada runtuh

c = Kohesi

ϕ = Sudut geser dalam

σ = Teg. Normal

Beberapa cara penentuan (pengujian kekuatan Geser Tanah:

1. Uji Geser Langsung (Direct Shear Test)
2. Uji Triaxial (Triaxial Test)
3. Uji Kuat Tekan Bebas (Unconfined Compressive Strength Test)
4. Uji Vane Shear

DIRECT SHEAR TEST

Uji Geser Langsung (Direct Shear Test)



Alat geser Langsung (Direct Shear)

Standar ASTM yang Berlaku

ASTM D3080 : Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions.

Alat dan Bahan

- a. Alat geser langsung (direct shear) terdiri dari
 - Stang penekan dan pemberi beban
 - Alat penggeser lengkap dengan cincin penguji (proving ring) dan dua buah arloji geser (ekstensiometer)
 - Cincin pemeriksa yang terbagi dua dengan penguncinya, terletak dalam kotak
 - Beban
 - Dua buah batu pori
- b. Extruder dan sendok perata
- c. Cincin cetak benda uji
- d. Neraca ketelitian 0.01 gr
- e. Stopwatch
- f. Kertas pori (whatman filter paper)

Prosedur

1. Timbang benda uji dengan cincinnya
2. Masukkan benda uji ke dalam kotak pemeriksaan yang telah terkunci menjadi satu dan pasang batu pori dan kertas pori pada permukaan atas dan permukaan bawah benda uji di dalam kotaknya. Kotak benda uji tersebut diletakkan pada alat *direct shear*. Masukkan air dan jenuhkan sampel.
3. Stang penekan dipasang pada arah vertikal untuk memberikan beban normal pada benda uji.
4. Penggeser benda uji dipasang pada arah mendatar untuk memberikan beban mendatar pada bagian atas cincin pemeriksaan. Atur pembacaan arloji geser sehingga menunjukkan angka nol.
5. Dengan beban normal yang ada, pembebanan geser pada kecepatan konstan diberikan dengan menyalakan mesin pada alat.
6. Lakukan pembacaan dial pada regangan tertentu (kelipatan 1%) sampai terjadi keruntuhan, dimana jarumnya berputar membalik.
7. Lakukan hal yang sama pada benda uji kedua sebesar 2x beban nirmal yang pertama dan lakukan juga untuk benda uji ketiga dengan beban 3x beban normal yang pertama.

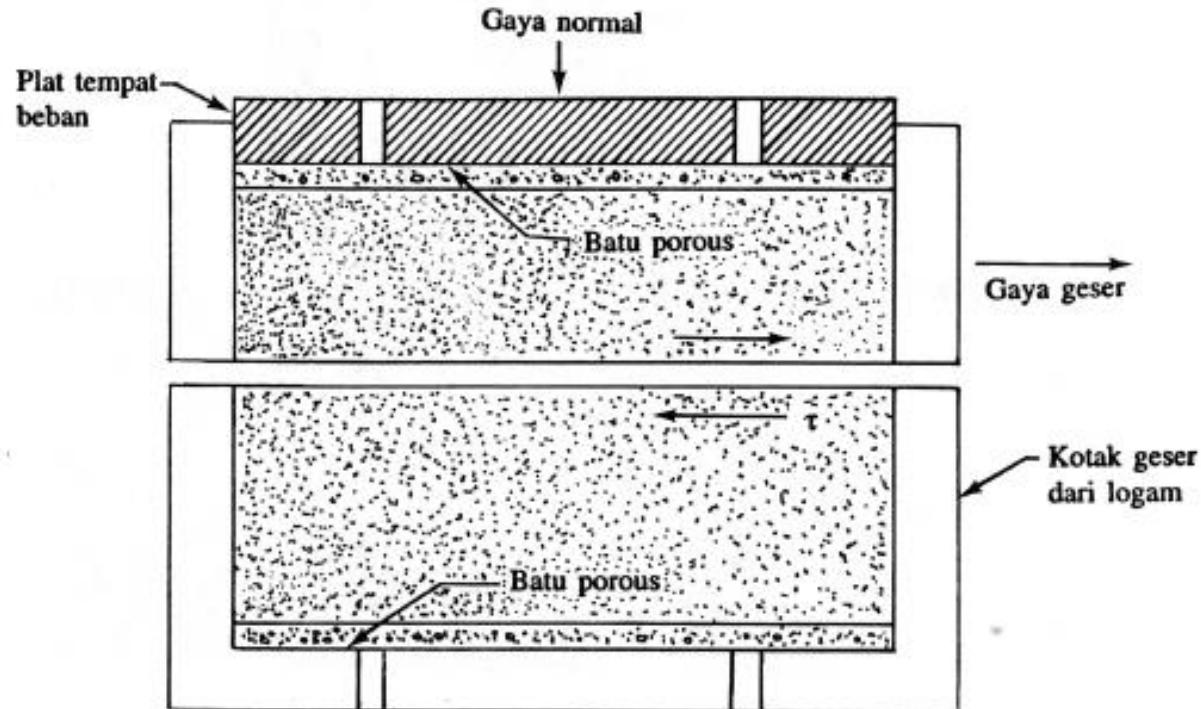
NOTED:

Strain rate

For NC use 0.2 - 1 mm/min

OC use 0.1 - 0.2 mm/min

Uji Geser Langsung (Direct Shear Test)



- Ni : Beban Vertikal (normal)
Ti. : Gaya horisontal yang diperlukan untuk menggeser ring (tanah)
A : luas penampang tanah
Si : lintasan yang diperlukan sampai tanah tergeser

Gambar 9-4 Diagram susunan alat uji geser langsung.

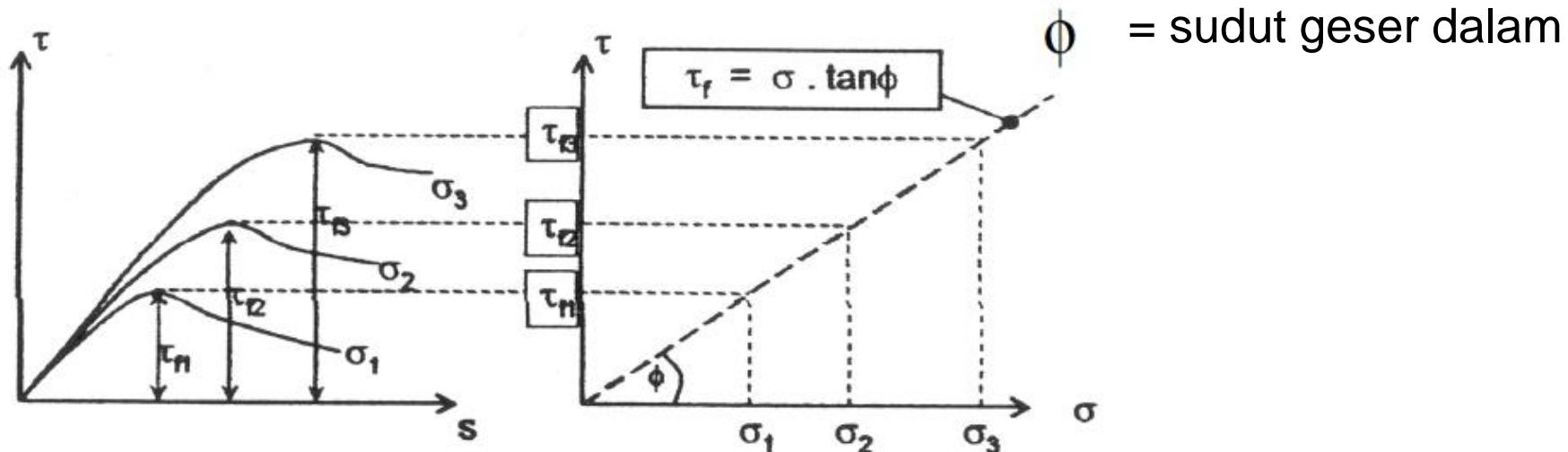
Direct Shear Test pada Tanah Pasir

$$\text{Uji 1 : } \sigma_1 = \frac{N_1}{A} : \tau_1 = \frac{T_1}{A} : S_1$$

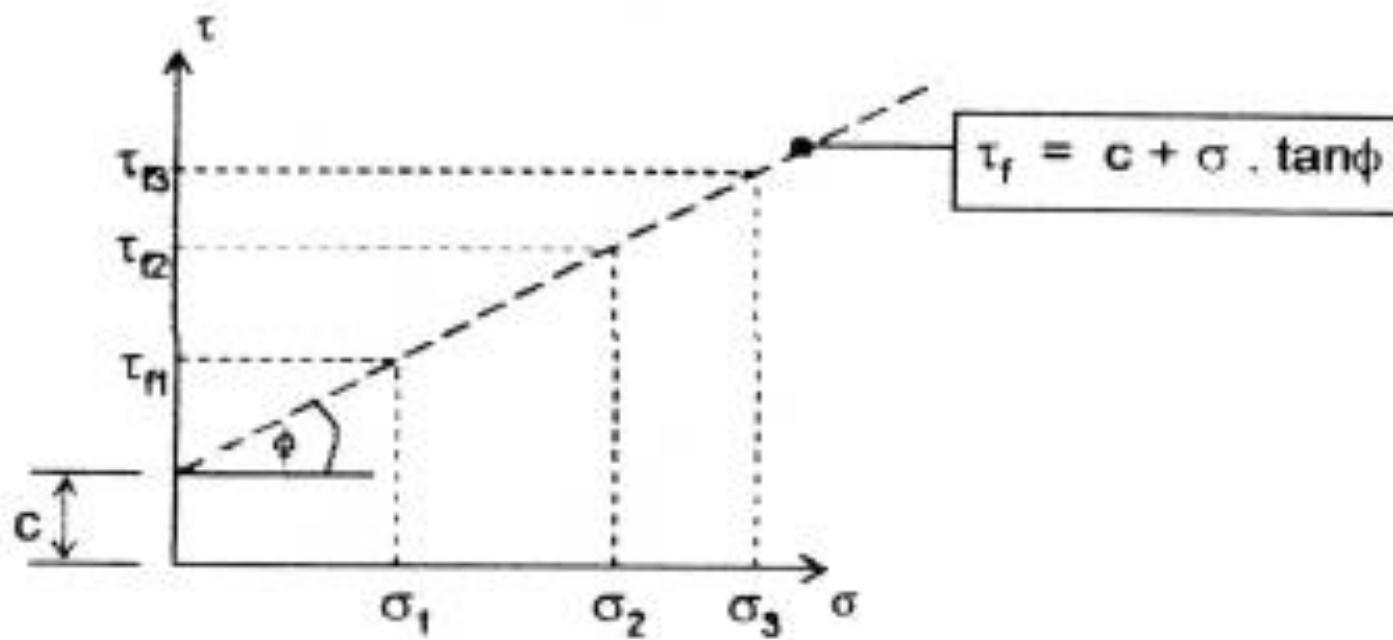
$$\text{Uji 1 : } \sigma_2 = \frac{N_2}{A} : \tau_2 = \frac{T_2}{A} : S_2$$

$$\text{Uji 1 : } \sigma_3 = \frac{N_3}{A} : \tau_3 = \frac{T_3}{A} : S_3$$

Hasil Uji



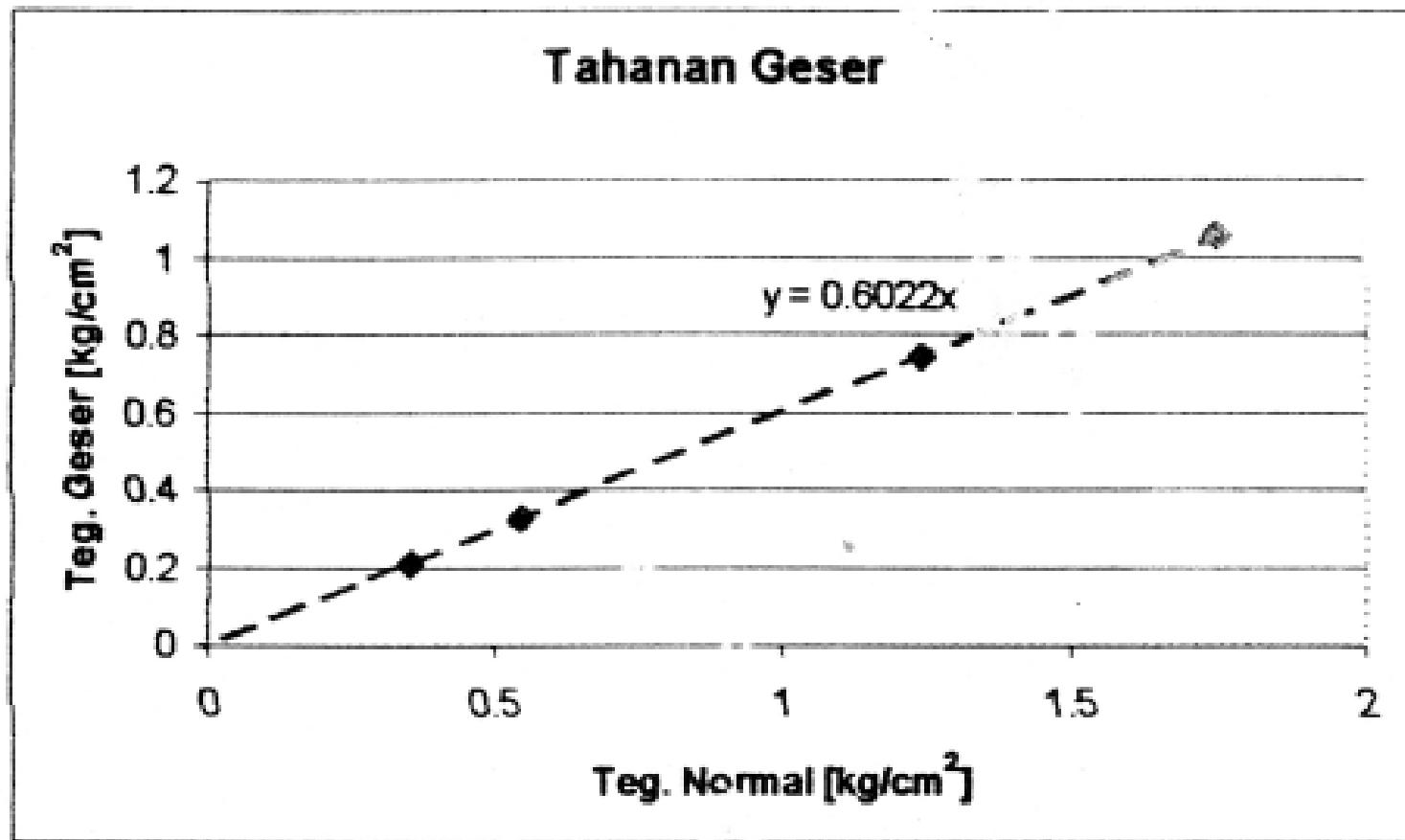
Direct Shear Test pada Tanah Lempung



ϕ : sudut geser dalam

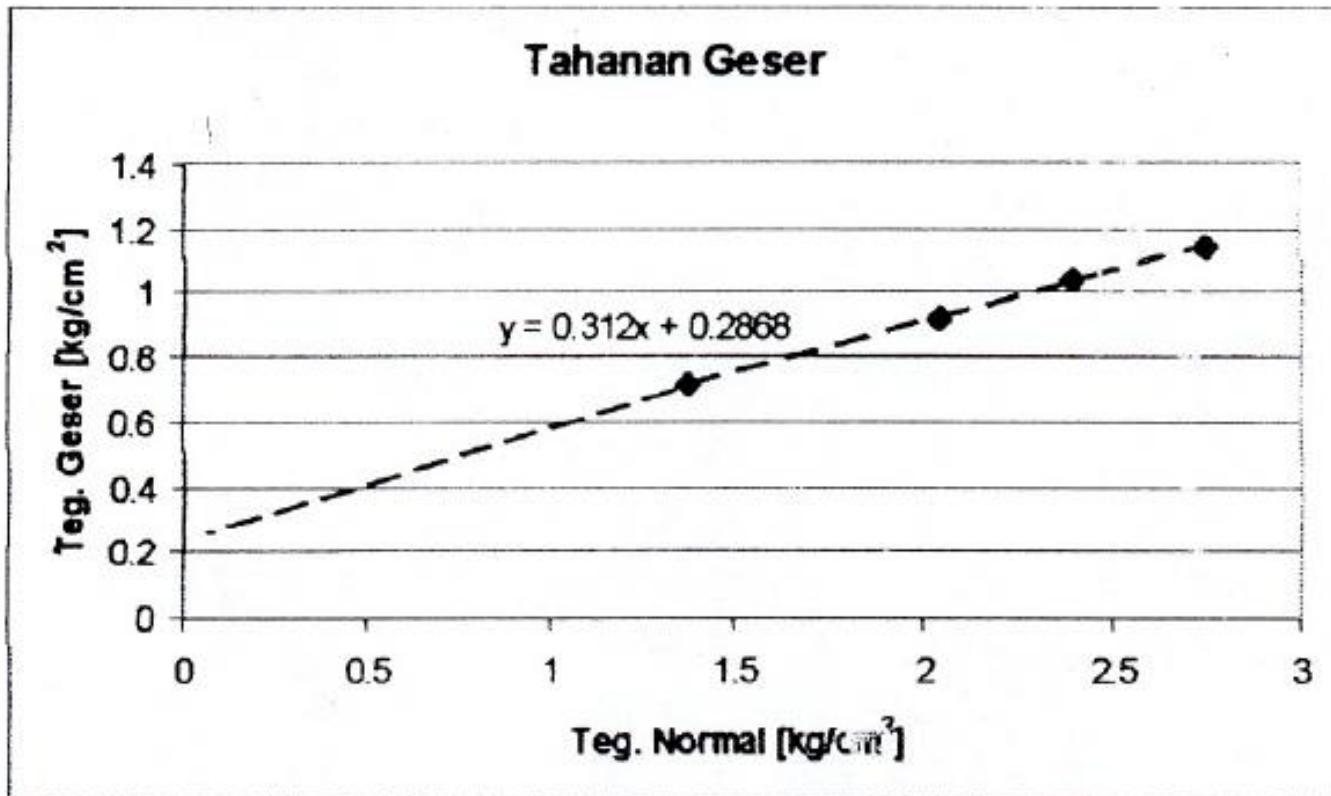
c : kohesi [kN/m^2]

Uji Geser Langsung (Direct Shear Test)



$$\Phi = a \tan(0,6022) = 31^\circ$$

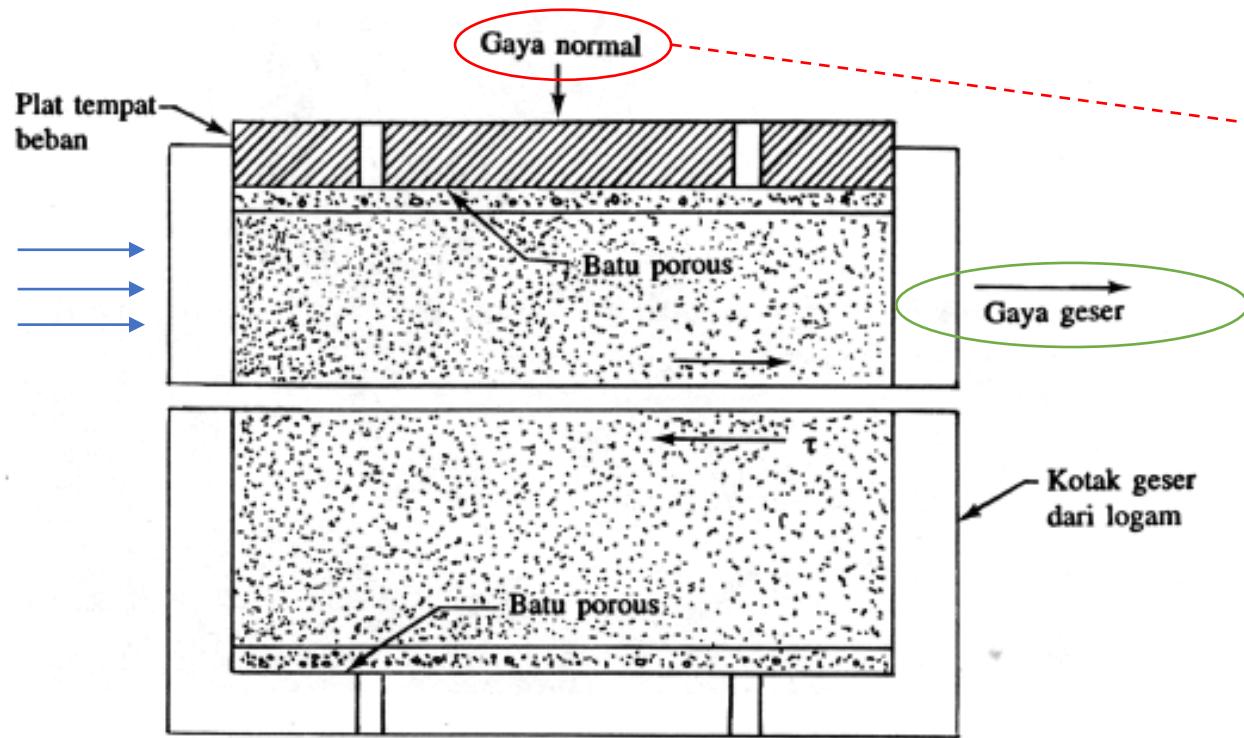
$$c = 0$$



$$\phi = \tan^{-1}(0.312) = 17.32^\circ$$

$$c = 0.2868 \text{ kg/cm}^2$$

Uji Geser Langsung (Direct Shear Test)

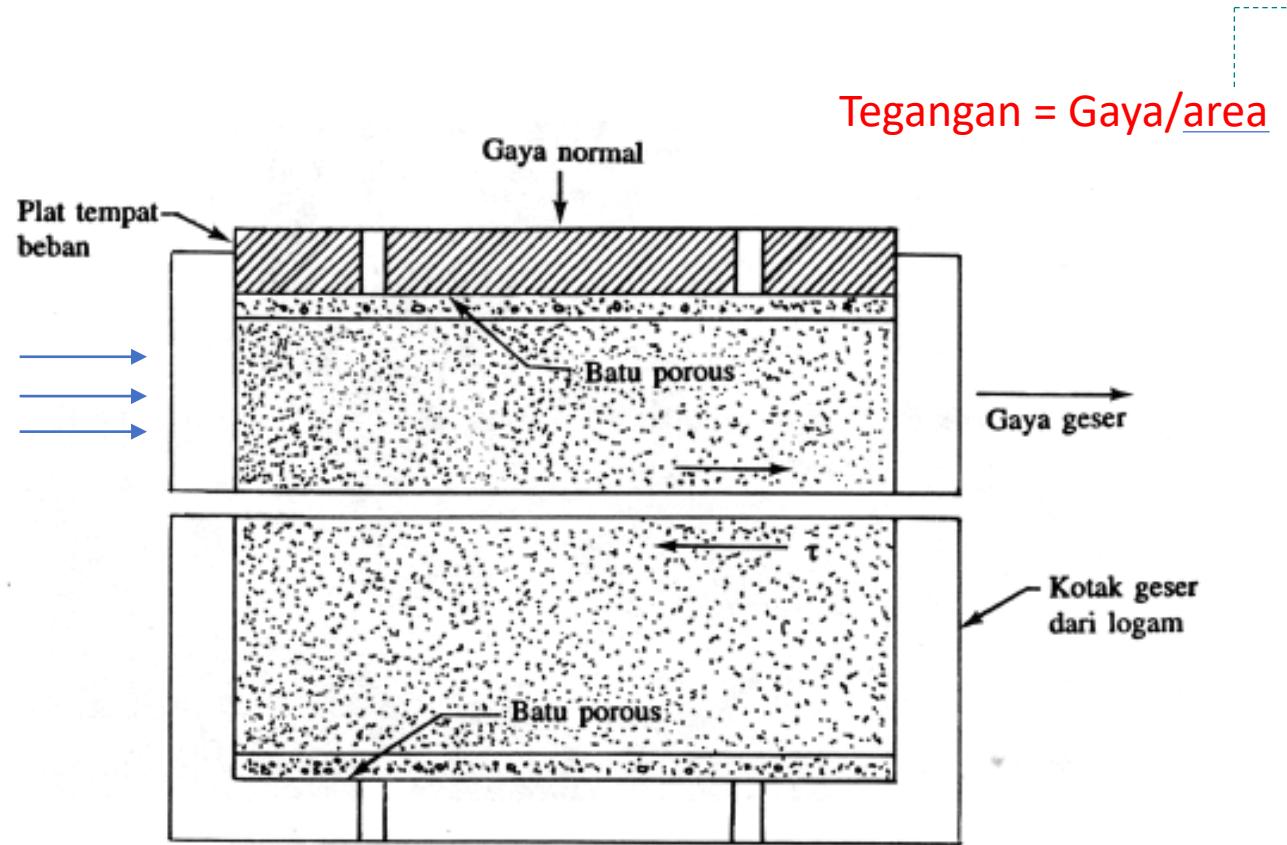


Luas Sample: $A = (5.08 \times 5.08) \text{ cm}^2$

No. Uji	Arah Normal		Arah Geser	
	Gaya	Tegangan	Gaya	Tegangan
	kg	kg/cm ²	kg	kg/cm ²
1	9	0.348751	5.44	0.210924
2	14	0.542501	8.30	0.32166
3	32	1.240002	19.10	0.739993
4	45	1.743753	27.26	1.056638

Gambar 9-4 Diagram susunan alat uji geser langsung.

Uji Geser Langsung (Direct Shear Test)

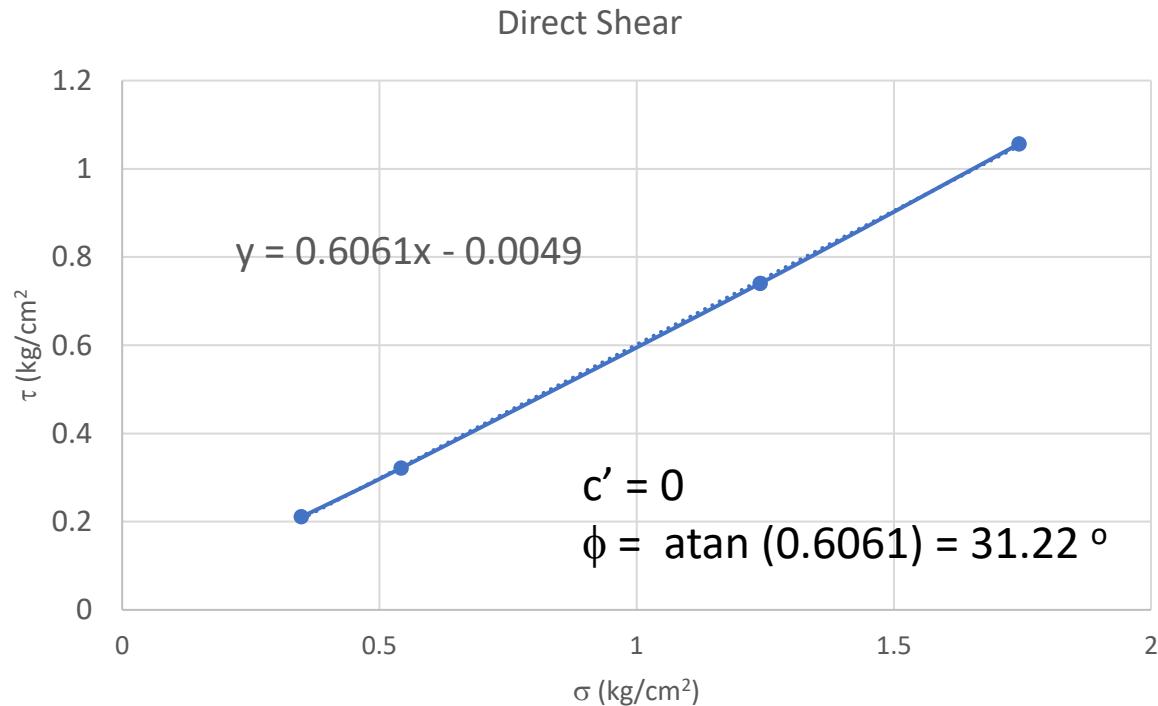


Luas Sample: $A = (5.08 \times 5.08) \text{ cm}^2$

No. Uji	Arah Normal		Arah Geser	
	Gaya	Tegangan	Gaya	Tegangan
	kg	kg/cm ²	kg	kg/cm ²
1	9	0.348751	5.44	0.210924
2	14	0.542501	8.30	0.32166
3	32	1.240002	19.10	0.739993
4	45	1.743753	27.26	1.056638

Gambar 9-4 Diagram susunan alat uji geser langsung.

Uji Geser Langsung (Direct Shear Test)



Luas Sample: $A = (5.08 \times 5.08) \text{ cm}^2$

No. Uji	Arah Normal		Arah Geser	
	Gaya	Tegangan	Gaya	Tegangan
	kg	kg/cm ²	kg	kg/cm ²
1	9	0.348751	5.44	0.210924
2	14	0.542501	8.30	0.32166
3	32	1.240002	19.10	0.739993
4	45	1.743753	27.26	1.056638

Uji Geser Langsung (Direct Shear Test)

Contoh Tanah Pasir

Diameter Sample: D = 5.08 cm

No. Uji	Arah Normal		Arah Geser	
	Gaya	Tegangan	Gaya	Tegangan
	kg	kg/cm ²	kg	kg/cm ²
1	27	1.374545	14.06	0.715782
2	40	2.036363	18.06	0.919418
3	47	2.392727	20.41	1.039054
4	54	2.749091	22.43	1.141891

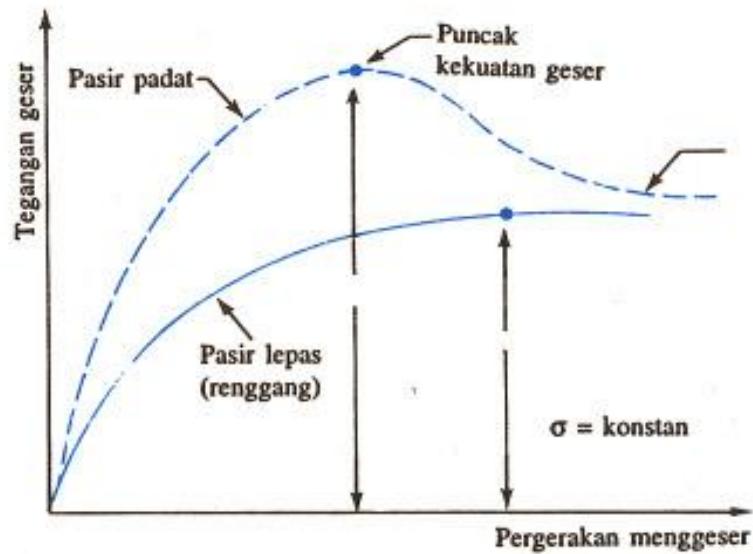
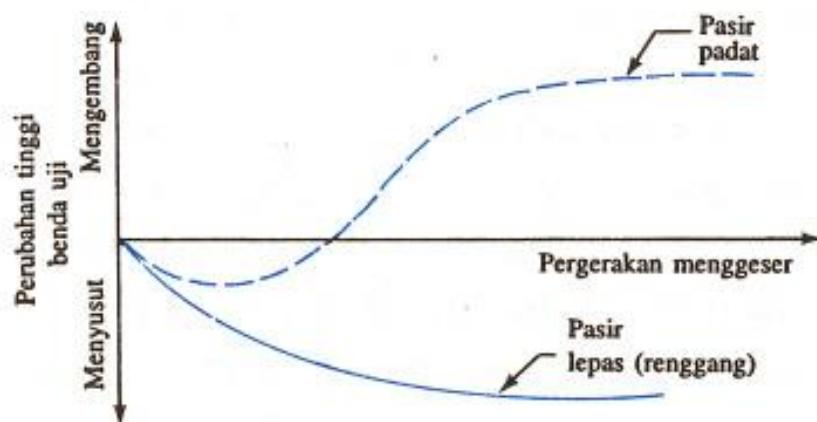


Diagram tegangan geser vs perubahan tinggi, benda uji karena pergerakan menggeser untuk tahan pasir padat dan lepas (uji geser langsung)



Hal umum yang dapat ditarik dari gambar di atas berkaitan dengan variasi tegangan geser penghambat dan perpindahan geser, yaitu:

1. Pada pasir lepas (renggang), tegangan geser penahan akan membesar sesuai dengan membesarnya perpindahan geser sampai tegangan tadi mencapai tegangan geser runtuh. Setelah itu, besar tegangan geser akan kira-kira konstan sejalan dengan bertambahnya perpindahan geser.
2. Pada pasir padat, tegangan penghambat akan naik sejalan dengan membesarnya perpindahan geser hingga tegangan geser runtuh (maksimum) τ_1 tercapai. Harga τ_1 ini disebut sebagai kekuatan geser puncak (peak shear strength). Bila tegangan runtuh telah dicapai, maka tegangan geser penghambat yang ada akan berkurang secara lambat laun dengan bertambahnya perpindahan geser sampai pada suatu saat mencapai harga konstan yang disebut kekuatan geser akhir maksimum (ultimate shear strength).

Contoh Laporan di Laboratorium

Pengujian Geser Langsung
Direct Shear Test(ASTM D3080)

calibration 0.5 kg RPM: 0.5 mm/minute
Diameter 6.3 cm

Dial	Normal Force (gr)	5040	Normal Force (gr)	10060	Normal Force (gr)	20030	(σ) [Normal force] Area kg/cm ²	(τ) [Shear force] Area kg/cm ²
	Dial Reading Stress Force	Stress Force (kg)	Dial Reading Stress Force	Stress Force (kg)	Dial Reading Stress Force	Stress Force (kg)		
0	0	0	0	0	0	0	0.162	0.130
65	1.8	0.9	4.7	2.35	6.5	3.25	0.323	0.225
130	3.7	1.85	7.5	3.75	9.3	4.65	0.643	0.258
195	5.1	2.55	8.5	4.25	10.1	5.05	Kohesi (c) 0.1126 (kg/cm²)	
260	6.7	3.35	9.1	4.55	11.6	5.8	Sudut Geser (ϕ) in degree 13.71 °	
325	7.3	3.65	10.5	5.25	12.9	6.45		
390	7.9	3.95	11.8	5.9	14.2	7.1		
455	8.1	4.05	13.1	6.55	15.4	7.7		
520	8	4	14	7	16.1	8.05		
585	0	0	0	0	0	0		
650	0	0	0	0	0	0		
715	0	0	0	0	0	0		
780	0	0	0	0	0	0		
845	0	0	0	0	0	0		
910	0	0	0	0	0	0		
975	0	0	0	0	0	0		
1040	0	0	0	0	0	0		
1105	0	0	0	0	0	0		
1170	0	0	0	0	0	0		
1235	0	0	0	0	0	0		
maximum shear strength		4.05		7		8.05		

The graph plots Shear stress (τ in kg/cm²) against Normal stress (σ in kg/cm²). The data points are approximately at (0.162, 0.130), (0.323, 0.225), (0.643, 0.258), (0.1126, 0.1126), and (0.6, 0.3). A dashed line represents the linear fit $y = 0.244x + 0.1126$.

TRIAXIAL TEST

Triaxial

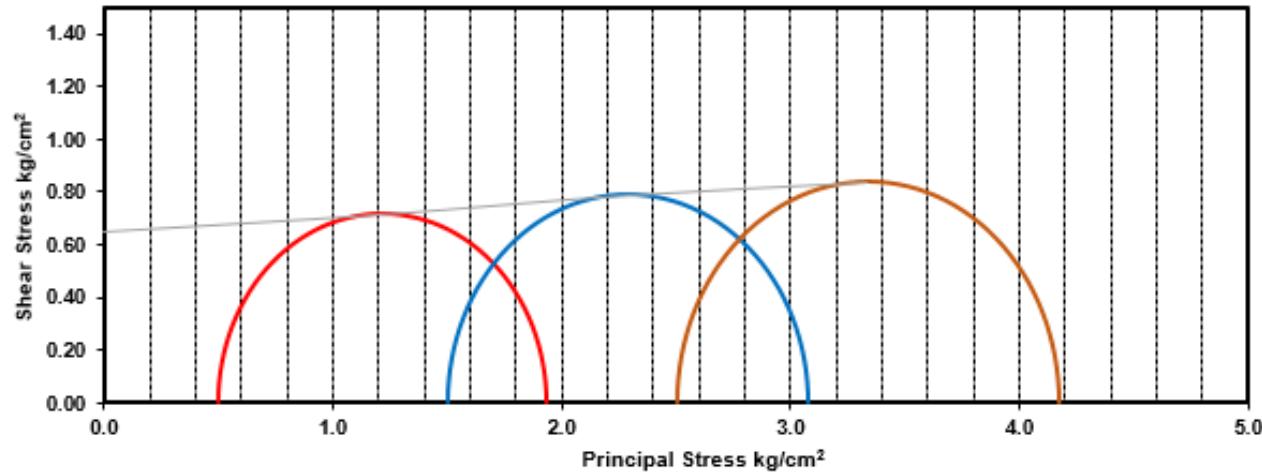
Triaxial Compression Test

The triaxial compression test (ASTM D2850) is used for the determination of strength parameter of soil. The two parameters acquired are cohesion (c) and internal angle friction (ϕ).

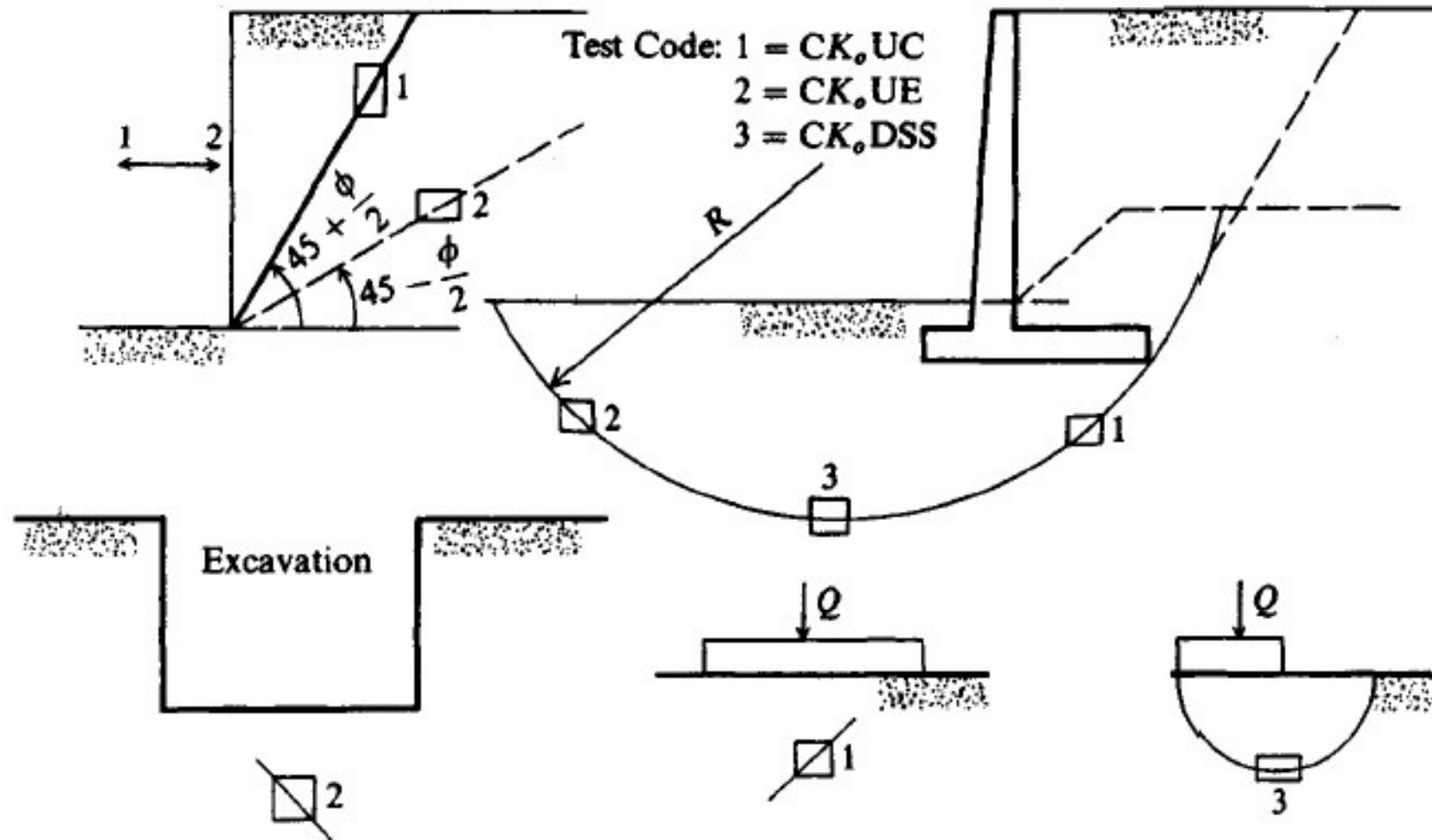


Triaxial

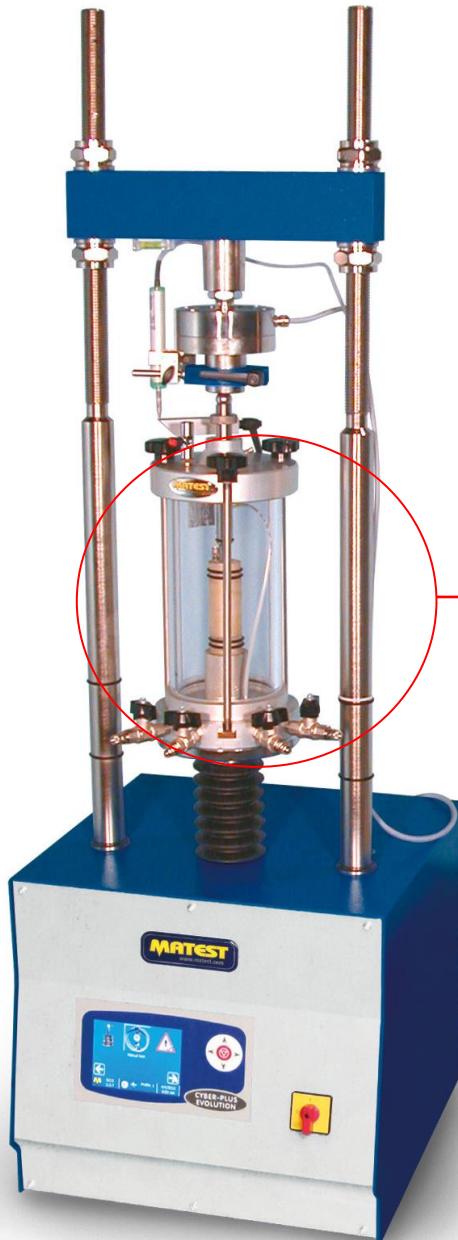
Triaxial Compression Test



Aplikasi



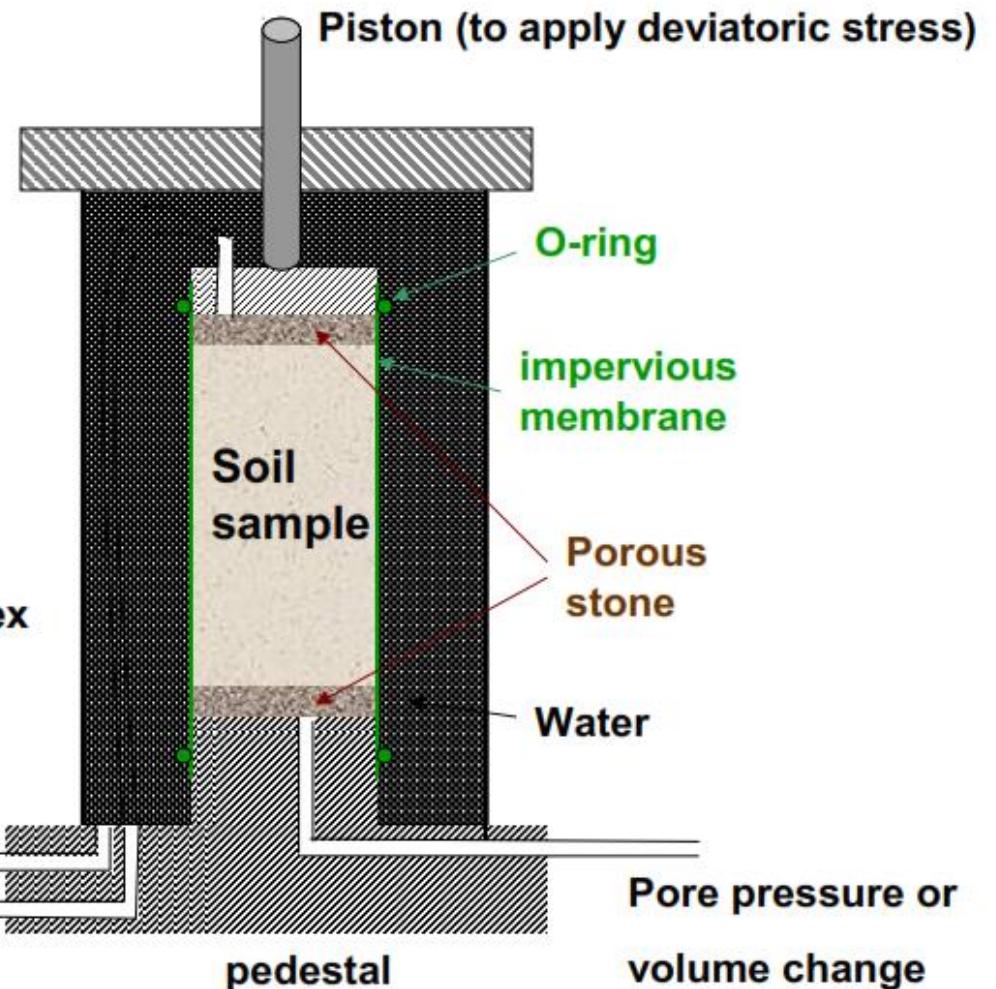
Uji Triaxial (Triaxial Test)



**Soil sample
at failure**

Cell Pressure Berfungsi sebagai pemberian tekanan pada specimen uji

**Cell pressure
Back pressure**



Uji Triaxial (Triaxial Test)

Tiga tipe standard dari uji triaxial yang biasanya dilakukan

1. Consolidated-drained test atau drained test (CD test)
2. Consolidated-undrained test (CU test)
3. Unconsolidated-undrained test atau undrained test (UU test)



Uji Triaxial (Triaxial Test)

Specimen Preparation (Undisturbed Sample)



Sampel dalam kondisi tidak terganggu (Undisturb) di siapkan dalam *Shelby tube*. *Shelby tube* seharusnya diletakkan dalam posisi vertical saat penyimpanan



Sample dikeluarkan dengan alat extruder

Uji Triaxial (Triaxial Test)

Specimen Preparation (Undisturbed Sample)



Sampel dicetak dengan tabung silinder untuk pengujian triaxial



Spesimen diletakkan di atas Bottomcap alat triaxial

Uji Triaxial (Triaxial Test)

Specimen Preparation (Undisturbed Sample)



Spesimen dibungkus dengan
membrane karet diberi kertas filter
diatas maupun bawah spesimen



Chamber alat triaxial diisi dengan air

Uji Triaxial (Triaxial Test)

Specimen Preparation (Undisturbed Sample)



Proving Ring untuk
mengukur deviatoric stress

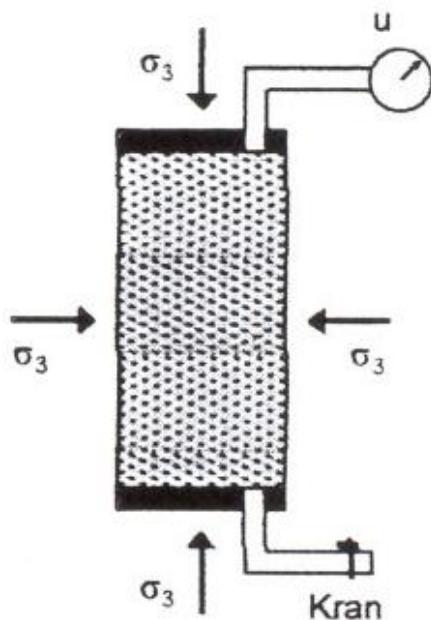
Dial reading untuk mengukur
penurunan vertikal

2009 / 8 / 24 10 : 58

Prinsip Uji Triaxial

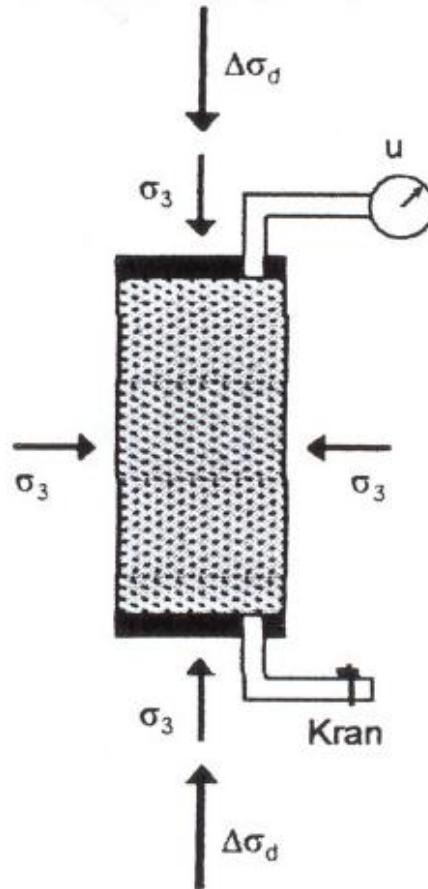
Tahap 1: Confining Pressure

Tahap pemberian tegangan σ_3



Tahap 2: Shear Pressure

Tahap pemberian tegangan deviatorik



Pemberian Beban:

σ_3 : konstan

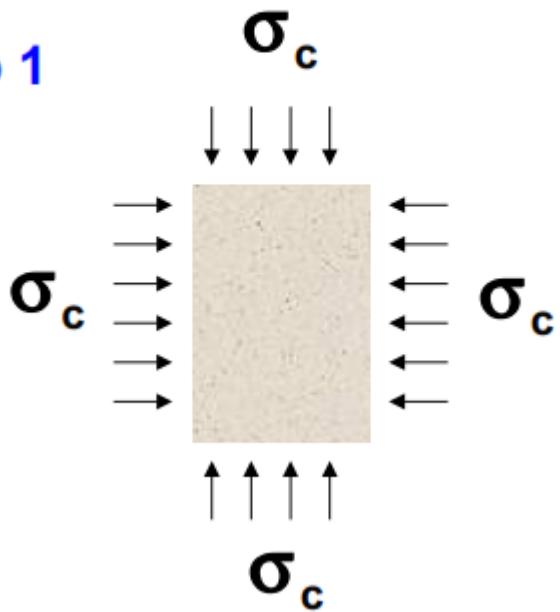
$\Delta\sigma_d$: bertahap sampai
runtuh ($\Delta\sigma_d)_f$

Perbedaan Tipe Standard Pengujian Triaxial

Jenis Uji	Confining Pressure		Shear Pressure	
	Kran	Teg. Air Pori (u)	Kran	Teg. Air Pori (u)
CD	Buka	$u = u_c = 0$	Buka	$u = u_c + \Delta u_d = 0$
CU	Buka	$u = u_c = 0$	Tutup	$u = u_c + \Delta u_d = 0$
UU	Tutup	$u = u_c$	Tutup	$u = u_c + \Delta u_d$

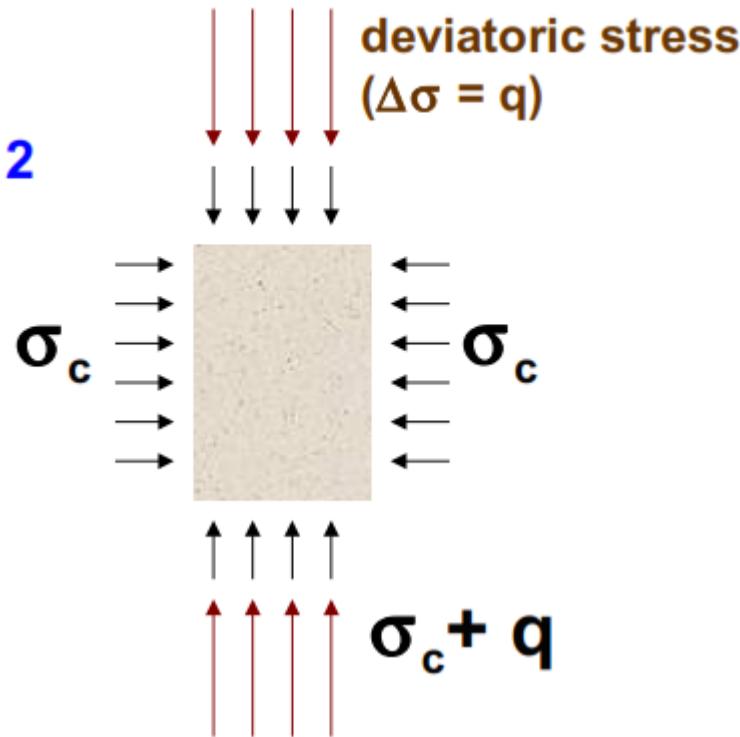
Types of Triaxial Tests

Step 1



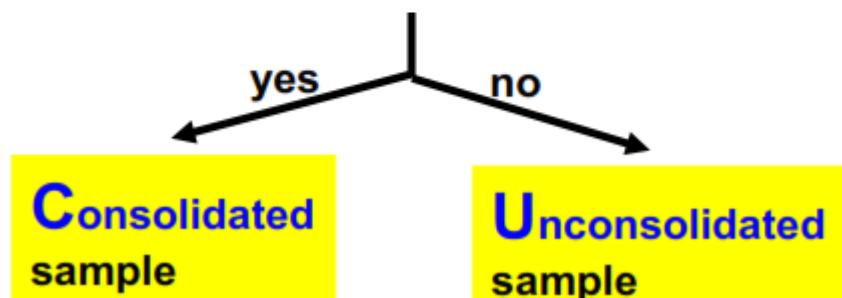
Under all-around cell pressure σ_c

Step 2

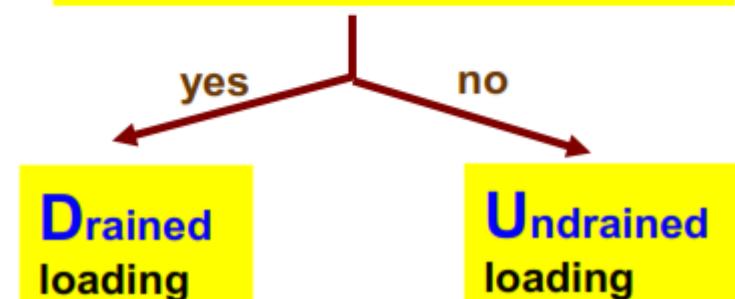


Shearing (loading)

Is the drainage valve open?



Is the drainage valve open?



Triaxial Test : Consolidated Drained (CD)

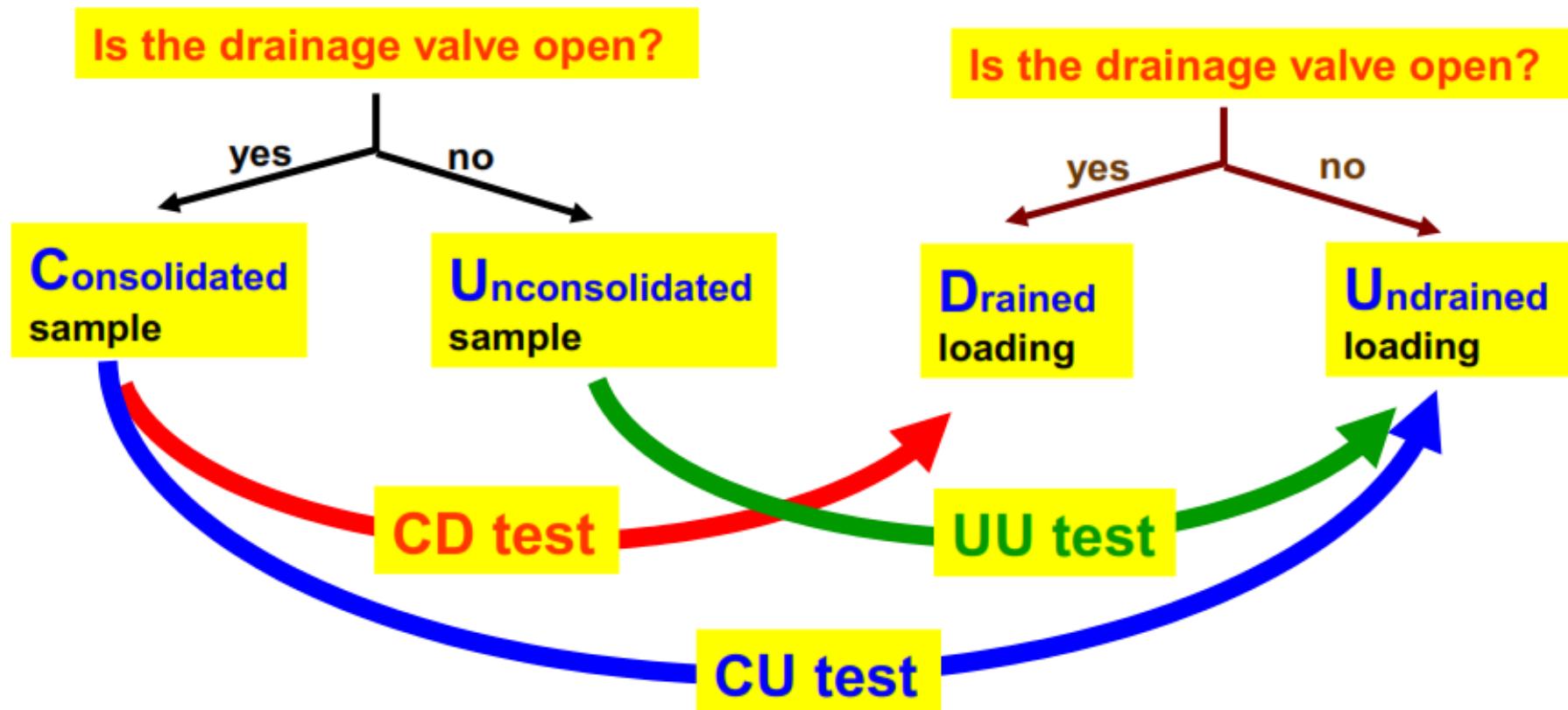
Types of Triaxial Tests

Step 1

Under all-around cell pressure σ_c

Step 2

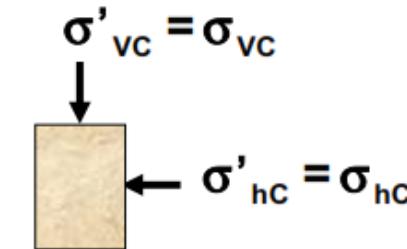
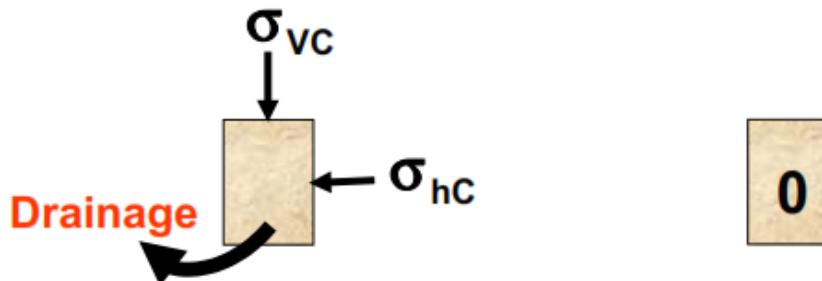
Shearing (loading)



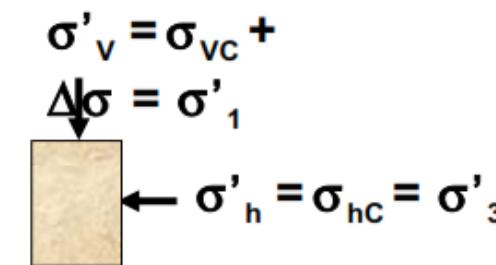
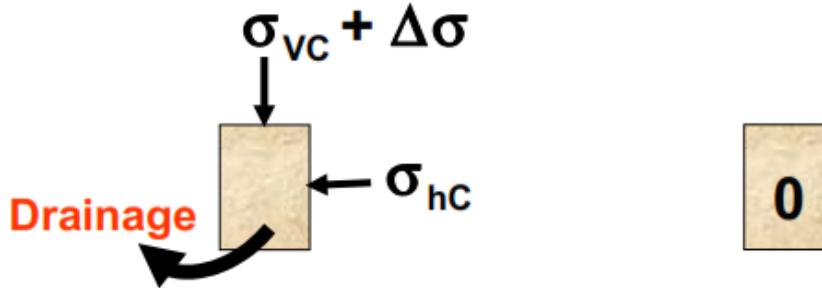
Consolidated- drained test (CD Test)

$$\text{Total, } \sigma = \text{Neutral, } u + \text{Effective, } \sigma'$$

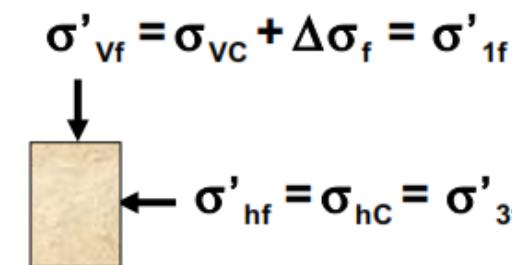
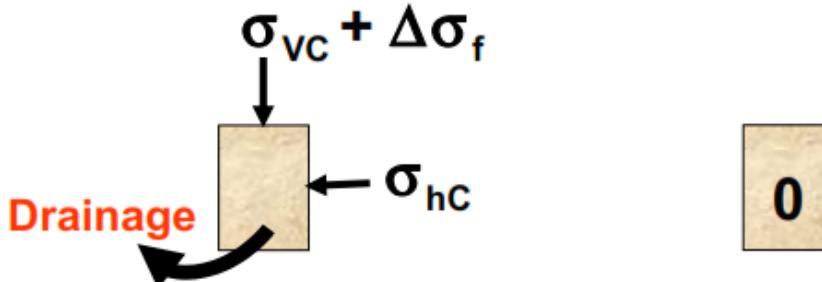
Step 1: At the end of consolidation



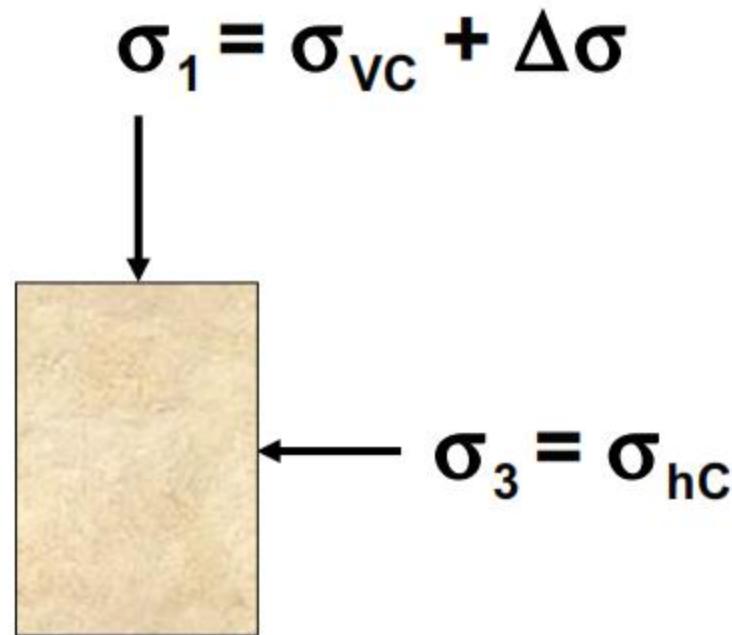
Step 2: During axial stress increase



Step 3: At failure



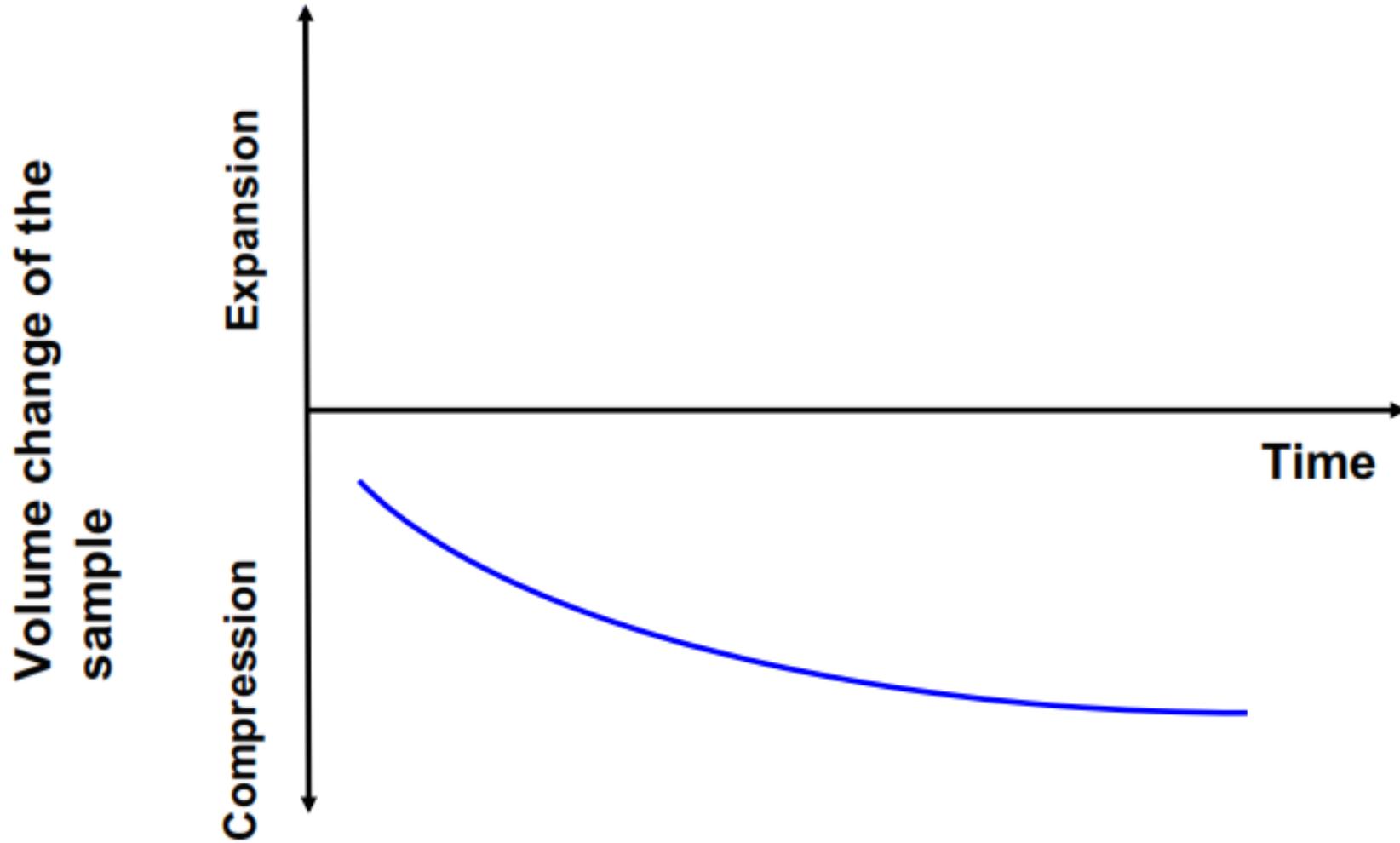
Consolidated- drained test (CD Test)



Deviator stress (q or $\Delta\sigma_d$) = $\sigma_1 - \sigma_3$

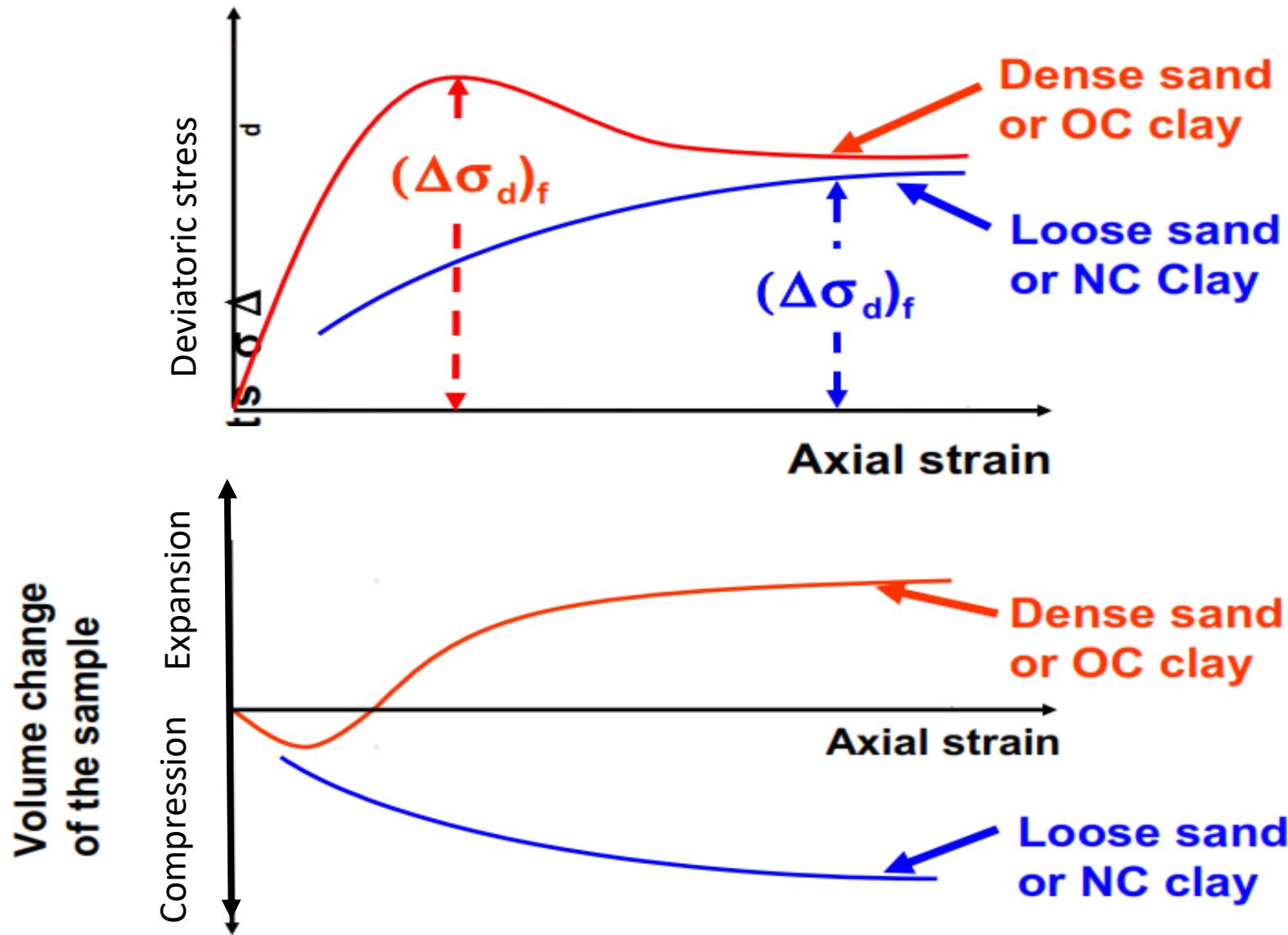
Consolidated- drained test (CD Test)

Volume change of sample during consolidation

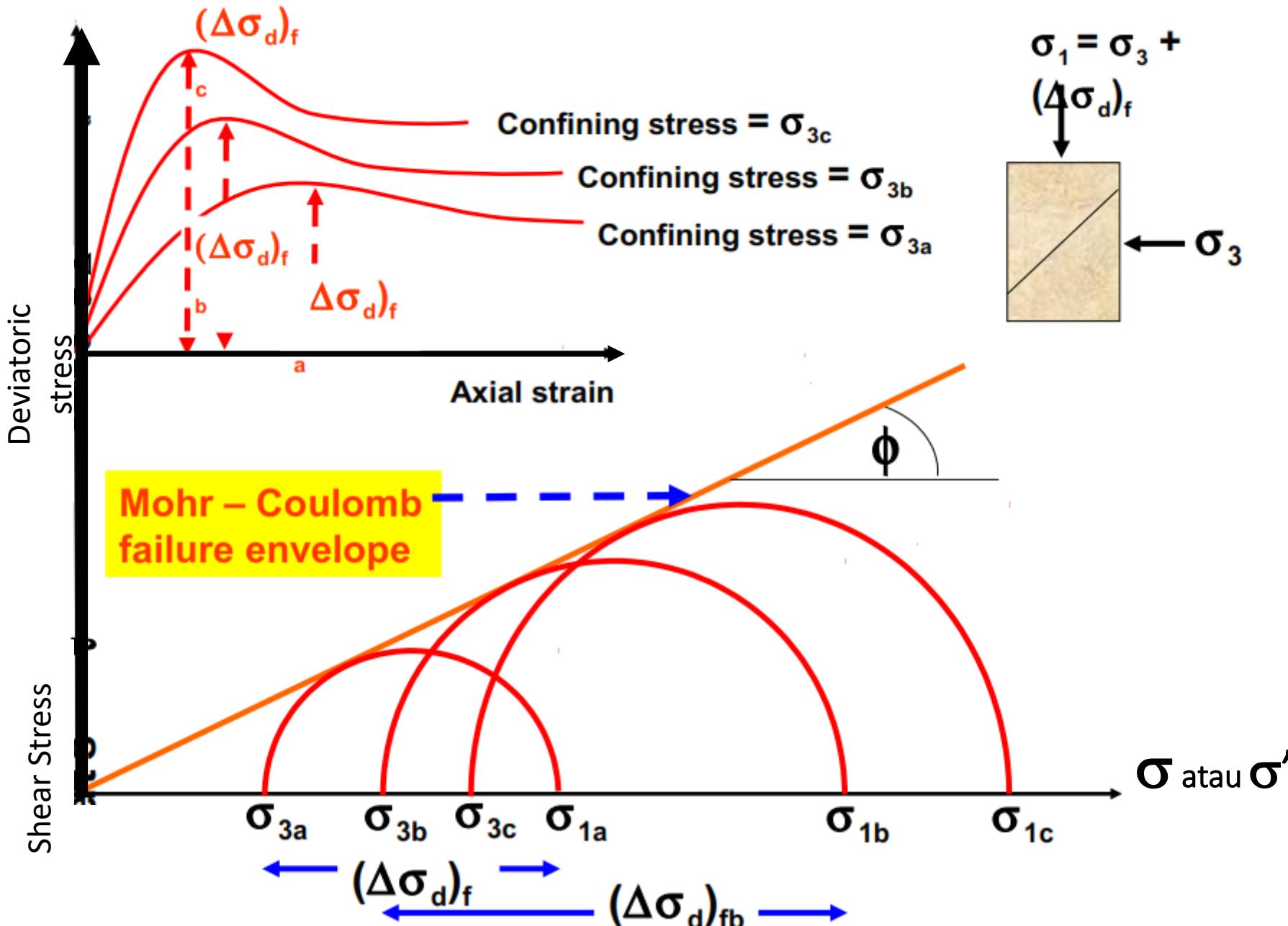


Consolidated- drained test (CD Test)

Stress-strain relationship during shearing

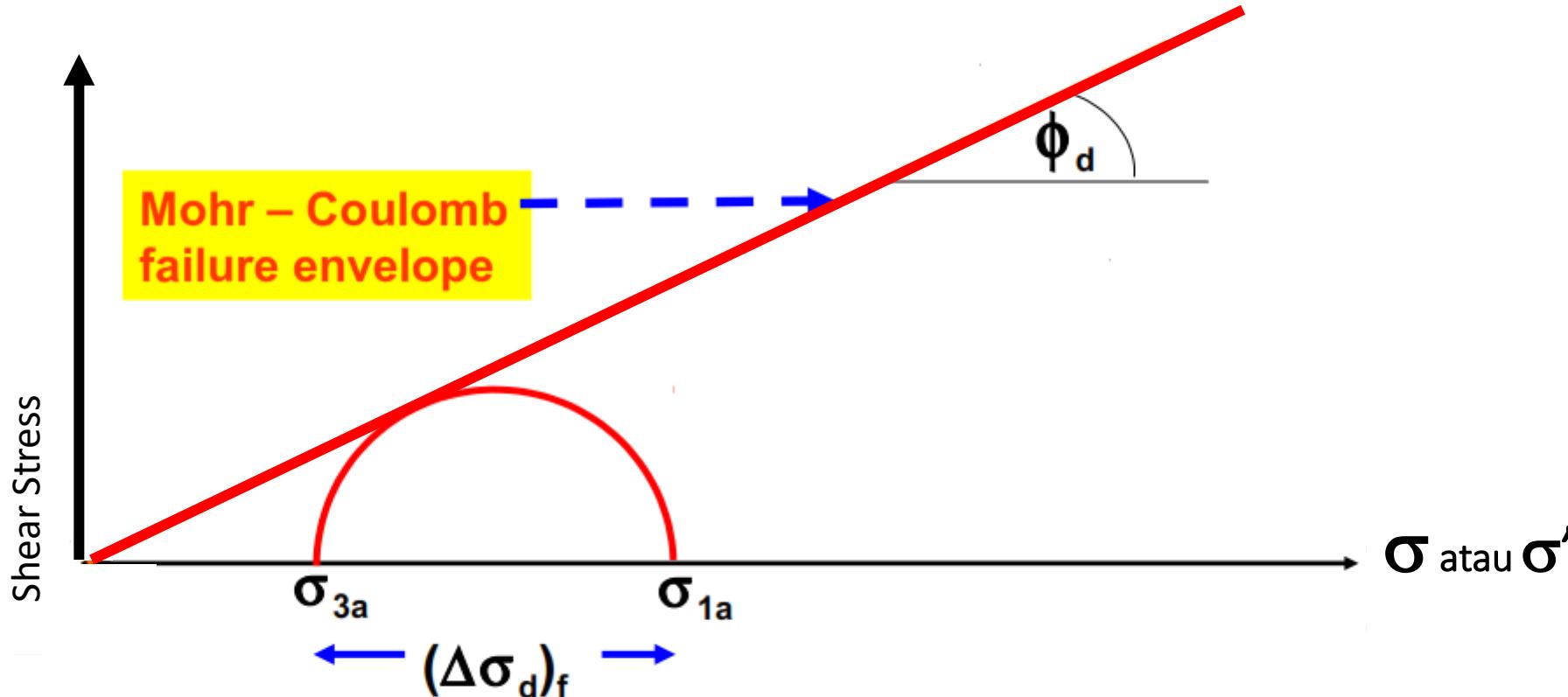


CD tests How to determine strength parameters c and ϕ



CD tests Failure envelopes

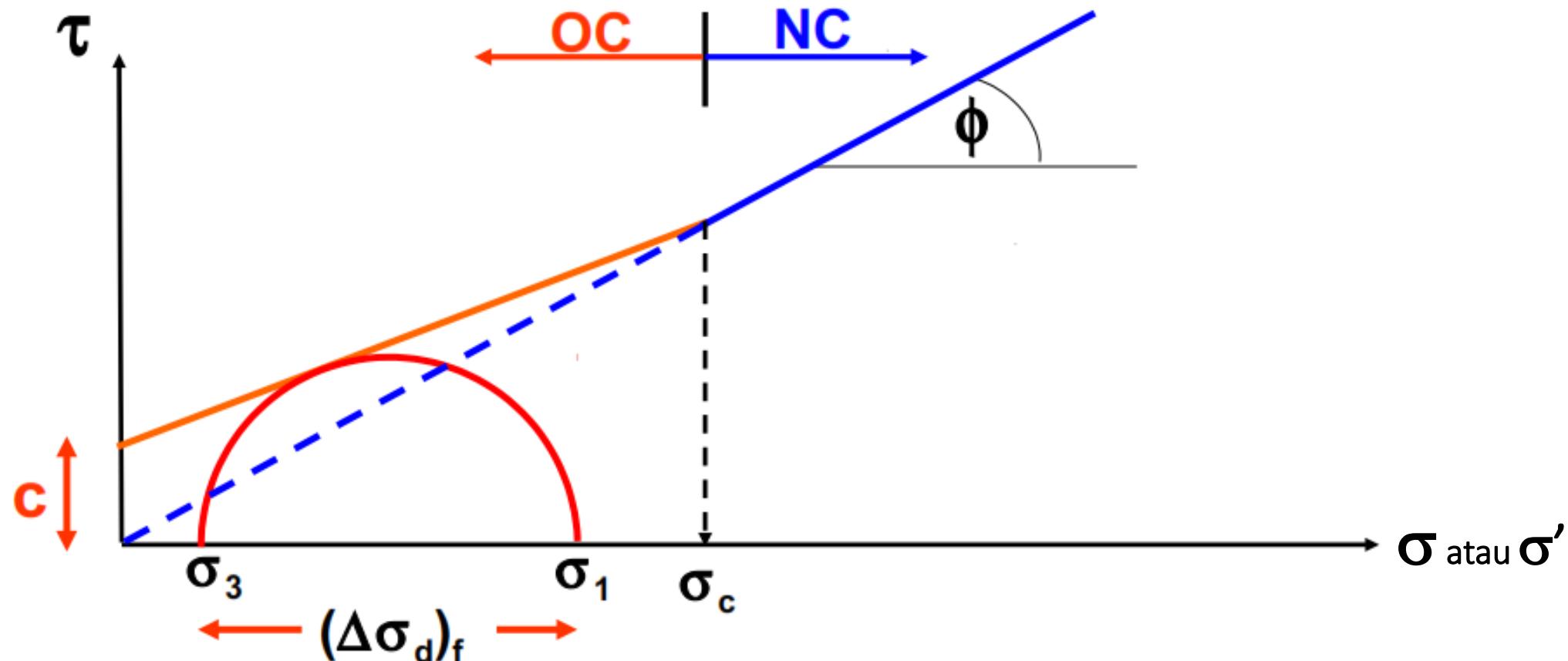
For sand and NC Clay, $c_d = 0$



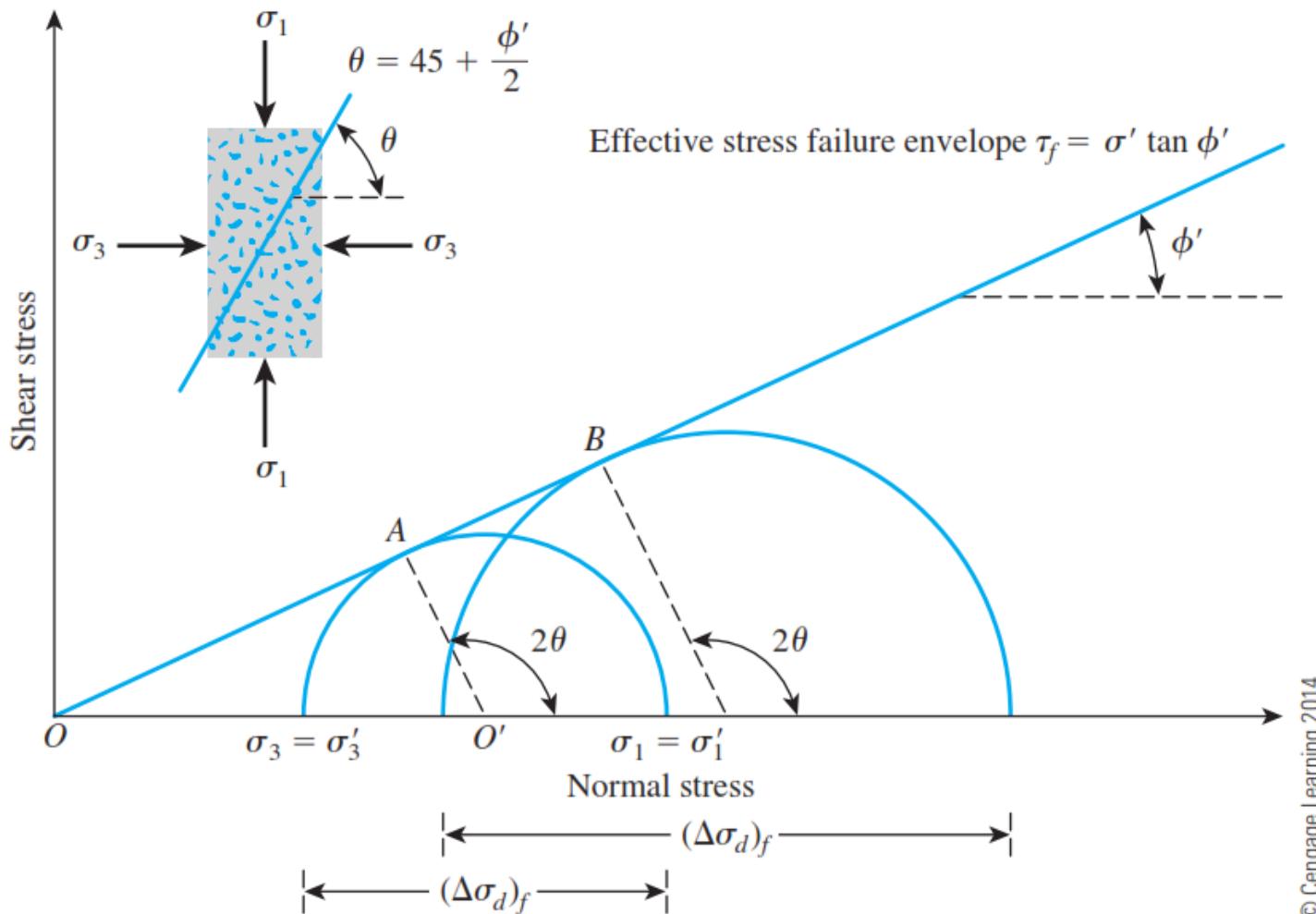
Therefore, one CD test would be sufficient to determine ϕ_d of sand or NC clay

CD tests Failure envelopes

For OC Clay, $c_d \neq 0$



Triaxial Test : Consolidated Drained (CD)

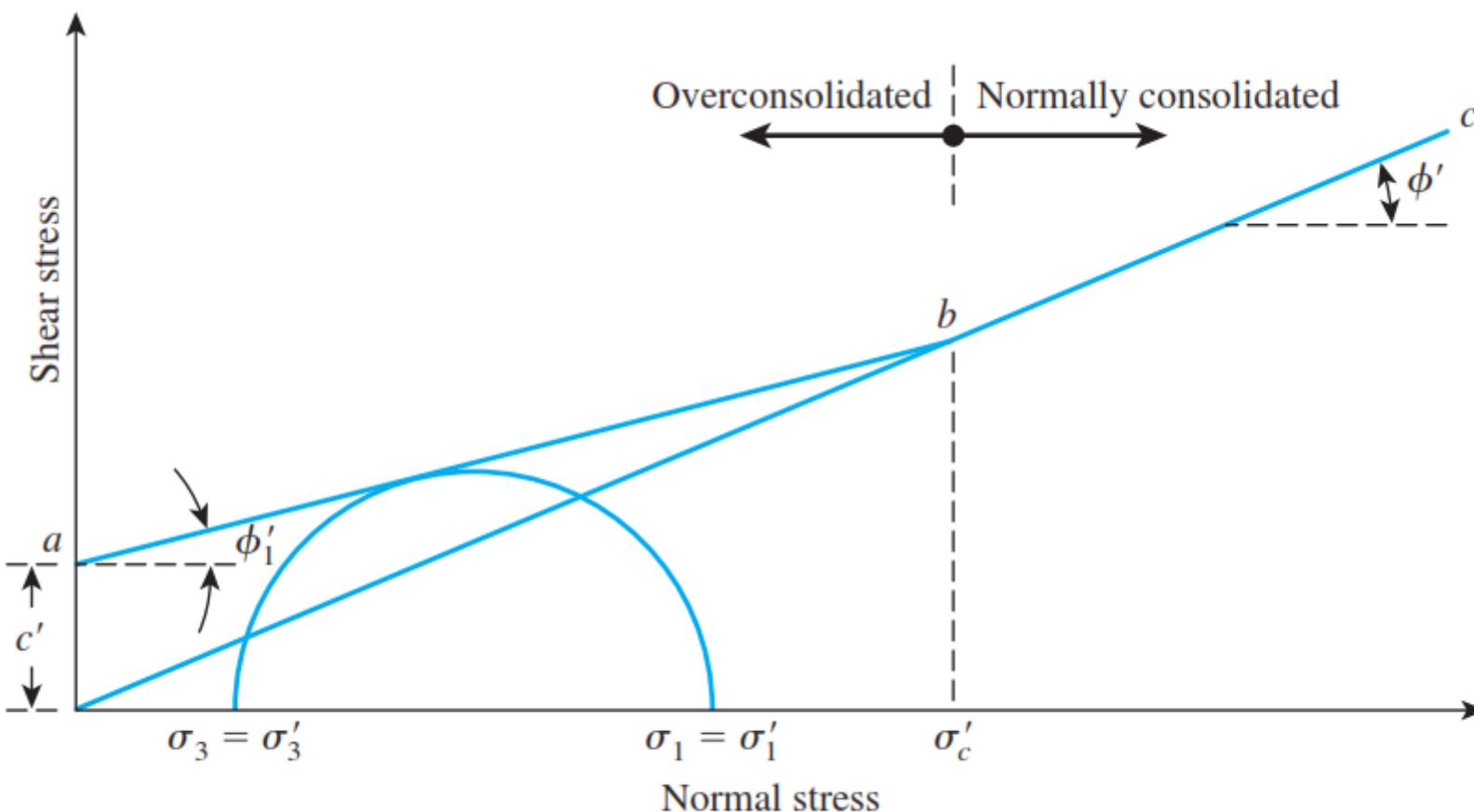


© Cengage Learning 2014

Figure 12.24 Effective stress failure envelope from drained tests on sand and normally consolidated clay

Normally Consolidated (NC)

Triaxial Test : Consolidated Drained (CD)



© Cengage Learning 2014

Figure 12.25 Effective stress failure envelope for overconsolidated clay

Overly Consolidated (OC)

Contoh Uji Triaxial 1

Hasil uji triaxial cara air teralirkan terkonsolidasi (CD) pada tanah lempung NC adalah sebagai berikut:

$$\sigma_3 = 276 \text{ kN/m}^2$$

$$(\Delta\sigma_d)_f = 276 \text{ kN/m}^2$$

Tentukan:

- Sudut Geser, ϕ
- Sudut θ (sudut antara bidang keruntuhan dengan bidang utama besar/major principal plane)

Contoh Uji Triaxial 1

Penyelesaian:

Untuk tanah NC, persamaan garis keruntuhannya adalah:

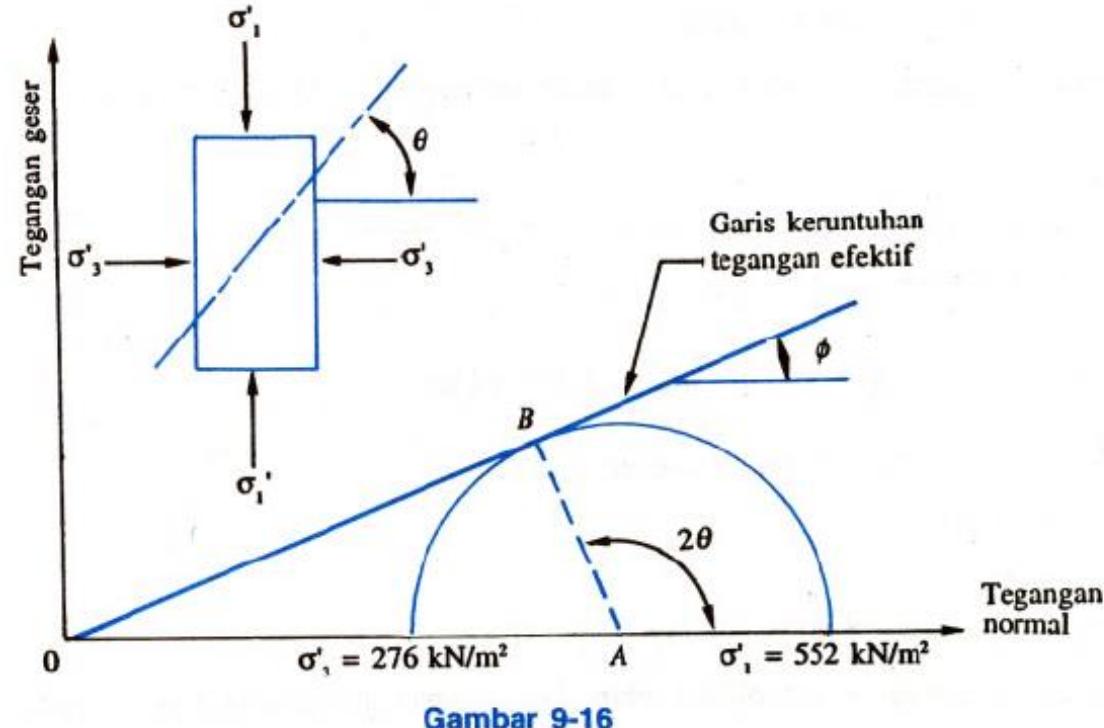
$$\tau_1 = \sigma' \tan \phi$$

Pada uji triaxial baik tegangan utama besar maupun kecil pada saat terjadi keruntuhan adalah:

$$\sigma'_1 = \sigma_1 + \sigma_3 + (\Delta\sigma_d)_f = 276 + 276 = 552 \text{ kN/m}^2$$

Dan

$$\sigma_3 = \sigma'_3 = 276 \text{ kN/m}^2$$



Gambar 9-16

Representative values for angle of internal friction ϕ

Soil	Type of test*		
	Unconsolidated-undrained, U	Consolidated-undrained, CU	Consolidated-drained, CD
Gravel			
Medium size	40–55°		40–55°
Sandy	35–50°		35–50°
Sand			
Loose dry	28–34°		
Loose saturated	28–34°		
Dense dry	35–46°		43–50°
Dense saturated	1–2° less than dense dry		43–50°
Silt or silty sand			
Loose	20–22°		27–30°
Dense	25–30°		30–35°
Clay	0° if saturated	3–20°	20–42°

*See a laboratory manual on soil testing for a complete description of these tests, e.g., Bowles (1992).

Notes:

1. Use larger values as γ increases.
2. Use larger values for more angular particles.
3. Use larger values for well-graded sand and gravel mixtures (GW, SW).
4. Average values for gravels, 35–38°; sands, 32–34°.

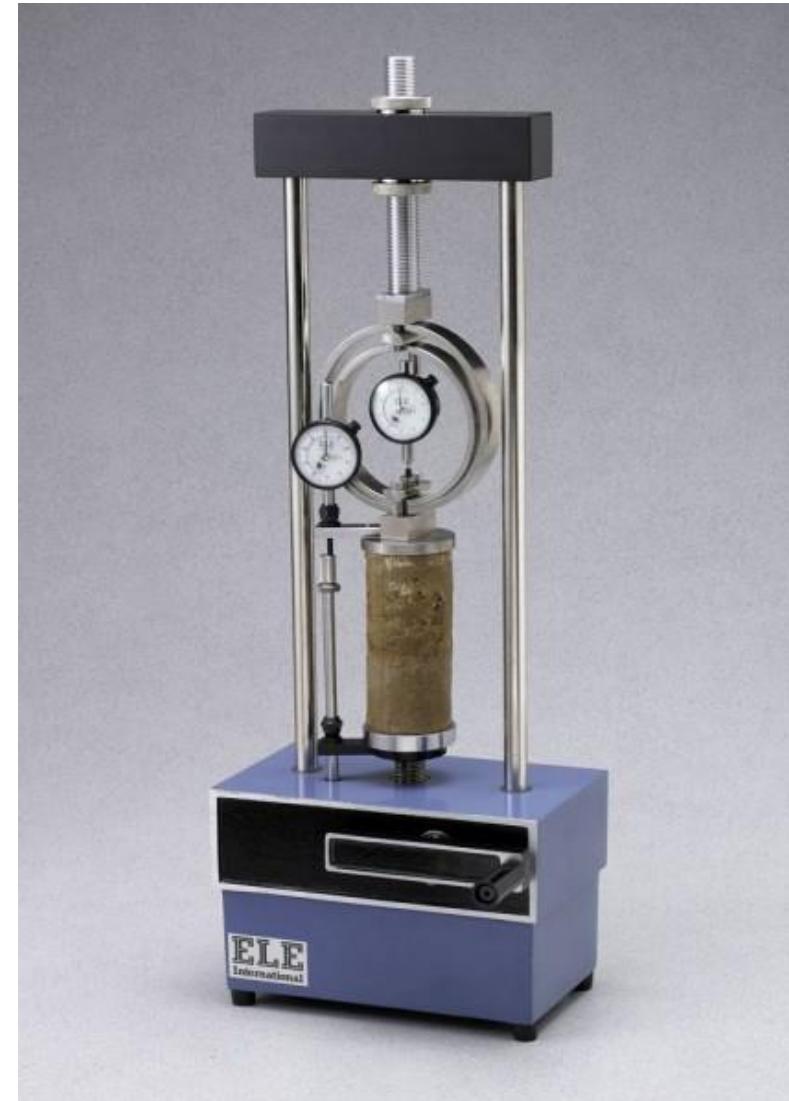
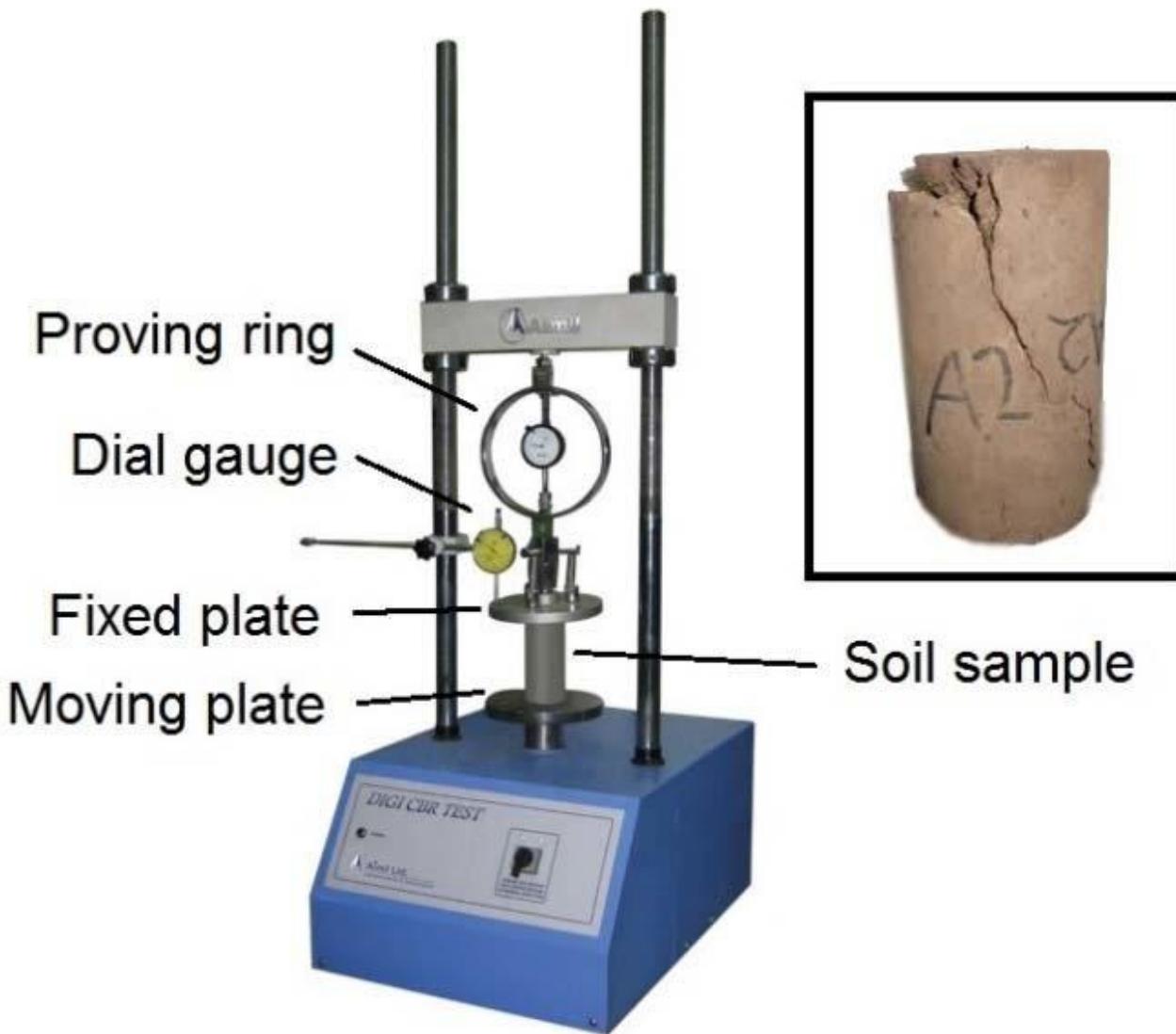
UNCONFINED COMPRESSION TEST

Unconfine Compression Test



The unconfined compression test (ASTM D2166), uses a tall, cylindrical sample of cohesive soil subjected to an axial load. This load applied quickly to maintain undrained condition. The test result are often expressed in terms of the compressive strength (S_u).

Unconfine Compression Test



PERMEABILITY TEST

Permeability Test



Standar ASTM yang Berlaku

ASTM D5084 : Standard Test Methods for Measurement of Hydraulic Conductivity of Saturated Porous Material Using a Flexible Wall Permeameter

Tujuan

Untuk menentukan koefisien permeabilitas (K) dari suatu contoh tanah berbutir halus seperti pasir halus, lanau, dan lempung.

ASTM : D5084-16a

Permeability Test



These test methods cover laboratory measurement of the hydraulic conductivity (also referred to as *coefficient of permeability*) of water-saturated porous materials with a flexible wall permeameter at temperatures between about 15 and 30°C

ASTM : D5084-16a

Contoh

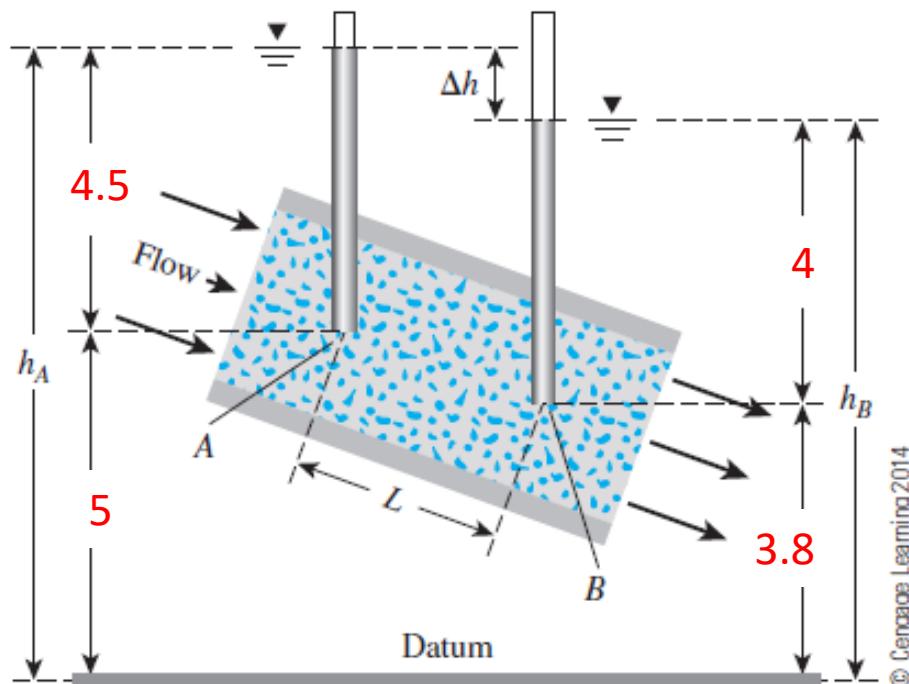


Figure 7.1 Pressure, elevation, and total heads for flow of water through soil

Perbedaan total Head dari titik A ke titik B

Δh dapat disebut juga kehilangan energi.
Dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$i = \frac{\Delta h}{L}$$

i = gradien hidraulik

L = jarak antara titik A ke B, atau Panjang aliran dimana kehilangan energi terjadi

Hukum Darcy

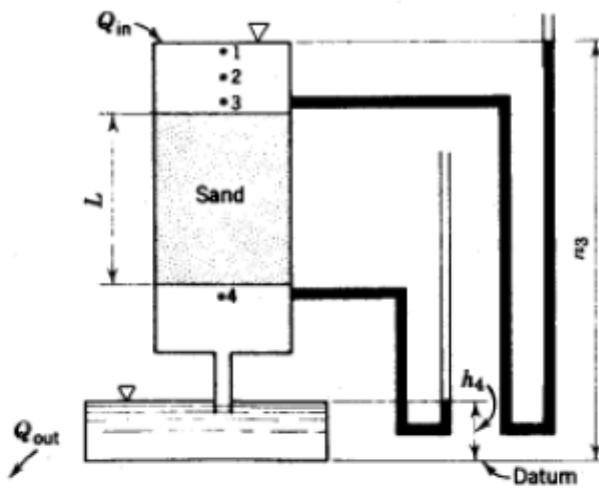
$$v = ki \quad (7.6)$$

where v = *discharge velocity*, which is the quantity of water flowing in unit time through a unit gross cross-sectional area of soil at right angles to the direction of flow
 k = hydraulic conductivity (otherwise known as the coefficient of permeability)

$$q = vA = A_v v_s$$

where v_s = seepage velocity
 A_v = area of void in the cross section of the specimen

Hukum Darcy



■ Persamaan Darcy:

$$Q = k \frac{h_3 - h_4}{L} A = k i A$$

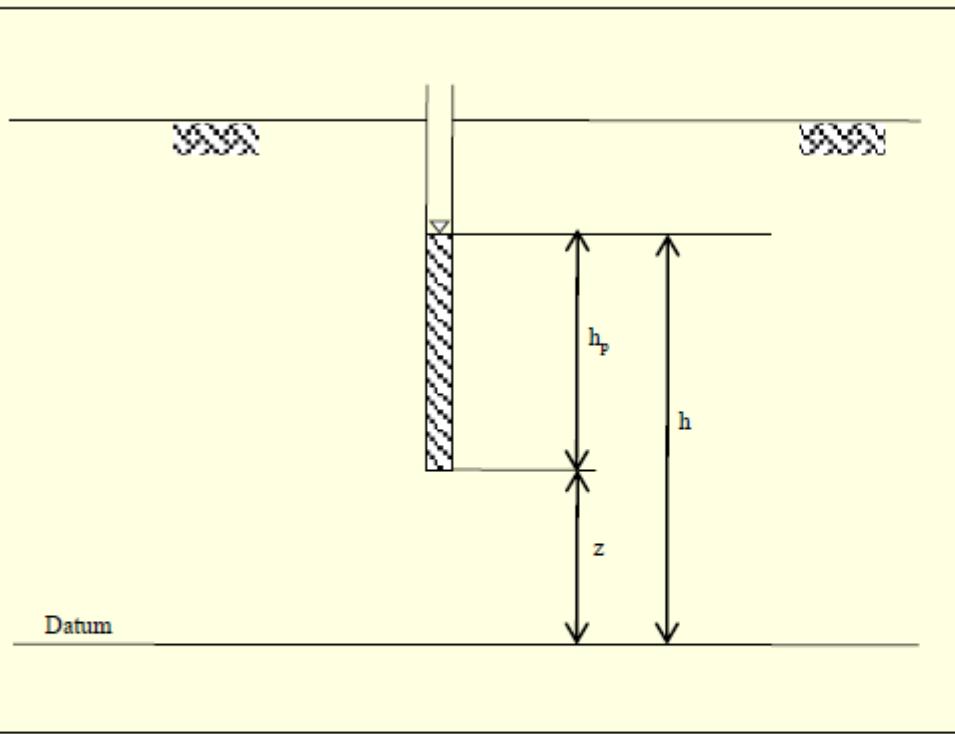
$$Q = v A \text{ dengan } v = k \frac{h_3 - h_4}{L} = k i$$

■ Dimana:

v = kecepatan pengaliran,

i = hydraulic gradient

Hukum Darcy

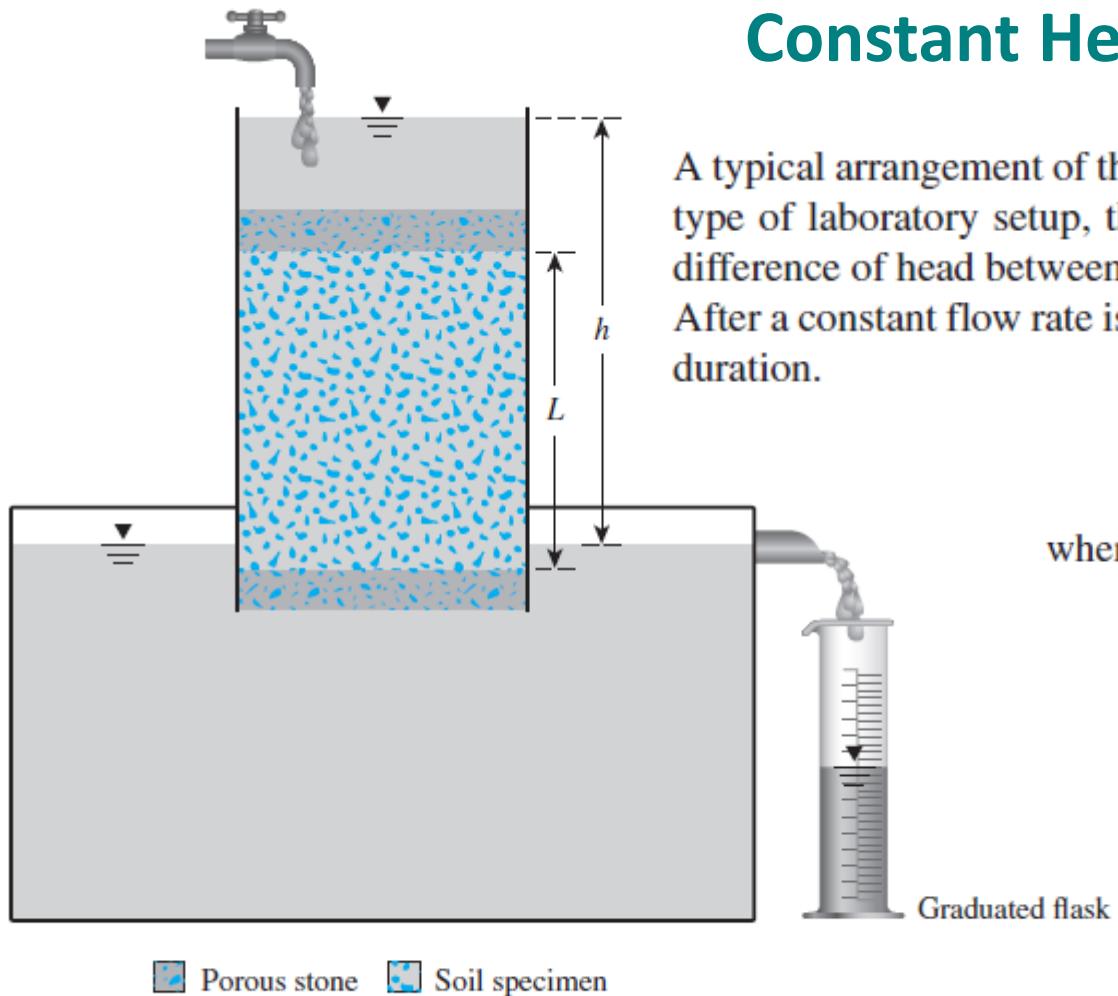


$$h = h_p + h_e + h_v = \text{constant}$$

di mana:

- h = *total head*,
- $h_p = \frac{u}{\gamma_w}$ = *pressure head*,
- $h_e = z$ = *elevation head*,
- $h_v = \frac{v^2}{2g}$ = *velocity head*,
- u = tekanan air pori,
- z = elevasi dari suatu titik terhadap suatu datum,
- v = kecepatan pengaliran, dan
- g = percepatan gravitasi.

Uji Permeabilitas di laboratorium



Constant Head Test

A typical arrangement of the constant-head permeability test is shown in Figure 7.5. In this type of laboratory setup, the water supply at the inlet is adjusted in such a way that the difference of head between the inlet and the outlet remains constant during the test period. After a constant flow rate is established, water is collected in a graduated flask for a known duration.

The total volume of water collected may be expressed as

$$Q = Avt = A(ki)t$$

where Q = volume of water collected

A = area of cross section of the soil specimen

t = duration of water collection

$$i = \frac{h}{L} \quad \text{where } L = \text{length of the specimen,}$$

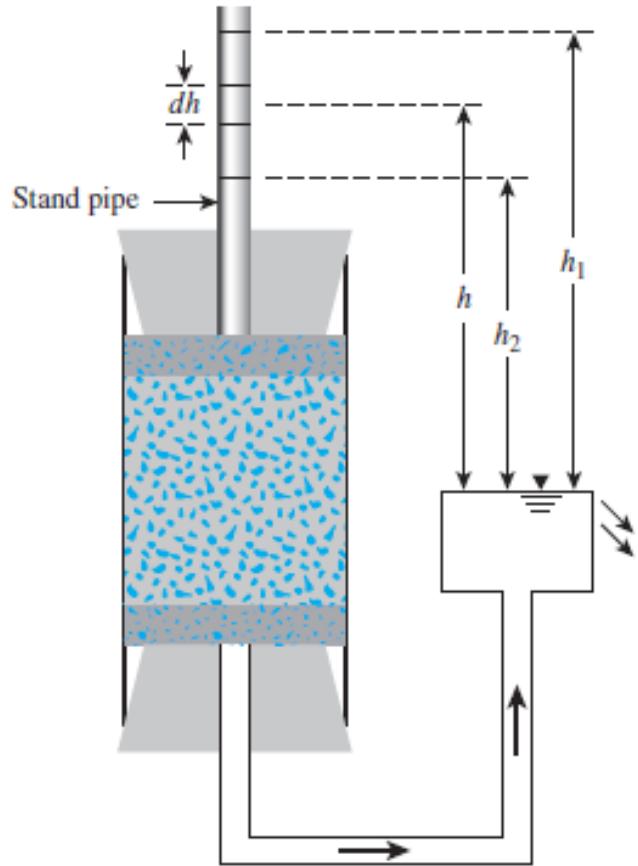
$$Q = A \left(k \frac{h}{L} \right) t \quad k = \frac{QL}{Aht}$$

Figure 7.5 Constant-head permeability test

a constant-head test arrangement in the laboratory for a test on a granular soil.

Uji Permeabilitas di laboratorium

Falling - Head Test



A typical arrangement of the falling-head permeability test is shown in Figure. Water from a standpipe flows through the soil. The initial head difference h_1 at time $t=0$ is recorded, and water is allowed to flow through the soil specimen such that the final head difference at time $t = t_2$ is h_2 .

$$q = k \frac{h}{L} A$$

where q = flow rate

a = cross-sectional area of the standpipe

A = cross-sectional area of the soil specimen

$$k = 2.303 \frac{aL}{At} \log_{10} \frac{h_1}{h_2}$$

Porous stone Soil specimen

Contoh

Constant Head Test

- $L = 30 \text{ cm}$
- $A = \text{area of the specimen} = 177 \text{ cm}^2$
- Constant-head difference, $h = 50 \text{ cm}$
- Water collected in a period of 5 min = 350 cm^3

Calculate the hydraulic conductivity in cm/sec.

$$k = \frac{QL}{Aht}$$

Given $Q = 350 \text{ cm}^3$, $L = 30 \text{ cm}$, $A = 177 \text{ cm}^2$, $h = 50 \text{ cm}$, and $t = 5 \text{ min}$, we have

$$k = \frac{(350)(30)}{(177)(50)(5)(60)} = 3.95 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$$

Falling - Head Test

For a falling-head permeability test, the following values are given:

- Length of specimen = 200 mm.
- Area of soil specimen = 1000 mm^2 .
- Area of standpipe = 40 mm^2 .
- Head difference at time $t = 0 = 500 \text{ mm}$.
- Head difference at time $t = 180 \text{ sec} = 300 \text{ mm}$.

Determine the hydraulic conductivity of the soil in cm/sec.

$$k = 2.303 \frac{aL}{At} \log_{10} \left(\frac{h_1}{h_2} \right)$$

We are given $a = 40 \text{ mm}^2$, $L = 200 \text{ mm}$, $A = 1000 \text{ mm}^2$, $t = 180 \text{ sec}$, $h_1 = 500 \text{ mm}$, and $h_2 = 300 \text{ mm}$,

$$\begin{aligned} k &= 2.303 \frac{(40)(200)}{(1000)(180)} \log_{10} \left(\frac{500}{300} \right) \\ &= 2.27 \times 10^{-2} \text{ cm/sec} \end{aligned}$$

note

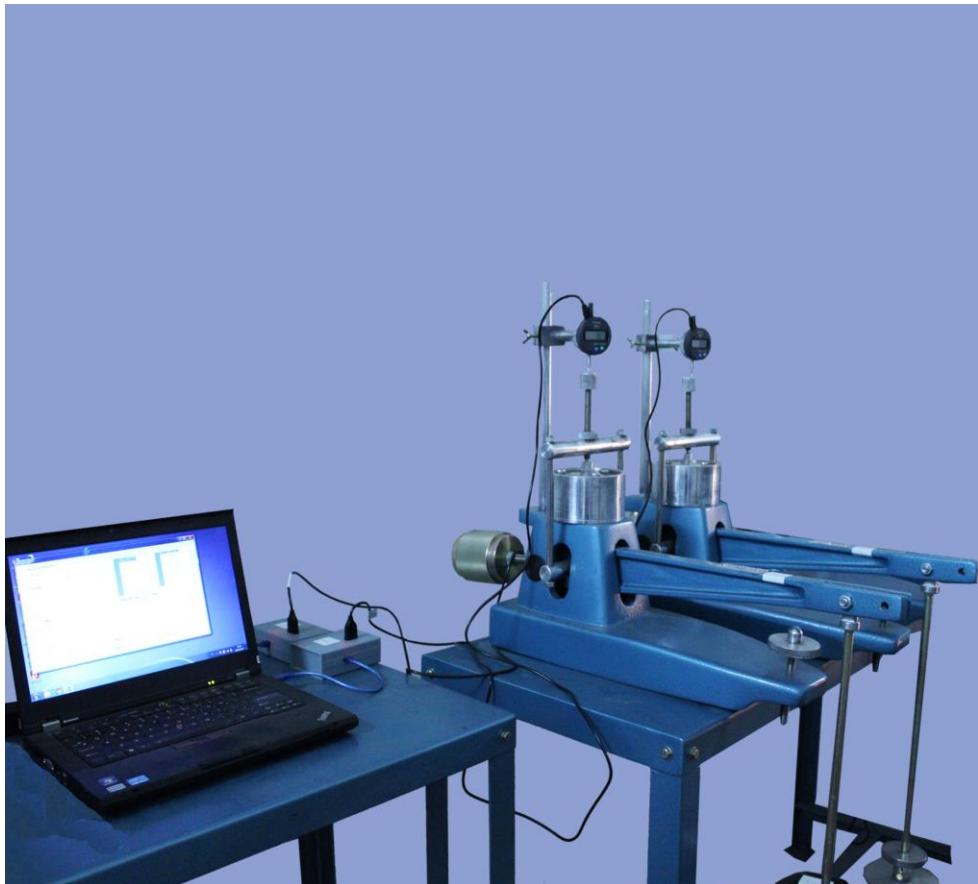
Nilai **k** sering disebut sebagai koefisien permeabilitas atau konduktivitas hidraulik
k dibuat dalam satuan panjang per waktu

Rentang nilai koefisien permeabilitas (k) berdasarkan tipe tanah

Soil type	<i>k</i> cm/sec
Clean gravel	100–1.0
Coarse sand	1.0–0.01
Fine sand	0.01–0.001
Silty clay	0.001–0.00001
Clay	<0.000001

Consolidation Test

Consolidation Test



Standar ASTM yang Berlaku

ASTM D2435 : Standard Test Methods for One-Dimensional Consolidation Properties of Soil Using Incremental Loading

Tujuan

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengukur jumlah akhir penurunan dan laju waktu penurunan dalam lapisan tanah. Parameter laboratorium bisa memprediksi perilaku penurunan lapisan tanah di lapangan.

Parameter Konsolidasi

Besar Penurunan Konsolidasi

$$S_c = \frac{C_s H}{1 + e_o} \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_o} + \frac{C_c H}{1 + e_o} \log \left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'}{\sigma'_c} \right)$$

C_c = Compression Index

C_s = Swelling Index

σ_c = Praconsolidation Stress

e_o = angka pori awal

Waktu Konsolidasi

$$T_v = \frac{c_v t}{H_{dr}^2} = \text{time factor}$$

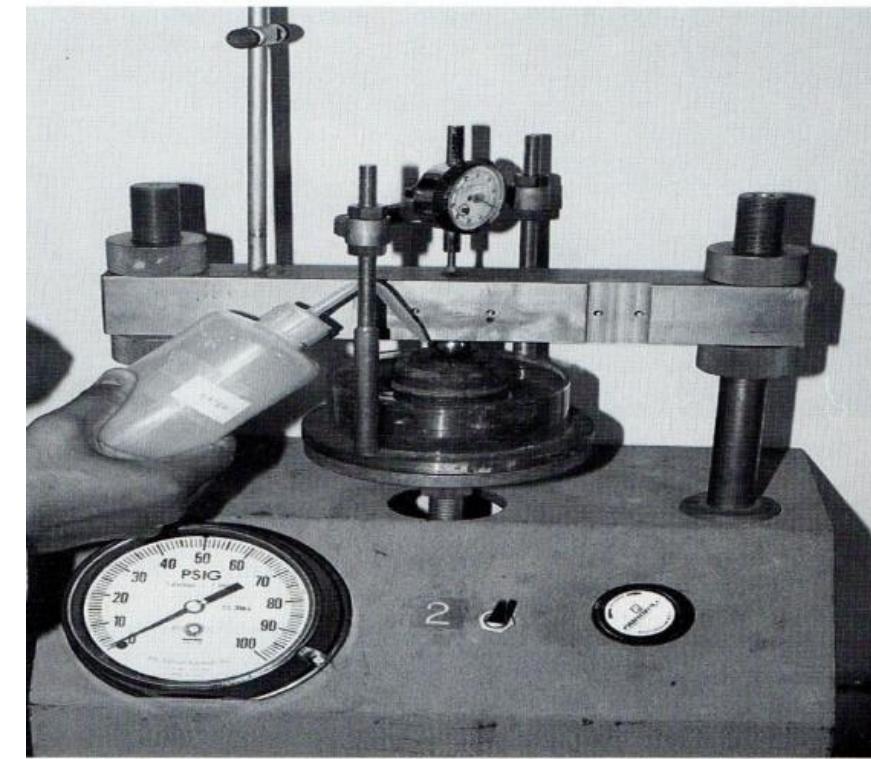
C_v = Koefisien Konsolidasi (satuan area/waktu)

Prosedur Pengujian Konsolidasi Konsolidasi



Gambar : Sel konsolidasi

1. Sample dicetak di dalam ring dan dimasukkan ke dalam sel konsolidasi



2. Penuhi dengan air agar sample tetap jenuh dan diamkan selama 24 jam.

Prosedur Pengujian Konsolidasi Konsolidasi

3. Catat penurunan sampel, pada interval waktu sebagai berikut, 0 ; 0,25 ; 0,5 ; 1; 2; 4 ; 8 ; 15; 30 ; 60 ; 120; 240 ; 480; dan 1440 menit diukur sejak beban dikenakan pada sampel.

CATAT WAKTU PENURUNAN

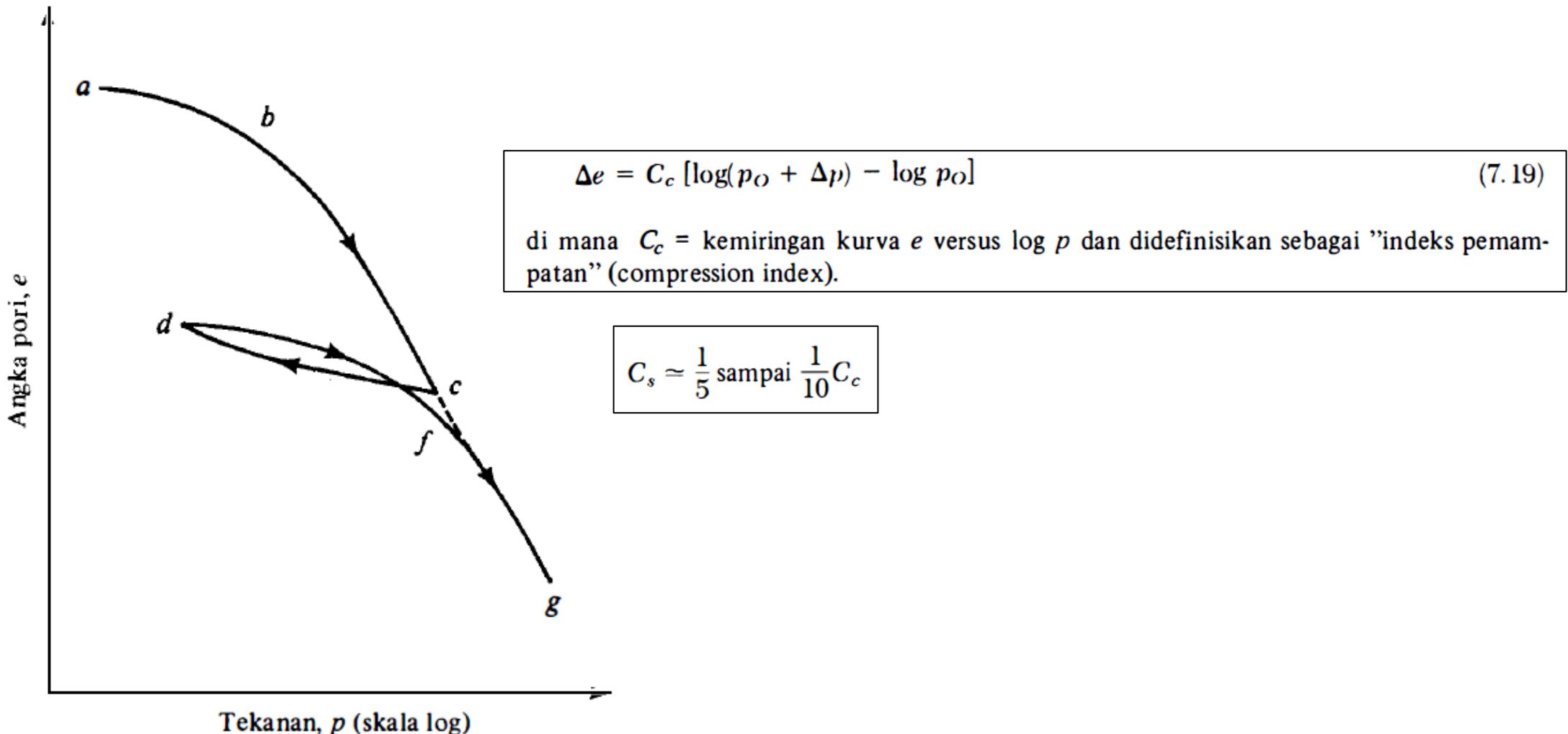
4. Lakukanlah pembebanan dengan kenaikan setiap interval waktu tertentu (24jam). Kenaikan beban yang digunakan kurang lebih dua kali lipat dari beban sebelumnya, yakni 500 gr, 1 kg, 2 kg, 4 kg, dan 8 kg

LOADING

5. Setelah semua pembebanan sudah dikenakan pada sampel, lakukan juga unloading sebanyak dua kali dan reloading satu kali Segera setelah pencatatan terakhir selesai, bongkar dengan cepat dan hati-hati, keluarkan ring beserta sampel dari alat konsolidometer dan bersihkan air yang masih menggenang diatas sampel.

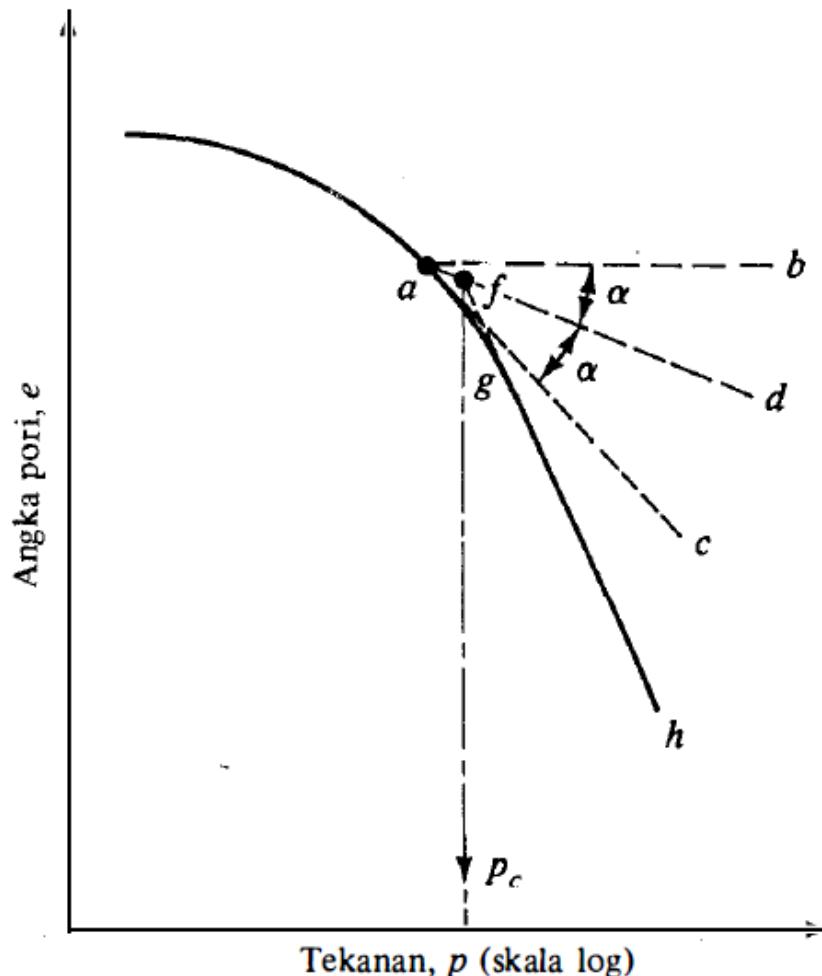
UNLOADING

Prosedur Perhitungan Hasil Analisis Konsolidasi



Gambar 7.10. Grafik e versus $\log p$ yang menunjukkan keadaan akibat pembebanan (loading), pengangkatan beban (unloading), dan pembebanan kembali (reloading).

Prosedur Perhitungan Nilai p_c



1. Dengan melakukan pengamatan secara visual, tentukan titik a di mana grafik e versus $\log p$ mempunyai jari-jari kelengkungan yang paling minimum.
2. Gambar garis datar ab .
3. Gambar garis singgung ac pada titik a .
4. Gambar garis ad yang merupakan garis bagi sudut bac .
5. 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.

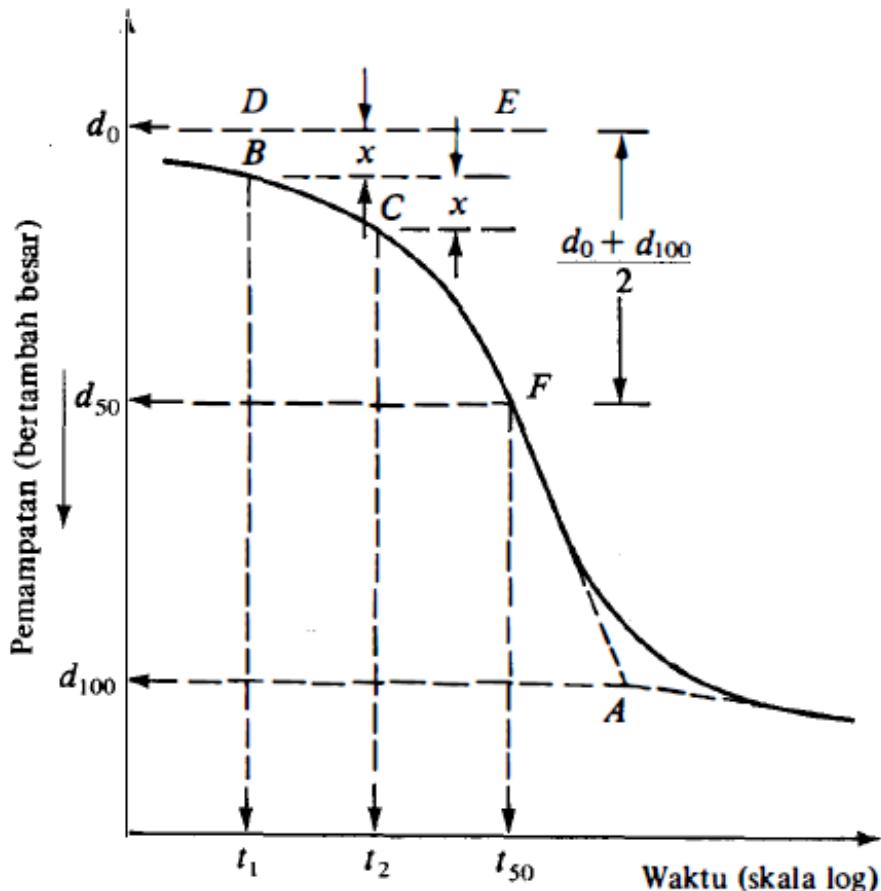
Overconsolidation ratio (*OCR*) untuk suatu tanah dapat didefinisikan sebagai:

$$OCR = \frac{p_c}{p}$$

Gambar 7.11. Prosedur penentuan tekanan prakonsolidasi, p_c dengan cara grafis.

Prosedur Perhitungan Nilai Cv

Metode Logaritma-Waktu



1. Perpanjang bagian kurva yang merupakan garis lurus dari konsolidasi primer dan sekunder hingga berpotongan di titik A. Ordinat titik A adalah d_{100} – yaitu deformasi pada akhir konsolidasi primer 100%.
2. Bagian awal dari kurva deformasi vs log t adalah hampir menyerupai suatu parabola pada skala biasa. Pilih waktu t_1 dan t_2 pada bagian kurva sedemikian rupa sehingga $t_2 = 4 t_1$. Misalkan perbedaan deformasi contoh tanah selama waktu $(t_2 - t_1)$ sama dengan x .
3. Gambarlah suatu garis mendatar DE sedemikian rupa sehingga jarak vertikal BD adalah sama dengan x . Deformasi yang bersesuaian dengan garis DE adalah sama dengan d_0 (yaitu deformasi pada konsolidasi 0%).
4. Ordinat titik F pada kurva konsolidasi merupakan deformasi pada konsolidasi primer 50%, dan absis titik F merupakan waktu yang bersesuaian dengan konsolidasi 50% (t_{50}).
5. Untuk derajat konsolidasi rata-rata 50%, $T_v = 0,197$ (Tabel 7.3). Maka:

$$T_{50} = \frac{c_v t_{50}}{H_{dr}^2}$$

atau

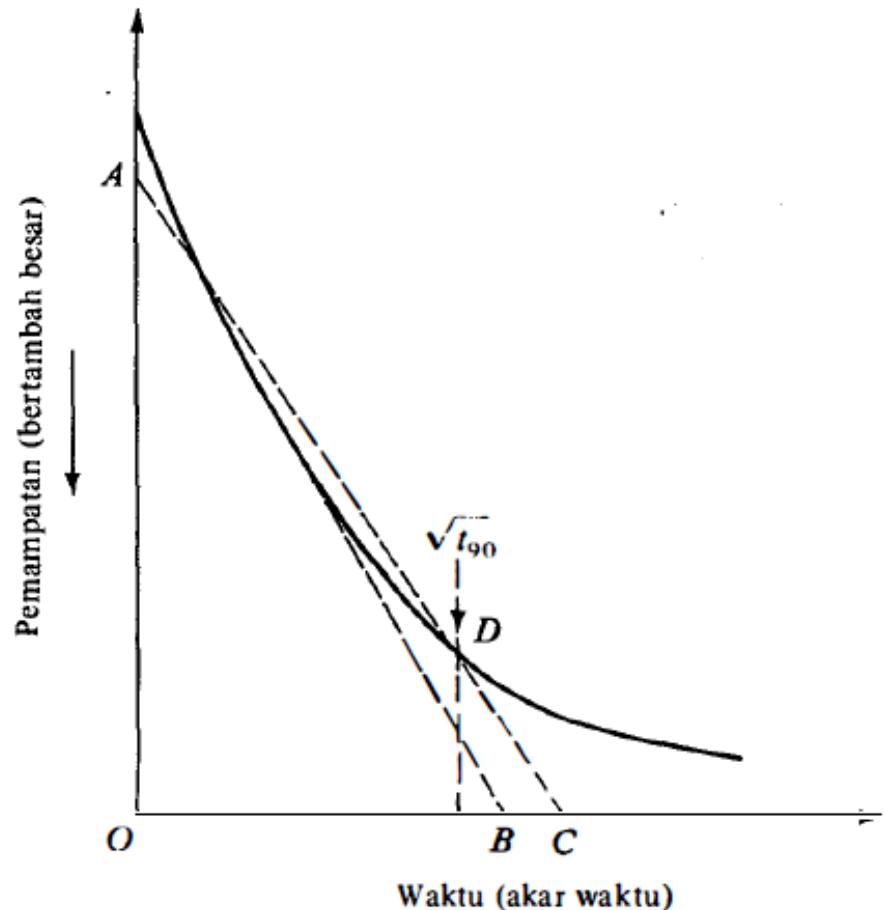
$$c_v = \frac{0,197 H_{dr}^2}{t_{50}} \quad (7.44)$$

di mana H_{dr} = panjang aliran rata-rata yang harus ditempuh oleh air pori selama proses konsolidasi.

Gambar 7.26. Metode logaritma-waktu (logarithm-of-time method) untuk menentukan koefisien konsolidasi.

Prosedur Perhitungan Nilai Cv

Metode Akar-Waktu



1. Gambar suatu garis AB melalui bagian awal dari kurva.
2. Gambar suatu garis AC sehingga $OC = 1,15 OB$. Absis titik D , yang merupakan perpotongan antara garis AC dan kurva konsolidasi, memberikan harga akar waktu untuk tercapainya konsolidasi 90% ($\sqrt{t_{90}}$).
3. Untuk konsolidasi 90%, $T_{90} = 0,848$ (Tabel 7.3). Jadi

$$T_{90} = 0,848 = \frac{c_v t_{90}}{H_{dr}^2}$$

atau

$$c_v = \frac{0,848 H_{dr}^2}{t_{90}} \quad (7.45)$$

H_{dr} dalam Persamaan (7.45) ditentukan dengan cara yang sama seperti pada metode logaritma-waktu.

Gambar 7.27. Metode akar-waktu (square-root-of-time method).