

PENGUJIAN KUAT GESER TANAH

DR. IR. NURLY GOFAR, MSCE

Pengujian Kuat Geser Tanah

Pengujian Laboratorium

- Unconfined Compression Test (UCT) / Uji Kuat tekan Bebas (SNI 3638-2012; ASTM D 2166)
- Direct Shear Test / Uji Geser Langsung (SNI SNI 2813:2008; ASTM D-3080)
- Triaxial Test / Uji Tiga Sumbu (SNI 4813:2015 (UU); SNI 2455:2015 (CU dan CD); ASTM D-2830)

Pengujian Lapangan:

- Cone penetration test / Sondir (ASTM D3441 and D5778),
- Standard penetration test / SPT (ASTM D1586),
- Vane shear test (ASTM D2573),
- Dilatometer, dll.

Aplikasi Pengujian

- Kuat geser pada kondisi terdrainasi berbeda dengan kuat geser pada kondisi tak terdrainasi

Kuat geser tak terdrainasi (Undrained strength)

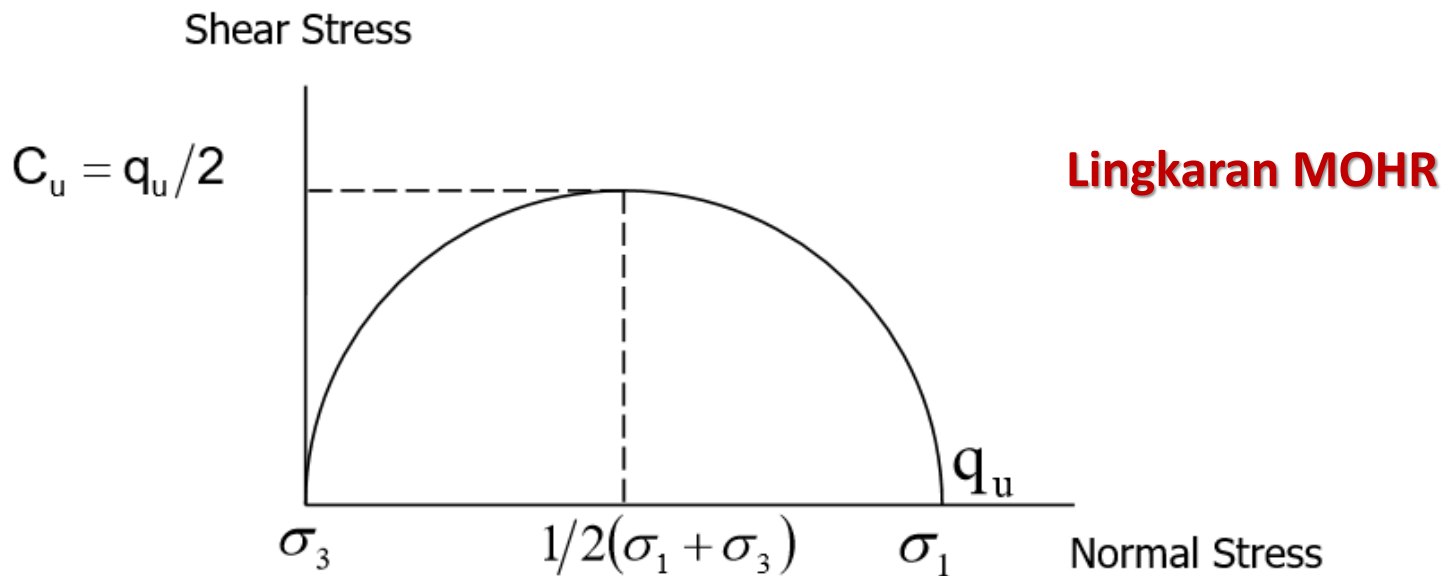
- dapat dinyatakan dalam bentuk tegangan total : c_u dan ϕ_u
- berlaku pada tanah dengan permeabilitas rendah seperti lempung sesaat setelah konstruksi selesai

Kuat geser terdrainasi (Drained strength)

- dapat dinyatakan dalam bentuk tegangan efektif : c' dan ϕ'
- berlaku pada tanah dengan permeabilitas rendah setelah konsolidasi selesai dan menggambarkan keadaan dalam jangka waktu yang lama setelah konstruksi selesai

UNCONFINED COMPRESSION TEST (UJI KUAT TEKAN BEBAS)

- Pengujian ini bertujuan untuk mencari nilai unconfined compression strength (UCS) dari tanah dalam keadaan undisturbed, sehingga diperoleh batas-batas konsistensi dari tanah tersebut.
- Dalam pengujian ini, sudut geser dalam (ϕ) = 0 tidak ada tegangan sel ($\sigma_3=0$) hanya beban vertical (σ_1).
- Beban vertical yang menyebabkan tanah menjadi retak dibagi satuan luas yang dikoreksi (A') disebut Ultimate Compressoin Strength (q_u).



KONSISTENSI	Kuat Tekan Bebas (Unconfined Compression Strength), q_u (kPa)
Sangat Lunak (Very Soft)	0 – 25
Lunak (Soft)	25 – 50
Sedang/Teguh (Medium/Firm)	50 – 100
Kaku (Stiff)	100 – 200
Sangat Kaku (Very Stiff)	200 – 400
Keras (Hard)	> 400

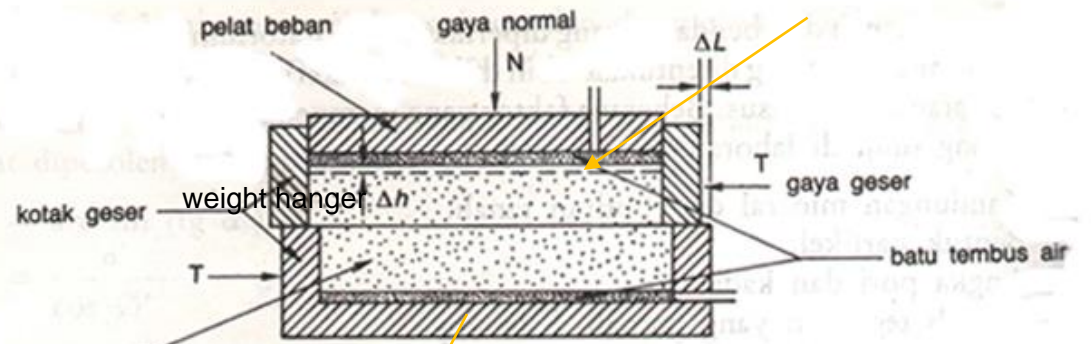
Unconfined Compression Test



DIRECT SHEAR TEST (UJI GESER LANGSUNG)

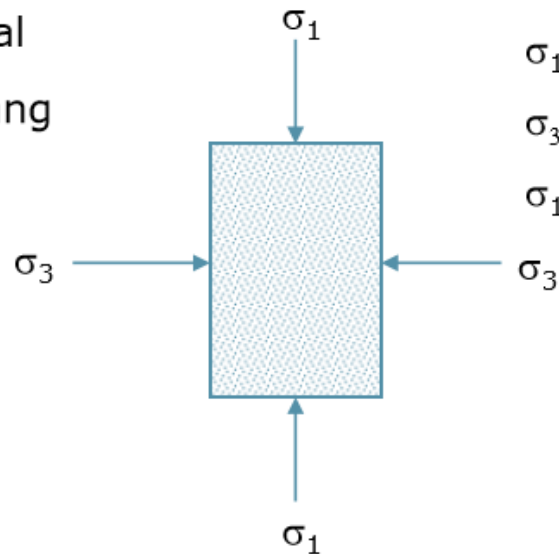
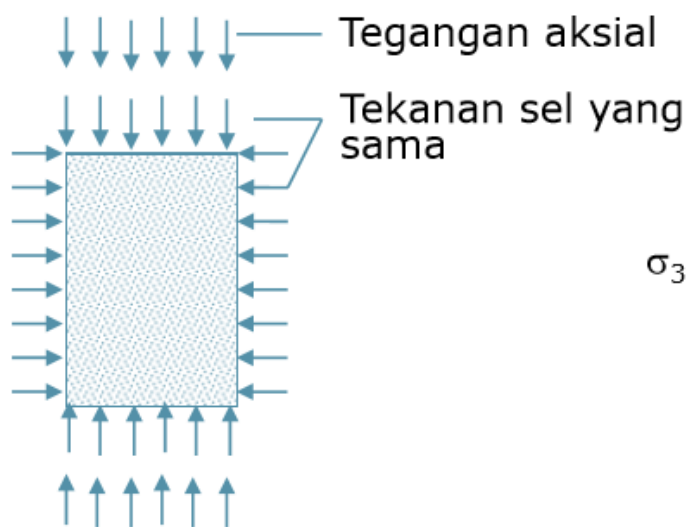
- Pengujian geser langsung terkonsolidasi harus dilakukan pada benda uji terganggu dari Kelas Kualitas 1.
- Hasil uji geser langsung dapat merepresentasikan kekuatan tanah dalam kondisi terdrainase.
- Nilai yang diperoleh dari hasil pengujian sudut geser dalam efektif dan kohesi efektif dan nilai-nilai tersebut dapat digunakan di dalam analisis stabilitas.

Direct Shear test



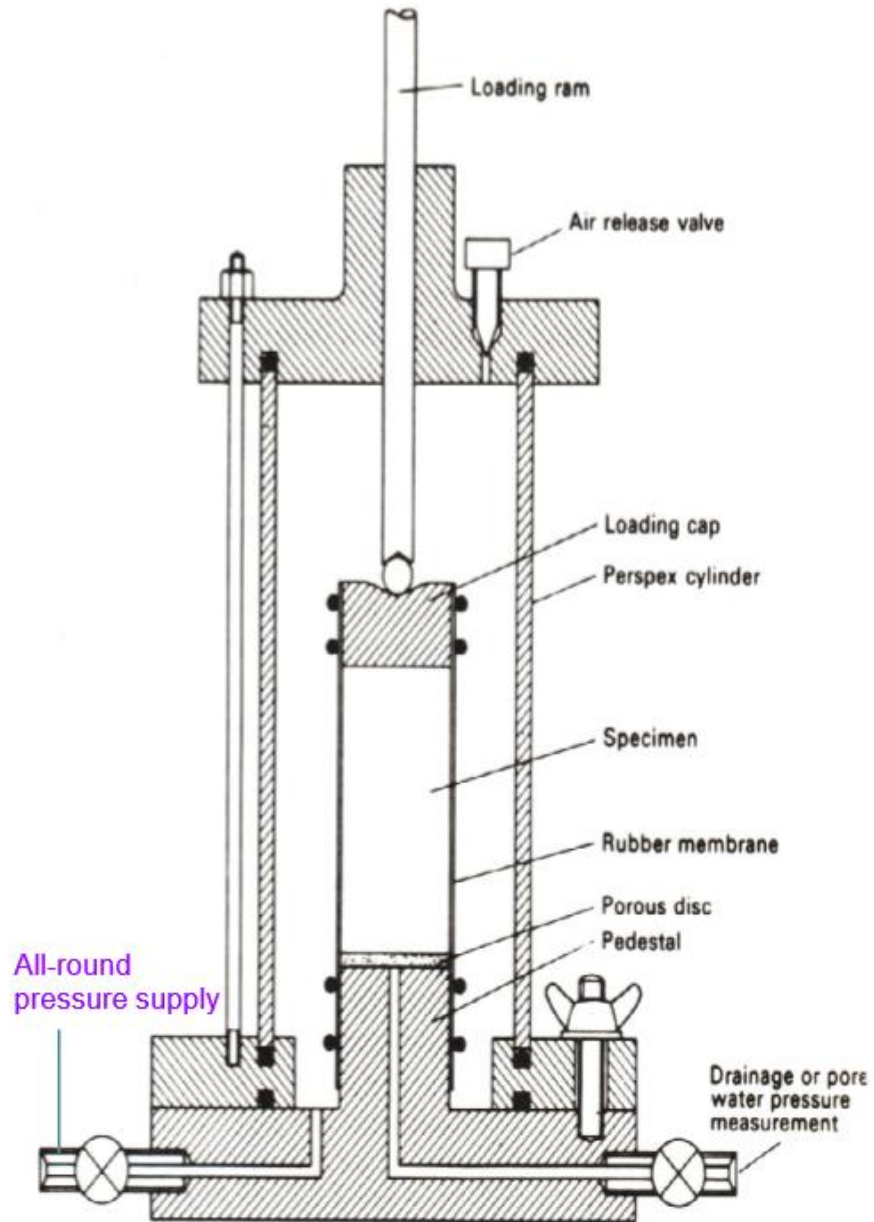
Uji Triaxial (ASTM D-2850-70)

- Uji ini cocok untuk segala jenis tanah
- Tekanan air pori dapat dikontrol dan diukur
- Tanah tersaturasi dengan permeabilitas rendah dapat dikonsolidasi
- Kondisi tegangan dapat digambarkan dengan lingkaran Mohr



σ_1 : tegangan utama besar
 σ_3 : tegangan utama kecil
 $\sigma_1 - \sigma_3$: deviator stress

TRIAxIAL APPARATUS



TRIAXIAL TEST (DILAKSANAKAN DALAM 3 KONDISI)

Takterkonsolidasi Takterdrainasi (Unconsolidated Undrained) **SNI 4813-2015**

disebut juga 'quick test',

tekanan sel diberikan pertama kali, kemudian diberikan deviator stress sampai mencapai kondisi runtuh, pengaliran tidak diizinkan pada setiap tahapan pengujian

Terkonsolidasi Takterdrainasi (Consolidated Undrained) **SNI 4813**

- pengaliran diperbolehkan pada tekanan sel tertentu sampai konsolidasi selesai
- *deviator stress* kemudian diberikan dan pengaliran tidak diizinkan
- tekanan air pori diukur selama tahap takterdrainasi

Terkonsolidasi Terdrainasi (Consolidated Drained)

- pengaliran diizinkan pada tekanan sel tertentu sampai konsolidasi selesai
- *deviator stress* kemudian diberikan dan pengaliran diizinkan

EFFECTIVE STRESS TESTING—PRINCIPLES, THEORY AND APPLICATIONS

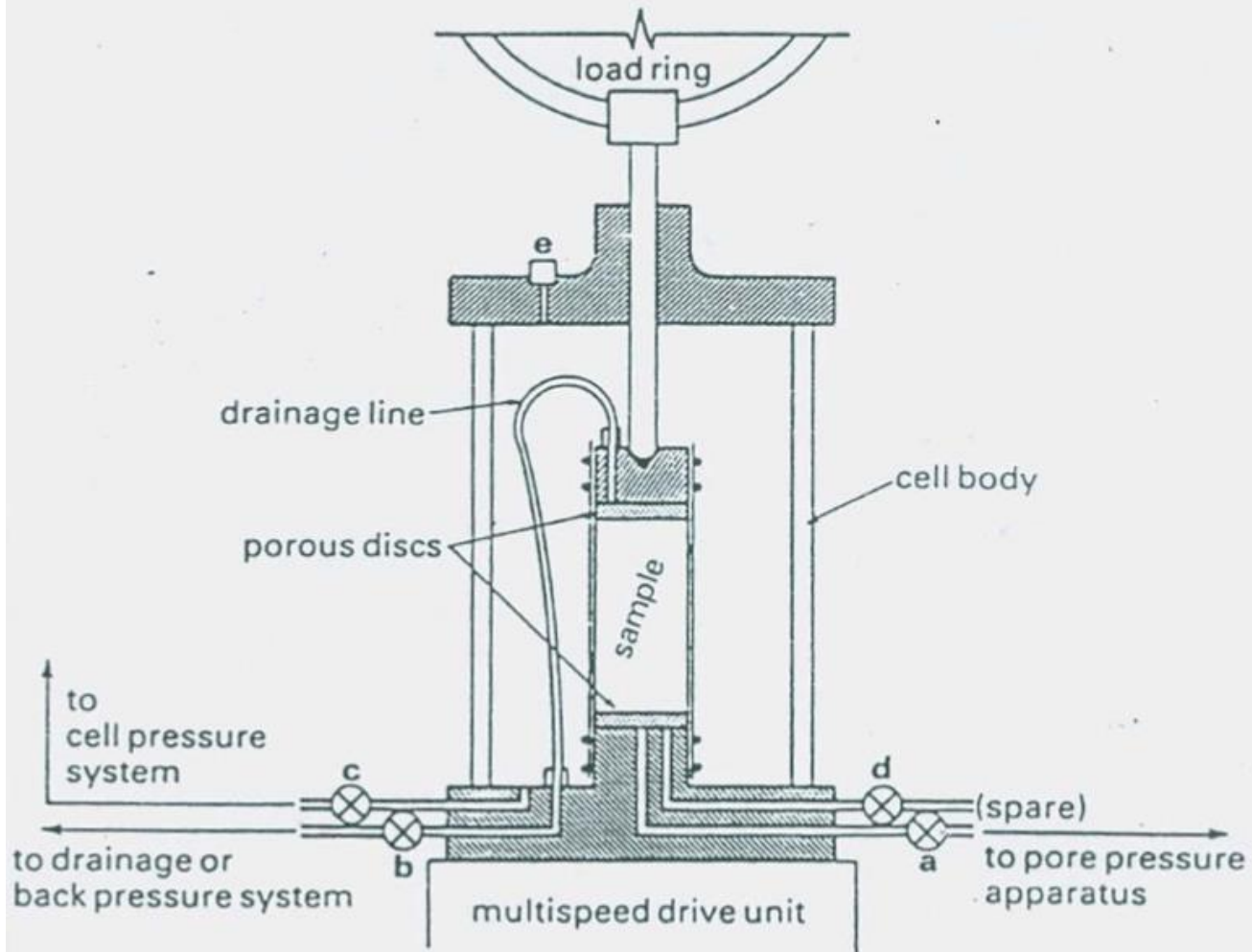


Fig. 15.12 Connections to triaxial cell for effective stress tests

Table 15.3. DRAINAGE CONDITIONS DURING TRIAXIAL COMPRESSION TESTS

Type of test	Application of confining pressure	Application of deviator stress	Remarks	Parameters obtained
Quick-undrained (QU)	No drainage	No drainage	Rate of strain usually 2% per minute, giving failure in about 10 minutes	Total stress c_u, ϕ_u
Unconsolidated-undrained (UU)	No drainage	No drainage	Rate of strain slow enough to allow pore pressure equalisation and <u>1.5%/min. measurement</u>	Total and effective stresses c_u, ϕ_u and c', ϕ'
Consolidated quick-undrained (C-QU)	Full drainage, usually consolidated under in-situ effective stress	No drainage	Rate of strain as for QU test. Usually three different cell pressures for compression.	Total stress c_u, ϕ_u
Consolidated-undrained with pore pressure measurement (CU)	Full drainage, three samples usually consolidated under different effective cell pressures	No drainage	Rate of strain slow enough to allow pore pressure equalisation and measurement	Effective stress c', ϕ'
Consolidated-drained (CD)	Full drainage, as for CU test	Drainage allowed	Rate of strain must be slow enough to prevent pore pressure build-up	Effective stress c_d, ϕ_d

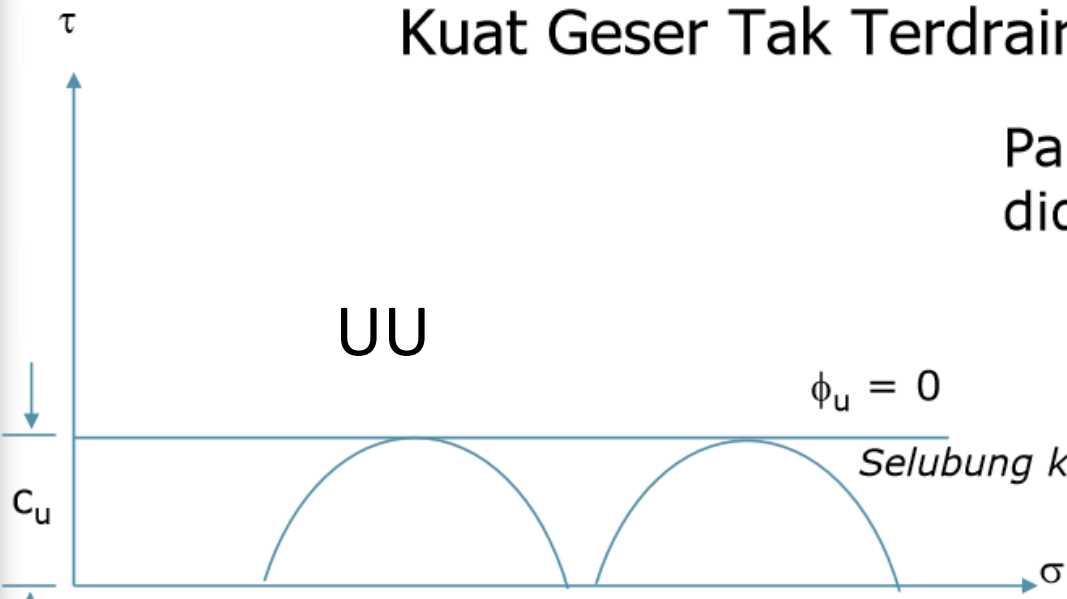
Kuat Geser Tak Terdrainasi

Parameter yang didapat : c_u and ϕ_u

UU

$$\phi_u = 0$$

Selubung keruntuhan

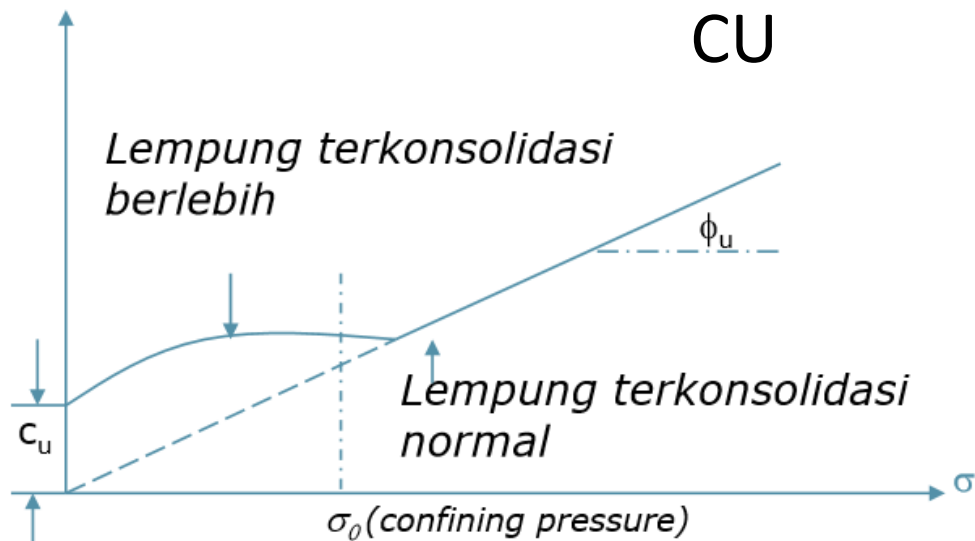


Hasil uji triaxial pada kondisi takterkonsolidasi takterdrainasi pada lempung jenuh

CU

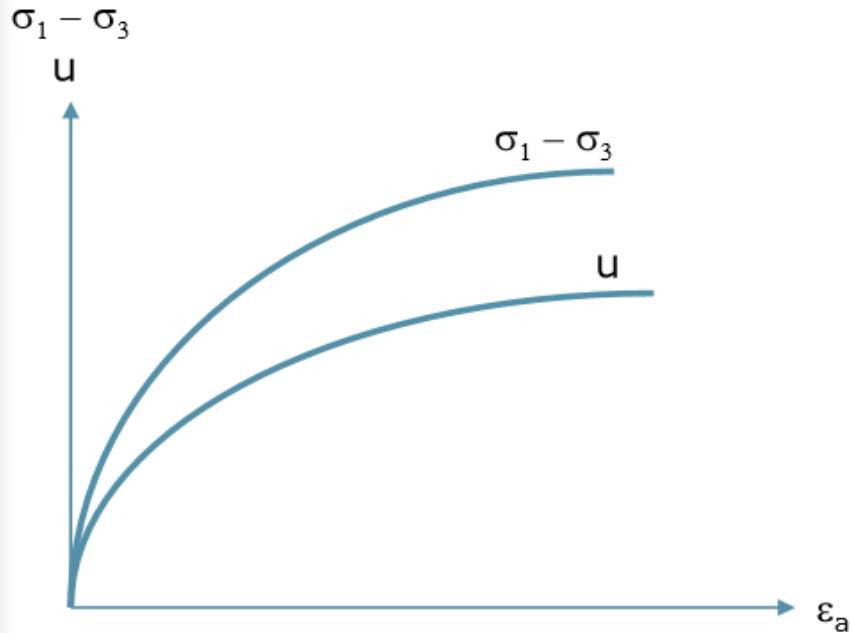
Lempung terkonsolidasi berlebih

Lempung terkonsolidasi normal



Hasil uji triaxial pada kondisi terkonsolidasi takterdrainasi

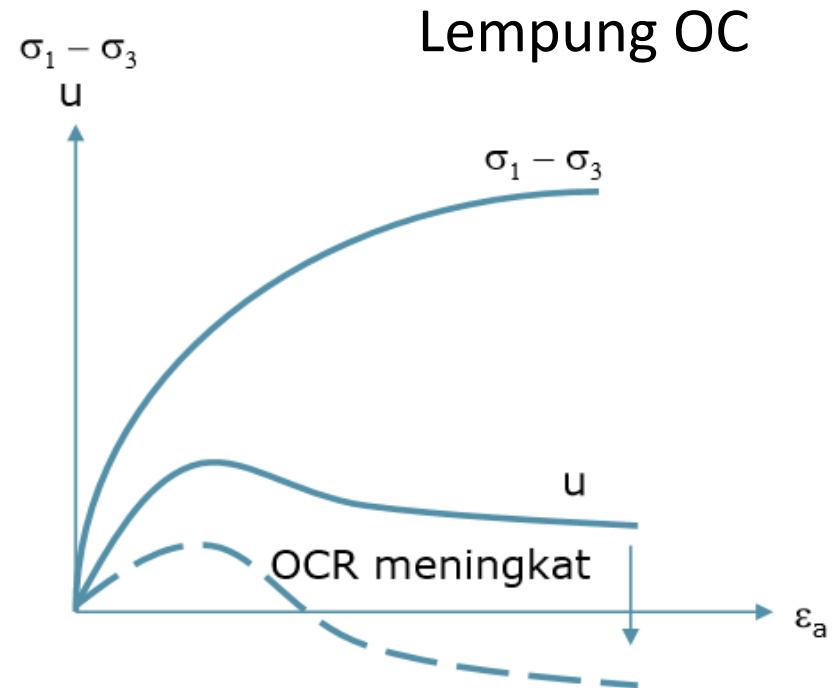
Hasil Uji Triaxial : Kondisi Tak terdrainasi **CU**



Uji terkonsolidasi-takterdrainasi
lempung terkonsolidasi normal

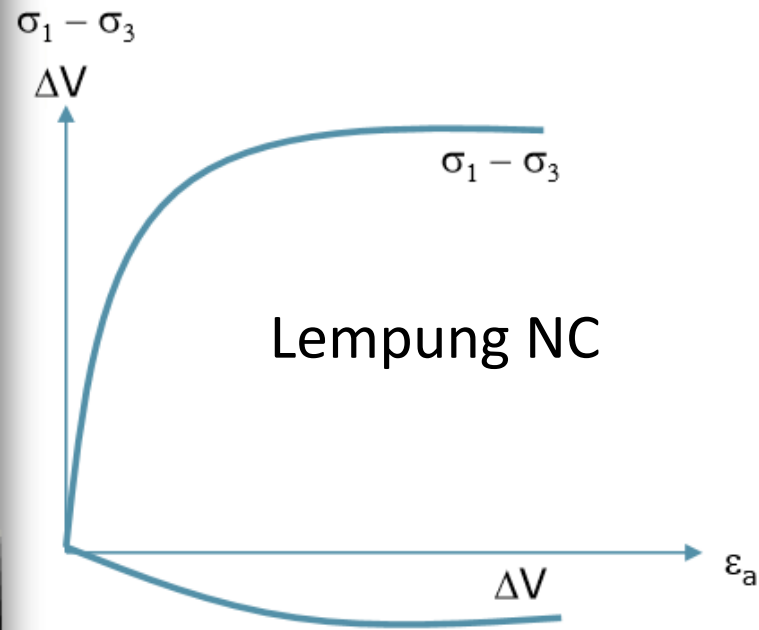
Lempung NC

Uji terkonsolidasi-takterdrainasi
lempung terkonsolidasi berlebih

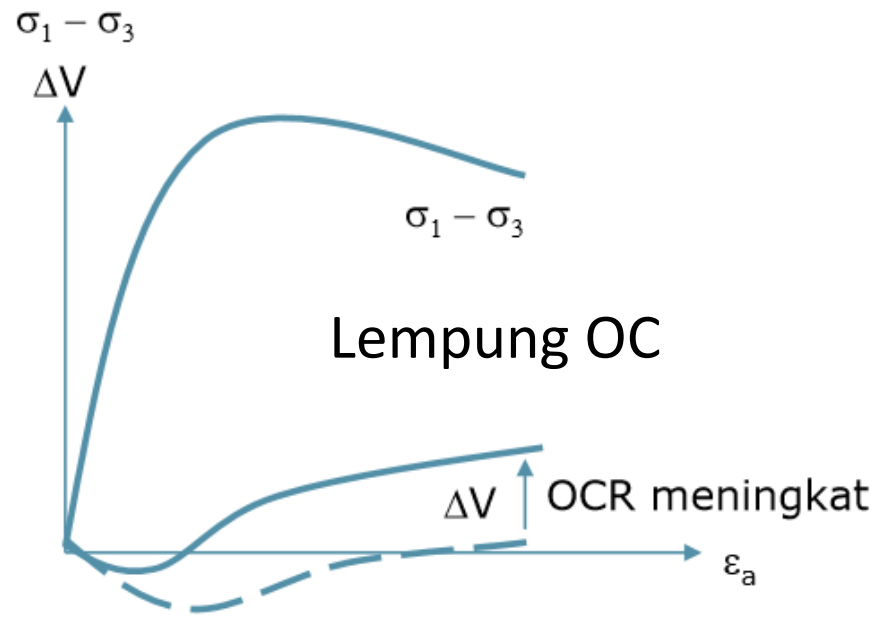


Tekanan air pori mungkin negatif pada
kasus lempung terkonsolidasi sangat
berlebih

Hasil Uji Triaxial : Kondisi Terdrainasi **CD**

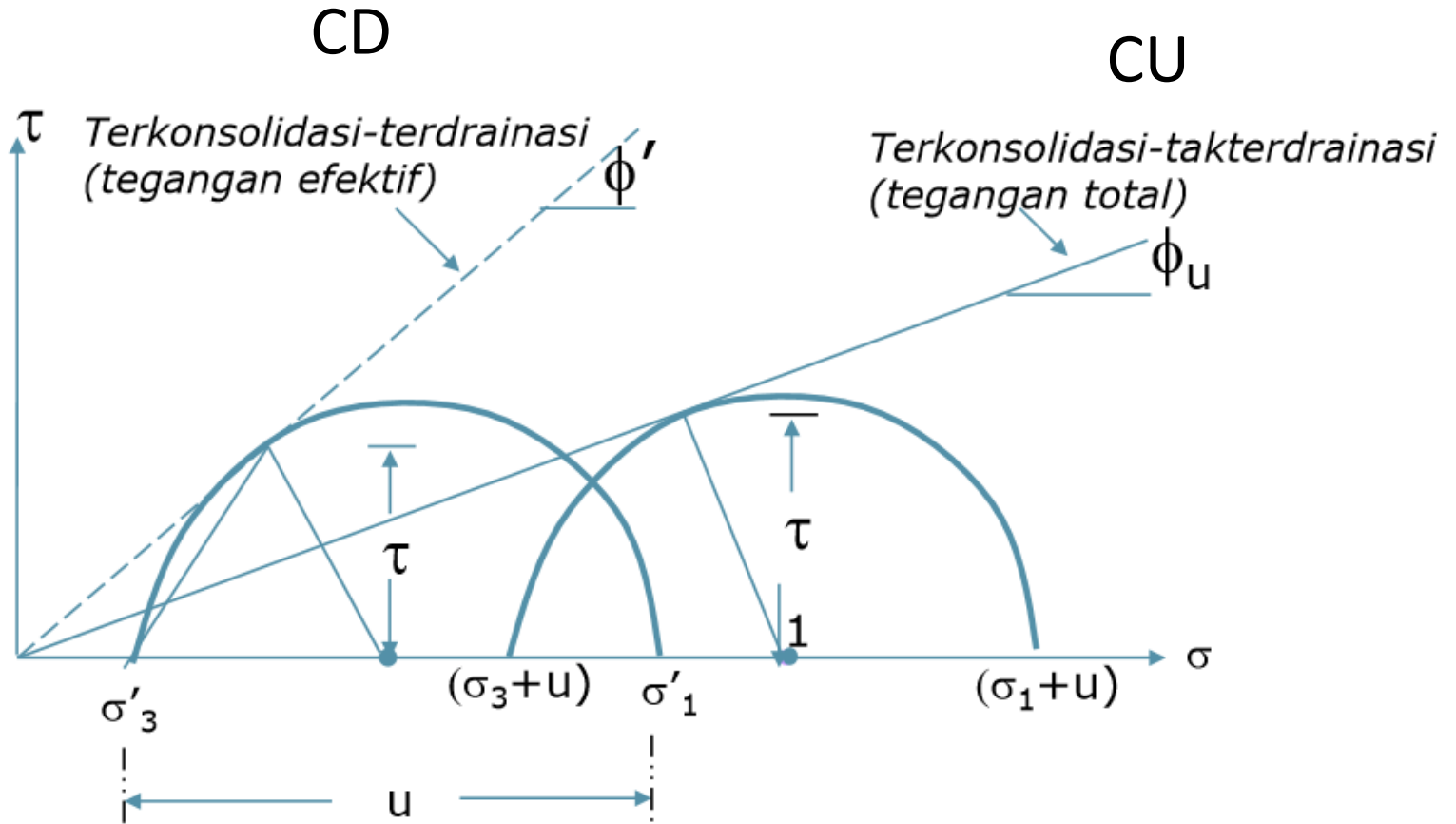


Uji terdrainasi
lempung terkonsolidasi
normal



Uji terdrainasi
lempung terkonsolidasi
berlebih

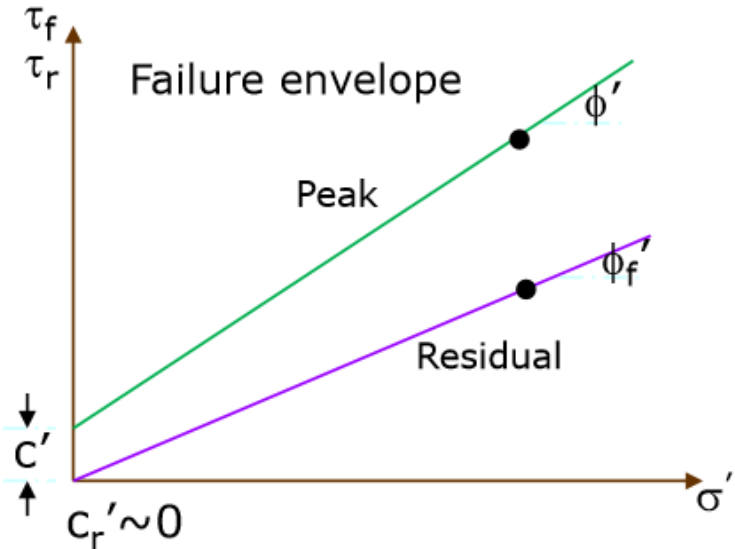
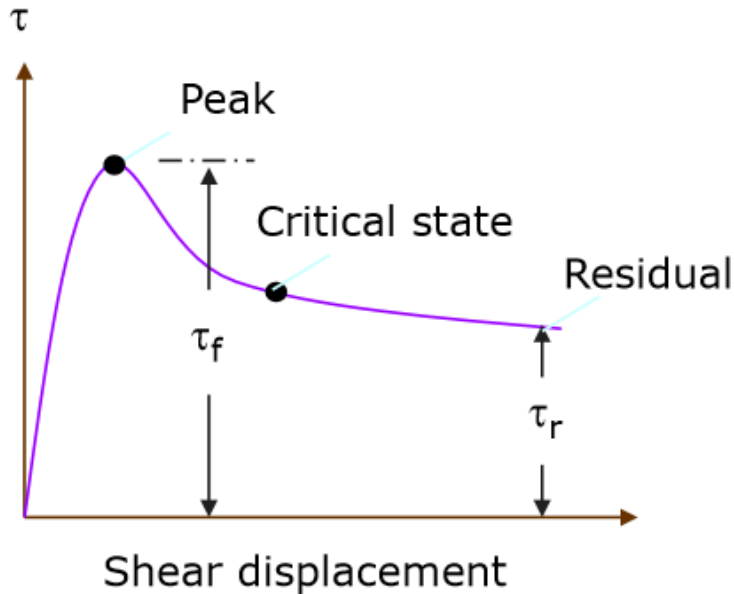
Hubungan Antara ϕ dan ϕ'



- - Kondisi tegangan efektif
- Kondisi tegangan total

Residual Strength

In the drained test, shear strength would decrease after the peak strength has been reached



Peak strength :

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

Residual strength :

$$\tau_r = c'_r + \sigma'_f \tan \phi'_r$$

The Brittleness Index (I_B) :

the relative values of peak and residual strength

$$I_B = \frac{\tau_f - \tau_r}{\tau_f}$$

Uji sifat deformasi (Modulus) Menggunakan Triaxial

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan modulus deformasi (parameter kekakuan). Berbagai variasi kekakuan dapat diukur tergantung dari lintasan pembebanannya (*loading path*), demikian halnya modulus E 'atau E_u terdrainase atau tak terdrainase.

Karena non-linearitas dari perilaku tanah, berbagai modulus, misalnya tangen dan/atau modulus sekan, dapat ditentukan pada tingkat tegangan atau regangan yang berbeda.

Evaluasi dan penggunaan hasil pengujian sifat deformasi triaksial harus memperhatikan hal-hal berikut ini:

- Kekakuan dapat diperoleh dari kurva lengkap, atau dari nilai-nilai konvensional, misalnya, modulus elastisitas Young awal (E_0), atau oleh E_{50} pada kondisi 50% tegangan geser maksimum.
- Modulus Young dan kurva tegangan-regangan tanah lunak, tanah terkonsolidasi normal mungkin pada beberapa kasus ditentukan dari uji kekuatan triaksial standar.

Ketika menentukan karakteristik kekakuan lapisan tanah, hal-hal berikut harus dipertimbangkan:

- kualitas contoh;
- sensitivitas, kejenuhan, keadaan konsolidasi dan sementasi tanah;
- persiapan benda uji;
- arah (orientasi) benda uji.