

ADVANCE SOIL MECHANIC

Consolidation

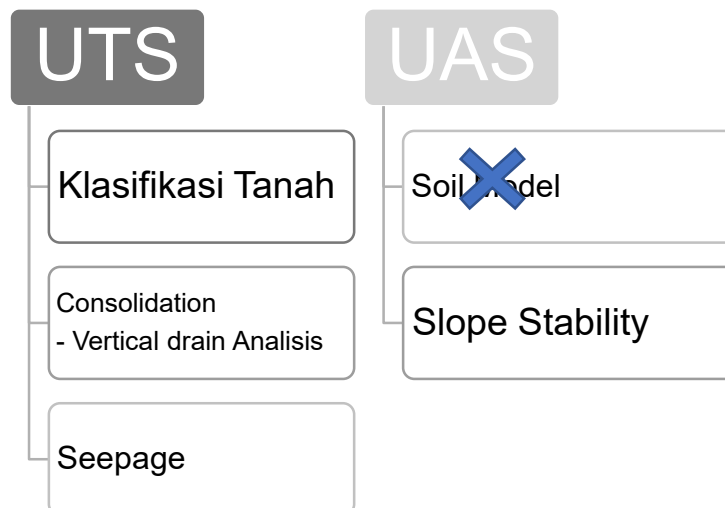
Sherly Meiwa , ST., MT



Department of Civil Engineering
Universitas Komputer Indonesia
Bandung, 2020

1

Rencana Materi Pembelajaran



sipilUNIKOM

2

2

Penilaian

UTS	: 30%
UAS	: 30%
KUIS + Tugas	: 40%

sipilUNIKOM

3

3

Tugas 1

Tugas berikut ini harap di cari dari refrensi buku, jurnal, atau makalah. Jangan lupa cantumkan sumber nya :

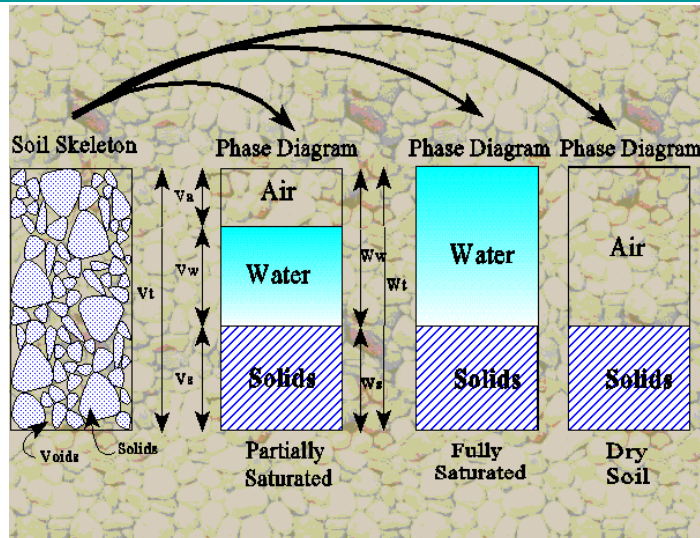
1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Sistem Particulate dan Multi Phase tanah.
- 2.

sipilUNIKOM

4

4

Sistem Particulate & Multi Phase Hubungan Antar Fase Tanah



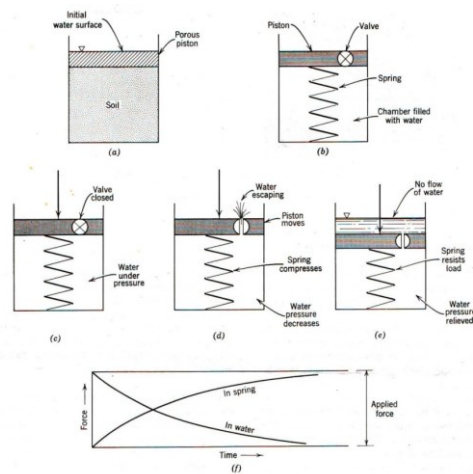
sipilUNIKOM

5

5

Sistem Particulate & Multi Phase

. Bila beban yang bekerja pada massa tanah berubah dengan cepat, maka perubahan ini akan dipikul baik oleh mineral skeleton maupun oleh pore fluid. Perubahan tekanan air pori ini akan menyebabkan pergerakan air dalam massa tanah sehingga perilaku tanah tersebut akan berubah dengan waktu.

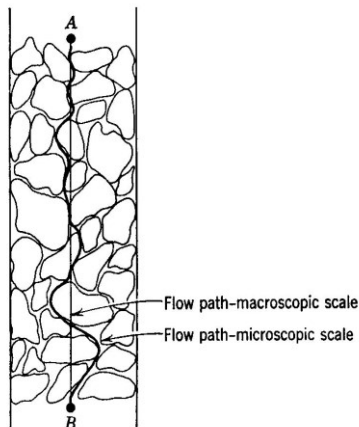


sipilUNIKOM

6

6

Aliran Air Melalui *Porous Media*



- Gambar memperlihatkan aliran air dari titik A menuju titik B.
- Air tersebut tidak mengalir mengikuti suatu garis lurus dengan kecepatan yang konstan, akan tetapi air tersebut akan mengalir berliku-liku seperti terlihat pada Gambar 2.
- Pada persoalan geoteknik air tersebut dapat diasumsikan mengalir dari A ke B mengikuti suatu garis lurus dan dengan kecepatan tertentu.

BMH-Konsolidasi

7

7

What is Settlement?

Ketika tanah diberi beban contohnya beban struktur atau timbunan, maka terjadi deformasi. Total deformasi vertikal pada permukaan tanah akibat beban disebut penurunan tanah (*settlement*).

Pergerakan tanah bisa ke arah bawah jika beban bertambah dan juga bisa ke arah atas (dinamakan *swelling* mengembang bila terjadi pengurangan beban. Saat konstruksi penggalian yang menyebabkan tegangan tereduksi kemungkinan bisa menyebabkan terjadinya *swelling*).

BMH-Konsolidasi

8

8

How much important to know how much the Settlement occur ?

Dalam mendesain pondasi untuk struktur engineering perlu mengetahui besarnya penurunan yang terjadi dan seberapa cepat penurunan tersebut. Penurunan yang terlalu besar dapat menyebabkan RUSAKnya struktur. Khususnya penurunan yang terjadi secara cepat. Penurunan total (S_T) pada tanah yang terbebani terdiri atas tiga komponen penurunan :

Settlement:

$$S_T = S_E + S_C + S_S$$

1. Elastic/immediate settlement (S_E)
2. Consolidation settlement (S_C)
3. Secondary settlement (S_S)

BMH-Konsolidasi

9

9

1. Immediate Settlement (S_E)

Immediate Settlement atau penurunan seketika banyak terjadi pada tanah bergranular kasar. Pada umumnya tanah bergranular kasar terdapat pori udara dan pori air. Pori (*void*) air atau udara ini dari dalam tanah akan keluar begitu tanah granular terkompresi akibat beban dan terjadi dalam waktu cepat.

Umumnya terjadi pada tanah dengan nilai permeabilitas tinggi dan kompresitas tinggi seperti tanah pasir

BMH-Konsolidasi

10

10

2. Consolidation Settlement (S_e)

Penurunan konsolidasi adalah penurunan yang terjadi pada tanah butiran halus yang mana proses ini bergantung pada waktu. Proses konsolidasi adalah proses saat air terdisipasi di dalam tanah akibat pembebanan. Proses ini terjadi pada tanah berbutir halus seperti lempung yang memakan waktu lama karena nilai permeabilitas tanah sangat kecil

Lama waktu penurunan bergantung pada kecepatan air pori yang terdrainase

BMH-Konsolidasi

11

11

3. Secondary Settlement (S_s)

Penurunan yang terjadi setelah penurunan konsolidasi. Penurunan ini juga bergantung waktu yang mana terjadi pada tegangan efektif konstant tanpa adanya perubahan pada tegangan air pori.

BMH-Konsolidasi

12

12

Penurunan Konsolidasi

Normally Consolidated (NC):

$\sigma_{\text{max yg pernah terjadi}} = \sigma_{\text{sekarang}}$

Overconsolidated (OC)

$\sigma_{\text{max yg pernah terjadi}} > \sigma_{\text{sekarang}}$

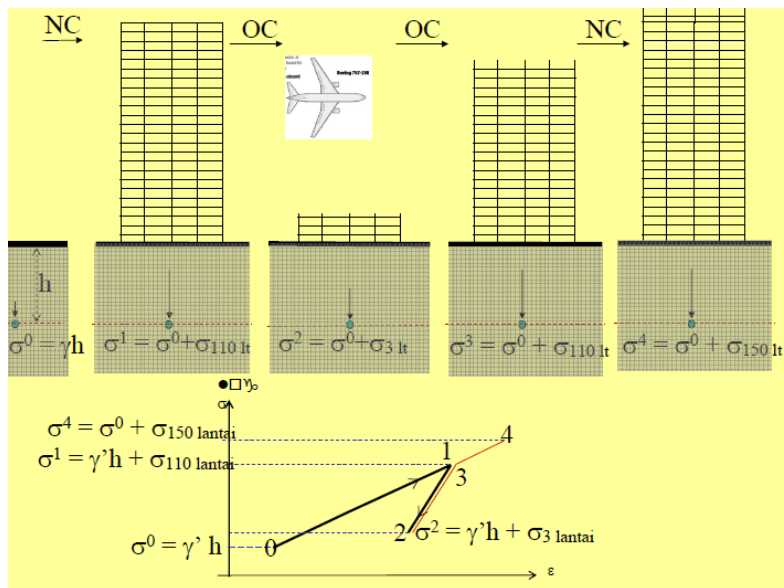
$$\begin{aligned} \text{OCR (Overconsolidation Ratio)} &= \frac{\sigma_{\text{max yg pernah terjadi}}}{\sigma_{\text{sekarang}}} \\ &= \frac{\sigma^1 = \gamma' h + \sigma_{30 \text{ lantai}}}{\sigma^2 = \gamma' h + \sigma_3 \text{ lantai}} \end{aligned}$$

ES-Konsolidasi

13

13

Penurunan Konsolidasi

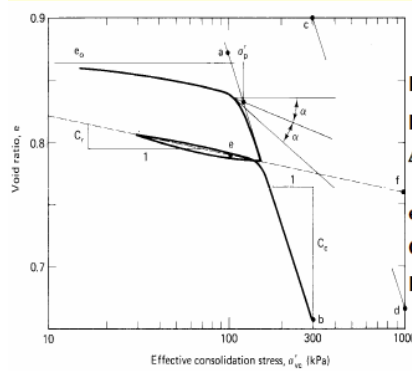


ES-Konsolidasi

14

14

Persamaan untuk Menghitung Penurunan Konsolidasi (Normally Consolidated Clay)



Dimana,

p_0 = tekanan efektif akibat berat sendiri

Δp_{av} = tambahan tekanan efektif akibat beban diatas lapisan kompresible

e_0 = initial void ratio

C_c = compression index

H_c = tebal lapisan lempung

$$SettI = C_c \frac{H_c}{1 + e_0} \log \frac{p_0 + \Delta p_{av}}{p_0}$$

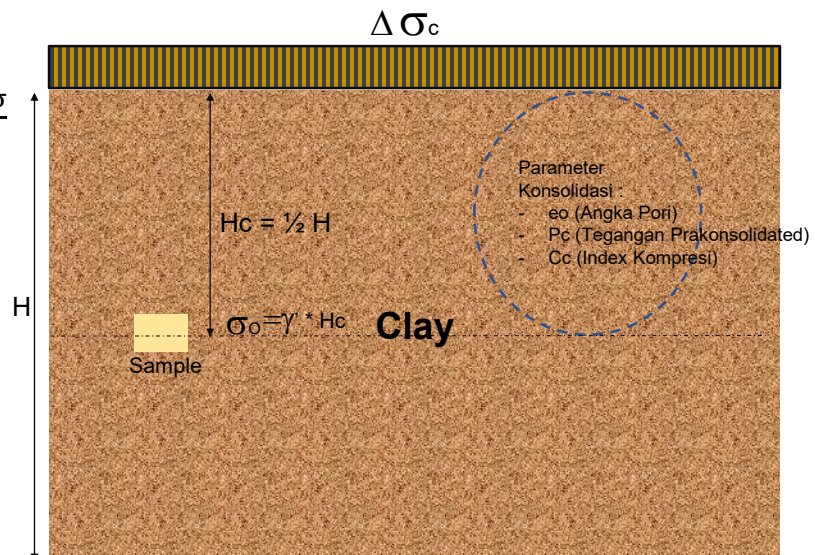
ES-Konsolidasi

15

15

Penurunan Konsolidasi

$$S_{c(NC)} = \frac{H \cdot C_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma_0 + \Delta \sigma}{\sigma_0}$$



SM-Konsolidasi

16

16

Penurunan Konsolidasi

$$S_c = \frac{C_s H}{1 + e_o} \log \left(\frac{\sigma'_o + \Delta \sigma'}{\sigma'_o} \right) \quad \text{(for normally consolidated clays)} \quad [\text{Eq. (2.65)}]$$

$$S_c = \frac{C_s H}{1 + e_o} \log \left(\frac{\sigma'_o + \Delta \sigma'}{\sigma'_o} \right) \quad \text{(for overconsolidated clays with } \sigma'_o + \Delta \sigma'_{av} < \sigma'_c) \quad [\text{Eq. (2.67)}]$$

$$S_c = \frac{C_s H}{1 + e_o} \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_o} + \frac{C_c H}{1 + e_o} \log \left(\frac{\sigma'_o + \Delta \sigma'}{\sigma'_c} \right) \quad \text{(for overconsolidated clays with } \sigma'_o < \sigma'_c < \sigma'_o + \Delta \sigma'_{av}) \quad [\text{Eq. (2.69)}]$$

where

σ'_o = average effective pressure on the clay layer before the construction of the foundation

$\Delta \sigma'_{av}$ = average increase in effective pressure on the clay layer caused by the construction of the foundation

σ'_c = preconsolidation pressure

e_o = initial void ratio of the clay layer

C_c = compression index

C_s = swelling index

H_c = thickness of the clay layer

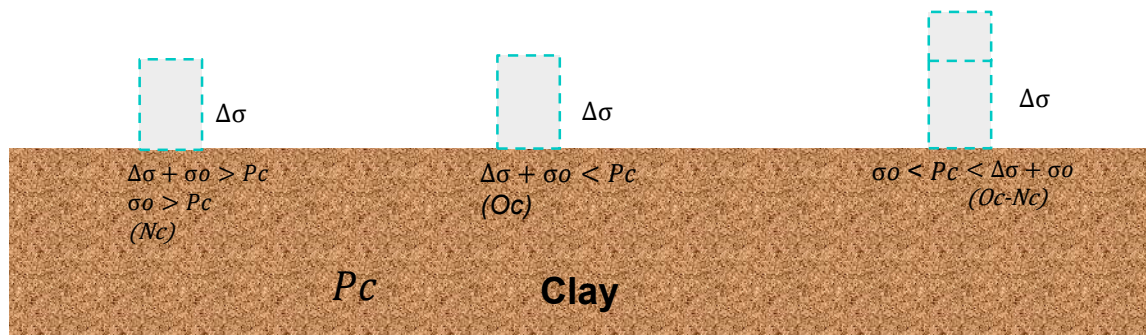
17

Persamaan Untuk Menghitung Penurunan Konsolidasi

$$S_c = \frac{H \cdot C_c}{1 + e_o} \log \frac{\sigma_o + \Delta \sigma}{\sigma_o} \quad \Delta \sigma + \sigma_o > P_c \quad (Nc)$$

$$S_c = \frac{H \cdot C_s}{1 + e_o} \log \frac{P_c}{\sigma_o} + \frac{H \cdot C_c}{1 + e_o} \log \frac{\Delta \sigma + \sigma_o}{P_c} \quad \sigma_o < P_c < \Delta \sigma + \sigma_o \quad (Oc-Nc)$$

$$S_c = \frac{H \cdot C_s}{1 + e_o} \log \frac{\sigma_o + \Delta \sigma}{\sigma_o} \quad \Delta \sigma + \sigma_o < P_c \quad (Oc)$$



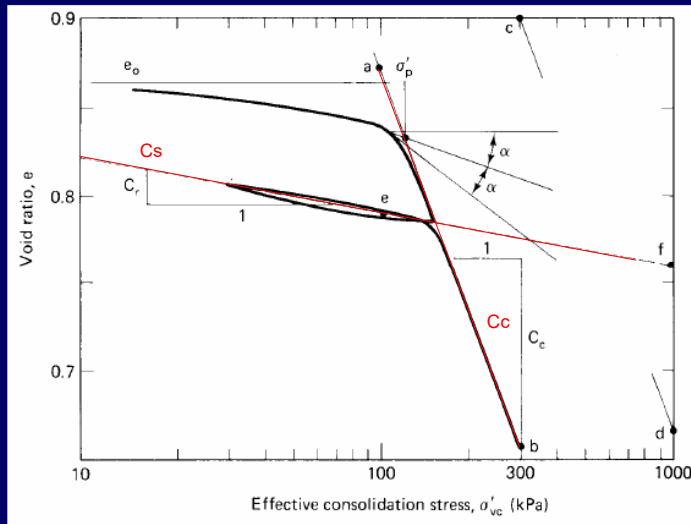
$P_c = \sigma_c = \text{Praconsolidation Stress}$

SM-Konsolidasi

18

18

Consolidation Test Curve



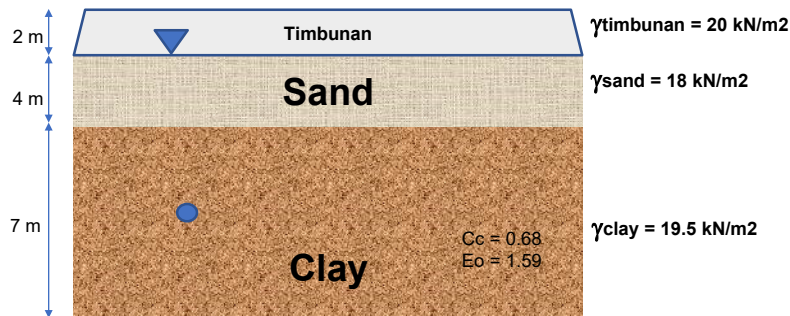
ES-Konsolidasi

19

19

Contoh perhitungan (1)

Tanah dengan data sebagai berikut, Kondisi tanah berada dalam kondisi Normal Consolidated (Nc), Hitung besar penurunan konsolidasi yang terjadi



SM-Konsolidasi

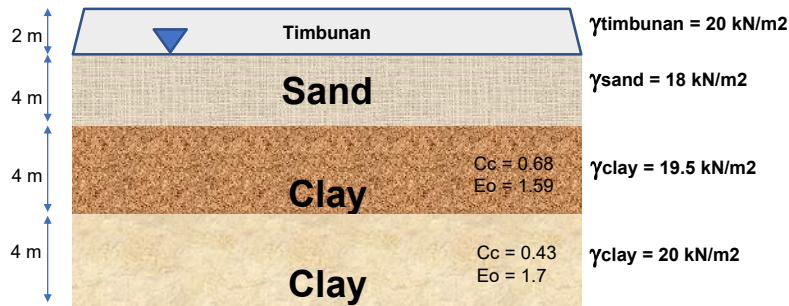
20

20

Contoh perhitungan (2)

Tanah dengan data sebagai berikut, Kondisi tanah berada dalam kondisi Normal Consolidated (Nc), Hitung besar penurunan konsolidasi yang terjadi

$$S_c = \frac{H \cdot C_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma_0 + \Delta \sigma}{\sigma_0}$$

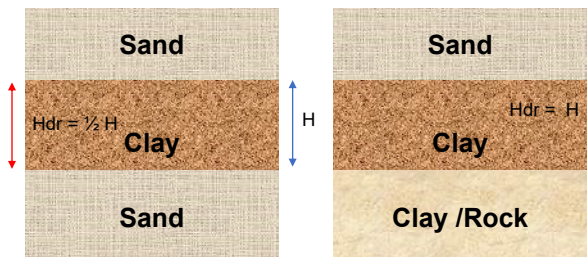


SM-Konsolidasi

21

21

Analisis Waktu Penurunan



$$Tv = \frac{Cv \cdot t}{Hdr^2} = \text{Time Factor}$$

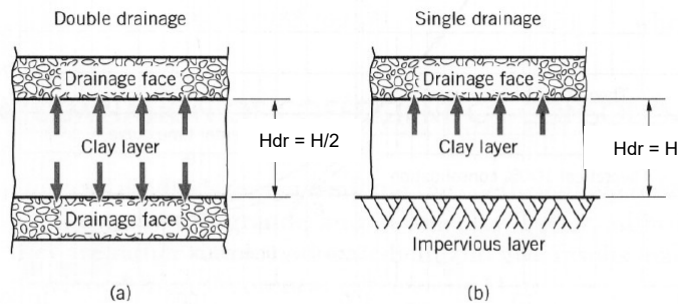
$$t = \frac{Tv \cdot Hdr^2}{Cv}$$

$$U = \frac{S_c(t)}{S_c}$$

- Tv = Time Factor (variable)
- Cv = koefisien Konsolidasi (satuan area/waktu)
- t = Waktu Konsolidasi (satuan waktu)
- Hdr = Panjang lintasan terdrainase (satuan Panjang)
- U = Derajat konsolidasi (%)
- $Sc(t)$ = Penurunan saat waktu t
- Sc = Penurunan konsolidasi

22

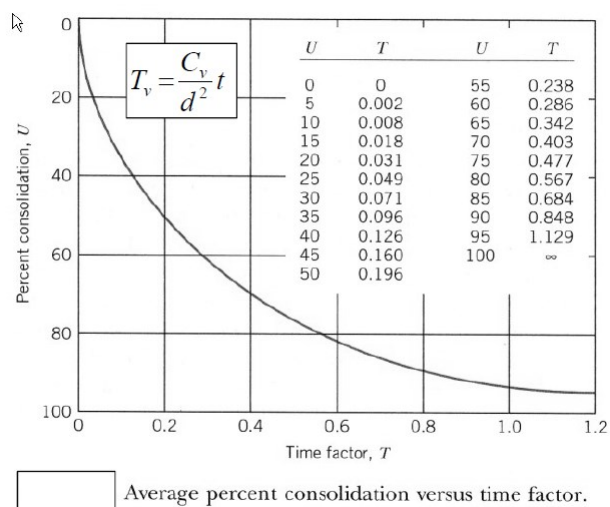
Analisis Waktu Penurunan



(a) Double Drainage (b) Single Drainage

23

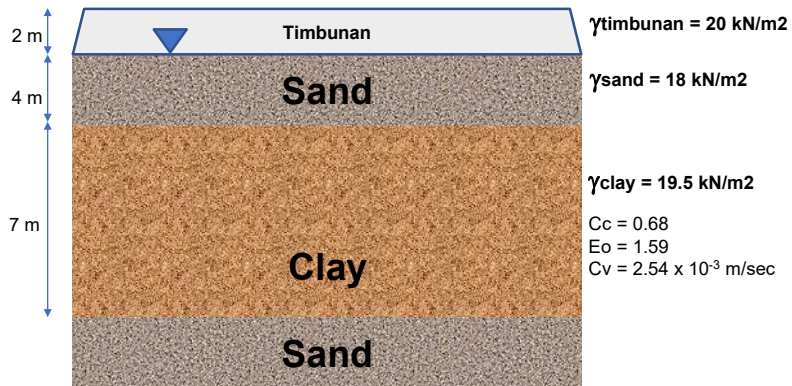
Analisis Waktu Penurunan



24

Contoh perhitungan (3)

Tanah dengan data sebagai berikut, Kondisi tanah berada dalam kondisi Normal Consolidated (Nc), Hitung besar penurunan konsolidasi yang terjadi



25