



## MODUL PERKULIAHAN

# REKAYASA FONDASI 1

## Penurunan Tanah pada Fondasi Dangkal

**Fakultas**

Teknik Perencanaan  
dan Desain

**Program Studi**

Teknik  
Sipil

**Tatap Muka**

**09**

**Kode MK**

A41117AB

**Disusun Oleh**

Edwin Laurencis, ST., MT.

### Abstract

Modul ini berisi beberapa contoh kasus perencanaan dan perhitungan penurunan fondasi dangkal pada tanah tertentu, serta berisi solusi mengenai langkah penyelesaiannya.

### Kompetensi

Mahasiswa memperoleh gambaran mengenai berbagai kasus sederhana dan mendapatkan pemahaman tentang prosedur perencanaan fondasi dangkal.

# Penurunan Konsolidasi

## Teori Konsolidasi 1 Dimensi

Penurunan konsolidasi bergantung terhadap waktu dan hanya terjadi pada tanah lempung yang jenuh air pada saat pembebanan (misal: pada saat konstruksi fondasi, timbunan tanah, dll). Secara umum, proses konsolidasi yang paling sederhana dapat didekati dengan permodelan yang dilakukan oleh Terzaghi, yakni penurunan konsolidasi satu dimensi.

Ada tiga jenis kasus untuk menentukan penurunan konsolidasi:

1. Apabila untuk tanah lempung terkonsolidasi normal (*normally consolidated clays*)

$$S_c = \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \left( \frac{p_0 + \Delta p}{p_0} \right)$$

2. Apabila untuk tanah lempung terkonsolidasi berlebih (*overly consolidated clays*) dengan  $(p_0 + \Delta p) < p_c$

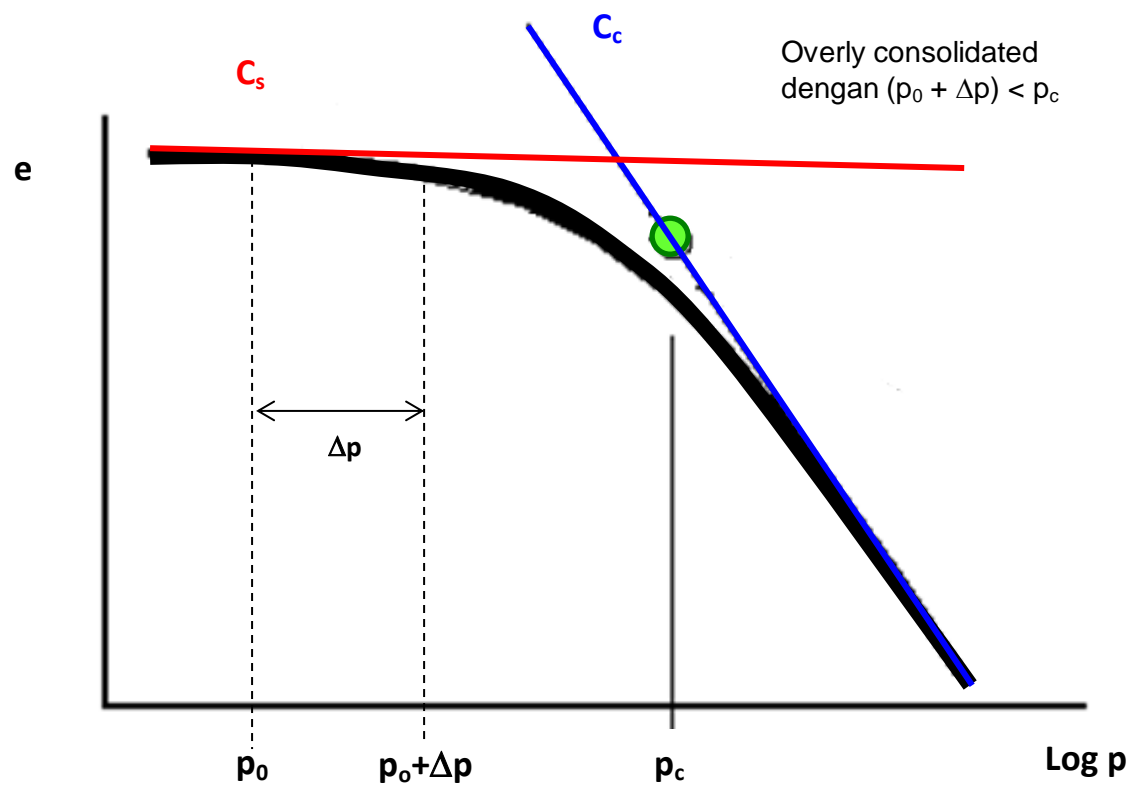
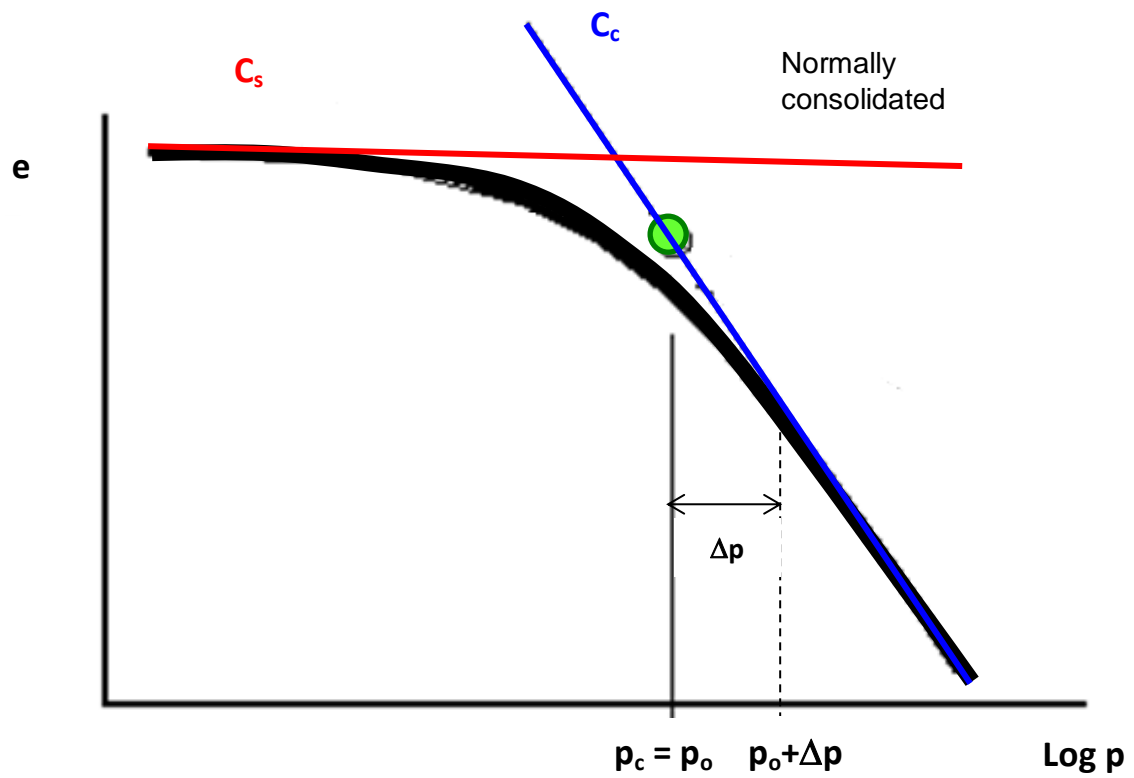
$$S_c = \frac{C_s H_c}{1 + e_0} \log \left( \frac{p_0 + \Delta p}{p_0} \right)$$

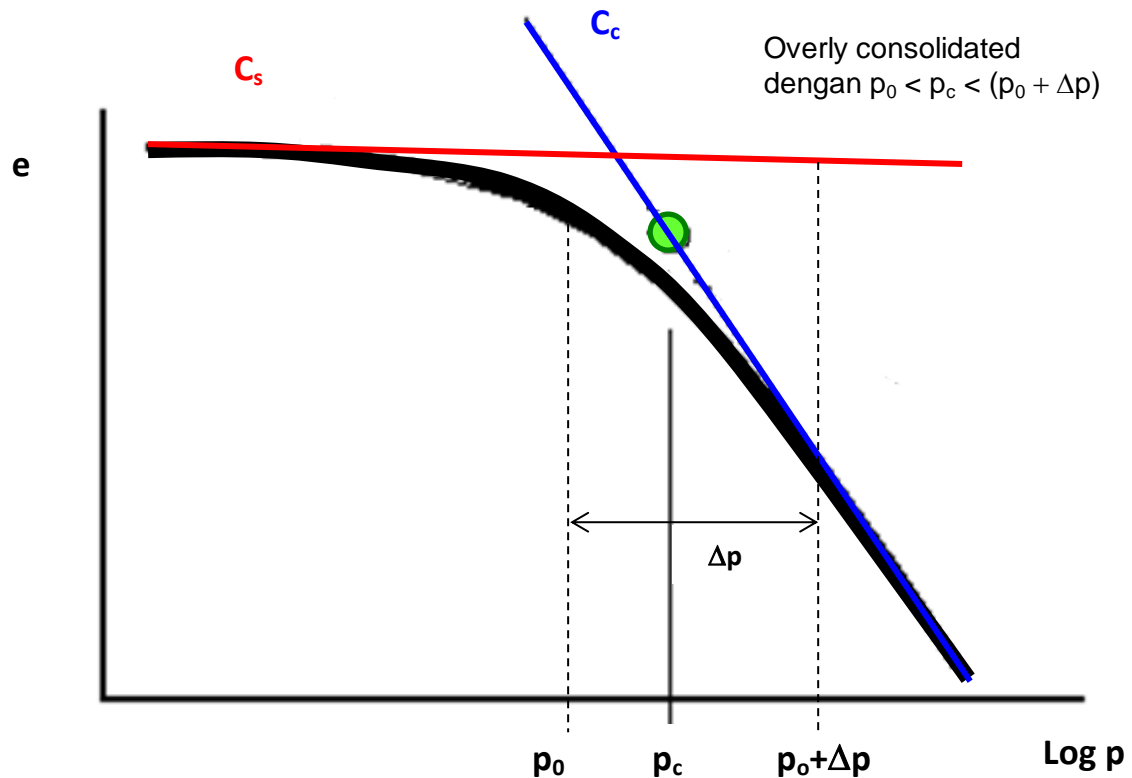
3. Apabila untuk tanah lempung terkonsolidasi berlebih (*overly consolidated clays*) dengan  $p_0 < p_c < (p_0 + \Delta p)$

$$S_c = \frac{C_s H_c}{1 + e_0} \log \left( \frac{p_c}{p_0} \right) + \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \left( \frac{p_0 + \Delta p}{p_c} \right)$$

Dengan:

- $C_c$  = Indeks kompresi (*compression index*)
- $C_s$  = Indeks pengembangan (*swelling index*)
- $H_c$  = Tebal lapisan lempung jenuh yang ditinjau
- $e_0$  = angka pori awal sebelum pembebanan (*initial void ratio*)
- $p_c$  = Tekanan prakonsolidasi ( $\text{kg/cm}^2$ ,  $\text{kPa}$ ,  $\text{ton/m}^2$ )
- $p_0$  = Tegangan vertikal efektif tanah pada lapisan tanah yang ditinjau sebelum pembebanan ( $q$ )
- $\Delta p$  = Tambahan tekanan akibat beban luar





**Gambar 1** Grafik konsolidasi untuk berbagai kondisi di atas

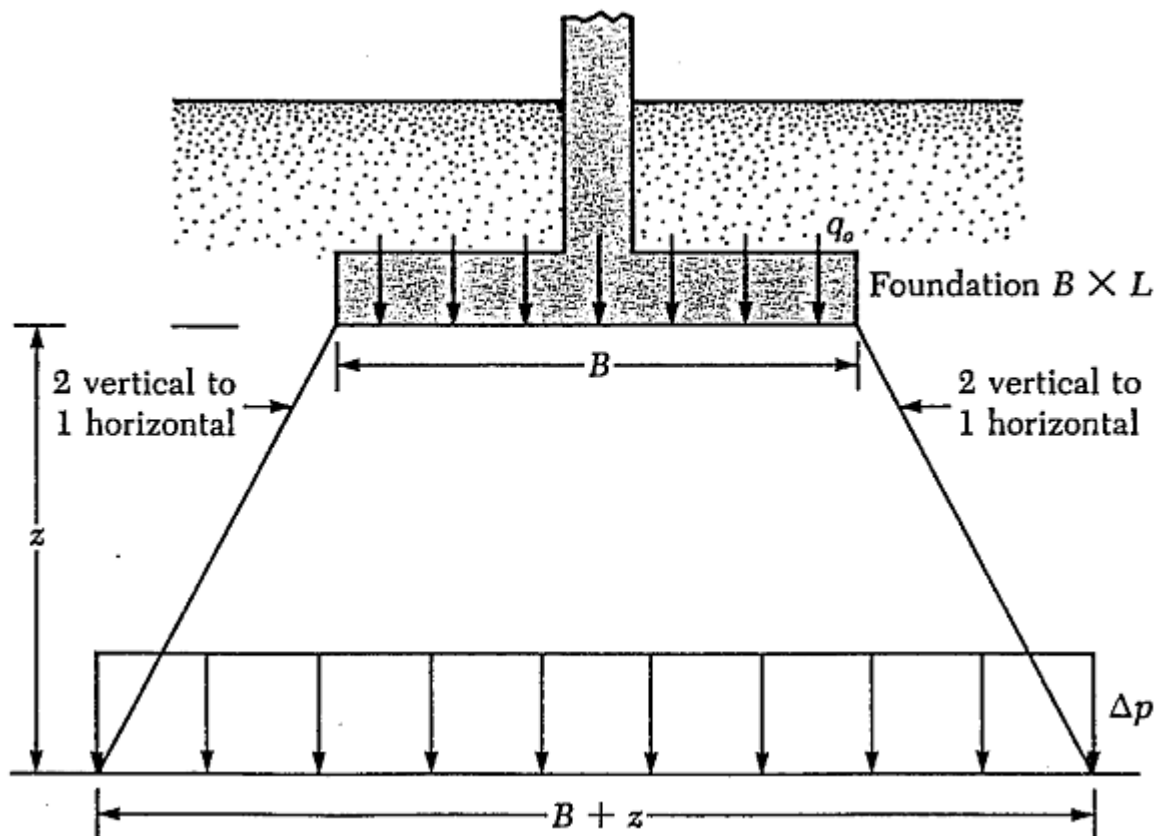
## Tekanan Akibat Beban Luar (Metode 2:1)

Besarnya tambahan tekanan akibat beban luar ( $\Delta p$ ) tidak seragam terhadap kedalaman. Hal ini disebabkan tekanan yang terjadi didistribusikan pada tanah. Dengan demikian, tekanan yang diterima pada elevasi yang lebih dalam menjadi lebih kecil dibandingkan tekanan tepat di bawah tapak fondasi. Tinjauan penurunan tanah harus dilakukan pada lapisan yang dibagi-bagi.

Salah satu metode yang paling sederhana adalah menggunakan metode 2:1. Tekanan awal akibat beban luar ( $P$ ) yang bekerja pada tapak fondasi ( $q_0$ ) adalah sebesar  $P/A$ . Menurut metode ini, semakin dalam lapisan tanah yang ditinjau maka diasumsikan luasan di mana beban luar bekerja akan semakin besar. Dengan demikian, tekanan akibat beban luar pada kedalaman tertentu di bawah tapak fondasi dikoreksi menjadi:

$$\Delta p_z = \frac{P}{A_z}$$

Pemahaman mengenai metode ini dijelaskan pada gambar berikut:



**Gambar 2** Metode 2:1 untuk menentukan distribusi tekanan terhadap kedalaman

Dengan:

$A_z'$  = luas terkoreksi terhadap kedalaman yang ditinjau  
 $= B_z' \times L_z'$

$B_z'$  = koreksi dimensi fondasi pada arah memendek (B) pada kedalaman z  
 $= B + z$

$L_z'$  = koreksi dimensi fondasi pada arah memanjang (L) pada kedalaman z  
 $= L + z$

Maka persamaan di atas dapat dituliskan sebagai:

$$\Delta p_z = \frac{q_0 \times B \times L}{(B + z)(L + z)}$$

## Contoh Kasus

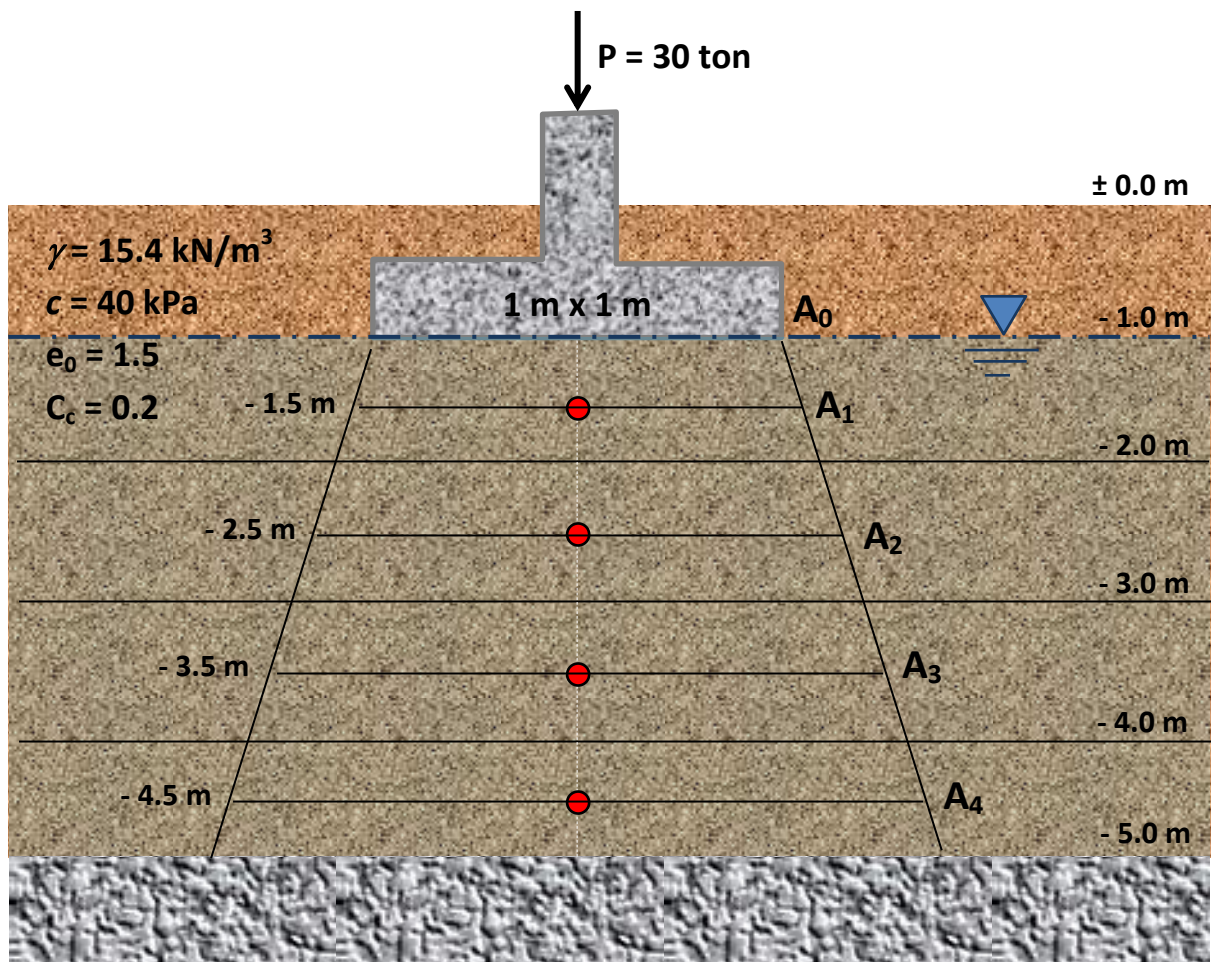
Sebuah fondasi berukuran 1 m x 1 m ditempatkan pada suatu tanah lempung pada kedalaman 1 meter dari muka tanah. Adapun muka air tanah ditemukan pada elevasi dasar fondasi, sehingga diasumsikan tanah lempung di bawah fondasi merupakan tanah lempung jenuh yang kompresibel. Lapisan tanah keras ditemukan tepat di bawah tanah lempung.

Parameter tanah lempung di lokasi ini disebutkan sebagai berikut:

Tebal lapisan lempung	= 5 m
Berat volume, $\gamma$	= 15.4 kN/m <sup>3</sup>
Kohesi, $c$	= 40 kPa
Koefisien konsolidasi, $C_c$	= 0.20
Angka pori, $e_0$	= 1.50

Melalui data ini akan ditentukan besarnya penurunan konsolidasi yang terjadi pada tanah lempung tersebut, bila fondasi akan dibebani sebesar 30 ton.

Solusi:



Untuk menentukan penurunan tanah, lapisan tanah lempung jenuh yang ditinjau dibagi menjadi beberapa sub-lapisan. Dalam kasus ini, karena tanah yang mengalami konsolidasi adalah setebal 4 meter, maka tanah dibagi menjadi 4 sub-lapisan dengan ketebalan masing-masing sub-lapisan 1 meter.

Luas penampang awal tapak fondasi (sebelum dikoreksi):

$$\begin{aligned}A_0 &= B_0 \times L_0 \\&= 1 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Tinjau sub-lapisan 1: elevasi -1.0 m s/d -2.0 m

Bagian tengah sub-lapisan: elevasi -1.5 m, sehingga kedalaman ditinjau pada elevasi ini

$$\begin{aligned}z_1 &= 1.5 \text{ m} \\H_1 &= 1 \text{ m}\end{aligned}$$

Tegangan vertikal efektif pada elevasi ini sebelum pembebanan:

$$\begin{aligned}p_{01} &= (1 \times 15.4) + [0.5 \times (15.4 - 10)] \\&= 18.1 \text{ kPa}\end{aligned}$$

Koreksi luas pengaruh beban pada elevasi ini:

$$\begin{aligned}A_1 &= B_1 \times L_1 \\&= (1 + 0.5) \times (1 + 0.5) \\&= 2.25 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Tekanan luar akibat beban luar yang bekerja pada elevasi ini:

$$\begin{aligned}\Delta p_1 &= P/A_1 \\&= 300/2.25 \\&= 133.1 \text{ kPa}\end{aligned}$$

Estimasi penurunan konsolidasi yang terjadi pada sub-lapisan ini dengan asumsi tanah lempung terkonsolidasi normal:

$$\begin{aligned}S_{c1} &= \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \left( \frac{p_0 + \Delta p}{p_0} \right) \\&= \frac{(0.2)(1)}{1 + 1.5} \log \left( \frac{18.1 + 133.3}{18.1} \right) \\&= 0.074 \text{ m} \\&= 74 \text{ mm}\end{aligned}$$

Dengan langkah yang sama, dilakukan juga perhitungan untuk sub-lapisan berikutnya. Hasil perhitungan ditampilkan pada tabel di bawah berikut ini:

Elevasi Lapisan			$z$ (m)	$p_0$ (kPa)	$B'$ (m)	$L'$ (m)	$A'$ (m <sup>2</sup> )	$\Delta p$ (kPa)	$S_c$ (m)
-1.0	s/d	-2.0	0.5	18.1	2.5	2.5	2.25	133.3	0.074
-2.0	s/d	-3.0	1.5	23.5	3.5	3.5	6.25	48.0	0.039
-3.0	s/d	-4.0	2.5	28.9	4.5	4.5	12.25	24.5	0.021
-4.0	s/d	-5.0	3.5	34.3	5.5	5.5	20.25	14.8	0.012
Catatan: $z$ dihitung dari bawah tapak fondasi								$\Sigma$	0.146

Melalui tinjauan konsolidasi, diperoleh bahwa penurunan konsolidasi total pada tanah lunak kompresibel setebal 4 meter tersebut adalah sebesar 146 mm.





# Daftar Pustaka

1. Braja M. Das, **Principles of Foundation Engineering**, Brooks/Cole Engineering Division, 1984.
2. Donald P. Coduto, **Foundation Design Principles and Practises**, 2nd Edition, Prentice-Hall, 2001.
3. Joseph E. Bowles, **Foundation Analysis and Design**, McGraw Hill, 1984.
4. Hardiyatmo, Hari Christady, **Teknik Fondasi I**, Edisi Kedua, Beta Offset, Yogyakarta, 2003.
5. Braja M. Das, Noor Endah, Indrasurya B. Mochtar, **Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)**, Jilid 1, Erlangga.