



MODUL PERKULIAHAN

REKAYASA FONDASI 1

Penurunan Tanah pada Fondasi Dangkal

Fakultas

Teknik Perencanaan
dan Desain

Program Studi

Teknik
Sipil

Tatap Muka

08

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.

Pendahuluan

Seperti yang telah disebutkan pada bagian sebelumnya, penurunan elastik tanah di bawah fondasi yang dianggap kaku dapat dirumuskan sebagai:

$$S_e = \frac{B q_o}{E} (1 - \mu^2) \alpha$$

Dengan:

- B = lebar tapak fondasi (dimensi fondasi pada arah memendek)
- L = panjang tapak fondasi (dimensi fondasi pada arah memanjang)
- q_o = tekanan yang bekerja pada dasar fondasi
- E = modulus Young (elastisitas) tanah
- μ = angka Poisson tanah
- α = faktor dimensi fondasi (lihat modul sebelumnya)
- m = L / B

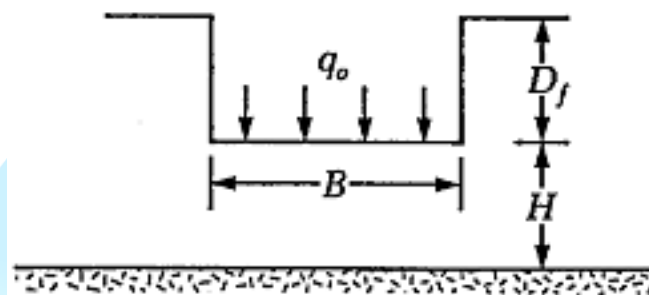
Penurunan Elastik pada Tanah Lempung

Pada tanah lempung jenuh, angka Poisson dapat ditentukan sebesar $\mu = 0.5$. Sesuai studi yang pernah dilakukan oleh Janbu, Bjerrum, dan Kjaernsli (1956), diusulkan persamaan untuk menentukan penurunan elastik rata-rata pada tanah lempung jenuh sebagai:

$$S_e = \frac{B q_o}{E} A_1 A_2$$

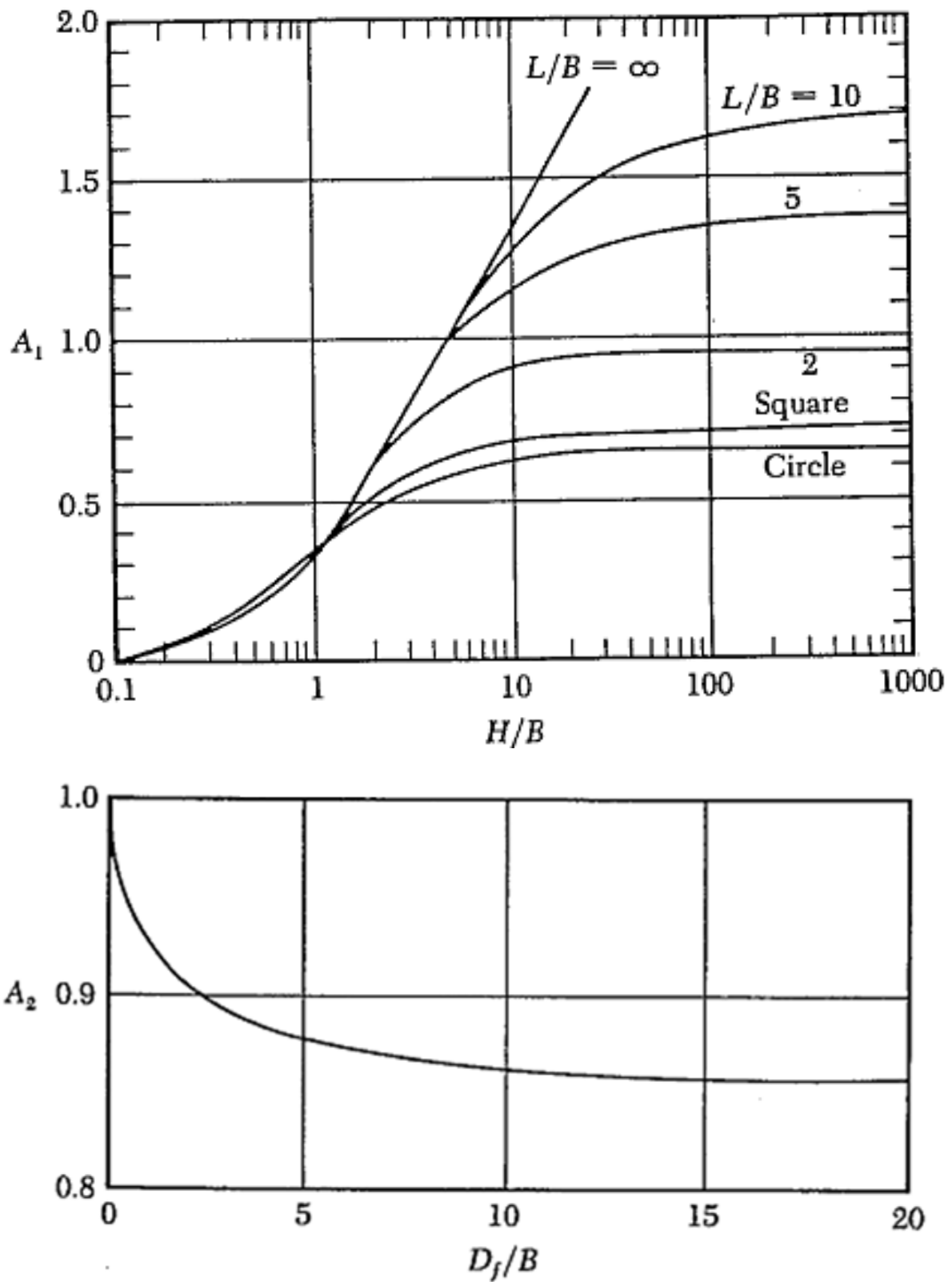
Dengan:

- A_1 = variabel yang merupakan fungsi dari H/B dan L/B
- A_2 = variabel yang merupakan fungsi dari D_f/B



Gambar 1 Sketsa model fondasi

Nilai dari A_1 dan A_2 dapat ditentukan dari grafik berikut:



(Christian & Carrier, 1978)

Gambar 2 Grafik untuk menentukan nilai A_1 dan A_2

Contoh Kasus

Suatu fondasi dangkal dengan dimensi 2m x 2m ditempatkan pada kedalaman 0.5 m di atas tanah lempung jenuh dengan ketebalan 4 meter. Tanah lempung ini memiliki parameter sebagai berikut:

$$\text{Modulus Elastisitas, } E = 10000 \text{ kPa}$$

$$\text{Berat volume tanah, } \gamma = 17.5 \text{ kN/m}^3$$

Di bawah tanah lempung merupakan lapisan keras. Melalui data ini akan dihitung penurunan elastik yang terjadi bila fondasi menerima beban luar sebesar 20 ton.

Solusi:

Dimensi fondasi:

$$B = 2 \text{ m}$$

$$L = 2 \text{ m}$$

$$D_f = 1 \text{ m}$$

Tebal tanah lempung kompresibel

$$H = 4 \text{ m}$$

Menentukan A_1 :

$$L/B = 2/2$$

$$= 1$$

$$H/B = 4/2$$

$$= 2$$

Dari grafik, diperoleh

$$A_1 = 0.55$$

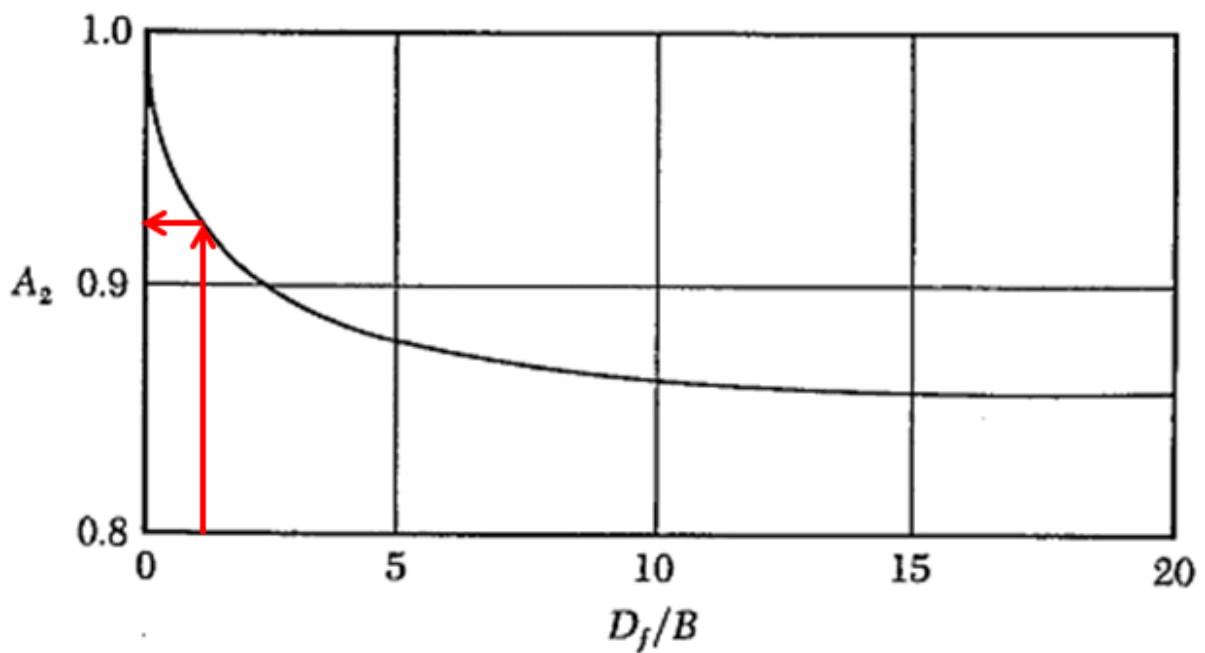
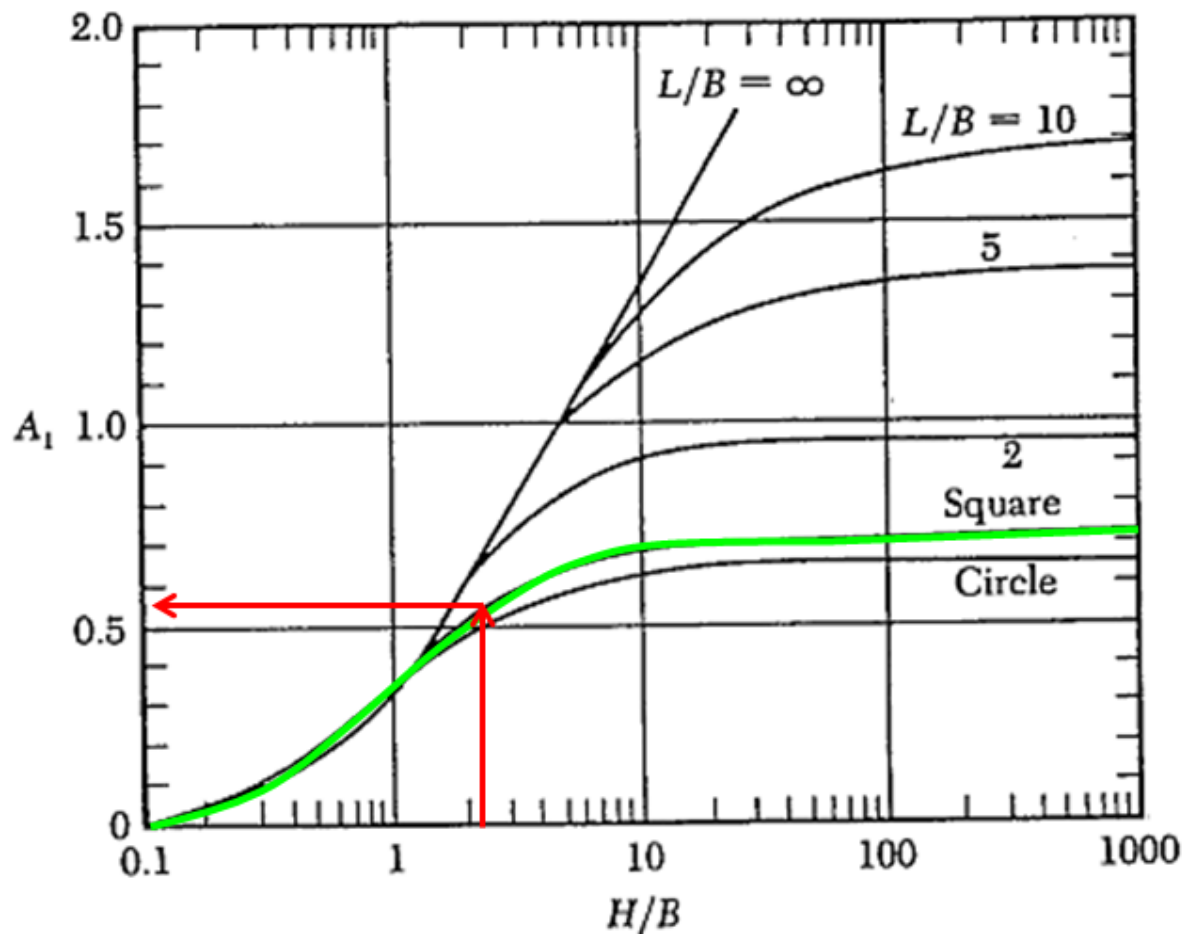
Menentukan A_2 :

$$D_f/B = 1/2$$

$$= 0.5$$

Dari grafik, diperoleh

$$A_2 = 0.93$$



Gambar 3 Cara untuk menentukan nilai A_1 dan A_2 (pada contoh kasus)

Tegangan netto di dasar tapak fondasi

$$\begin{aligned} q_0 &= q_{\text{beban}} - q' \\ &= [200/(2 \times 2)] - [(17.5 - 10) \times 0.5] \\ &= 46.25 \text{ kPa} \end{aligned}$$

Penurunan elastik yang terjadi:

$$\begin{aligned} S_e &= A_1 \cdot A_2 \cdot q_0 \cdot B / E \\ &= (0.55) (0.93) (46.25) (2) / (10000) \\ &= 0.00473 \text{ m} \\ &= 4.73 \text{ mm} \end{aligned}$$

Penurunan Elastik pada Tanah Pasir

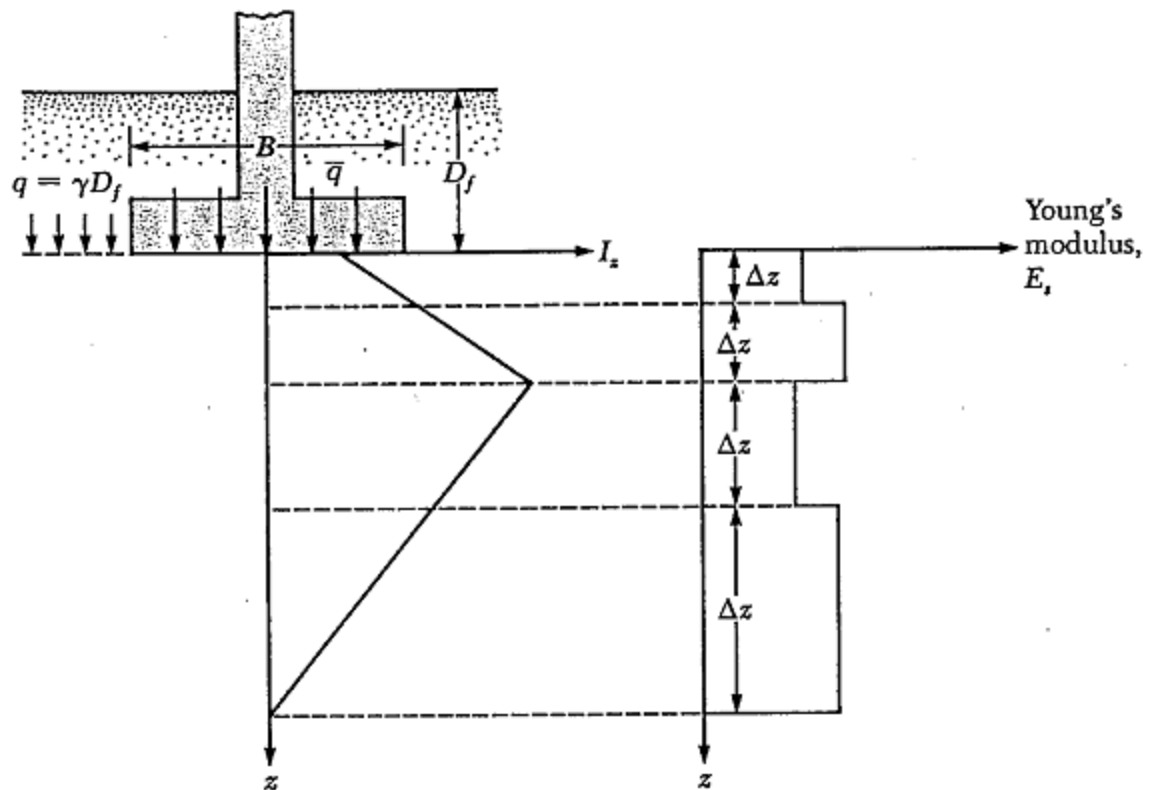
Pada tanah berbutir kasar, penurunan seketika dapat dievaluasi menggunakan persamaan semi-empiris berbasis faktor pengaruh regangan (*strain influence factor*) yang diusulkan oleh Schmertmann dan Hartman (1978). Sesuai dengan metode ini, penurunan elastik didekati melalui persamaan berikut:

$$S_e = C_1 C_2 q_0 \sum_0^{2B} \frac{I_z}{E_z} \Delta z$$

Dengan:

$$\begin{aligned} I_z &= \text{faktor pengaruh regangan pada kedalaman } z \\ E_z &= \text{parameter modulus elastisitas tanah pada kedalaman } z \\ \Delta z &= \text{ketebalan tanah yang ditinjau pada kedalaman } z \\ C_1 &= \text{faktor koreksi terhadap kedalaman fondasi} \\ &= 1 - 0.5(q/q_0) \\ C_2 &= \text{faktor koreksi terhadap } creep \text{ pada tanah} \\ &= 1 + 0.2 \log (\text{waktu dalam tahun} / 0.1) \\ q_0 &= \text{tegangan pada elevasi dasar fondasi} \\ &= q_{\text{beban}} - q \end{aligned}$$

Variasi dari faktor pengaruh regangan terhadap kedalaman di bawah fondasi ditampilkan pada gambar berikut:



Gambar 4 Perhitungan penurunan elastik menggunakan metode faktor pengaruh regangan

Grafik di atas menjelaskan bahwa untuk fondasi dengan geometri persegi atau lingkaran, nilai I_z ditentukan hingga pada kedalaman $2B$ di bawah dasar fondasi, sebagai:

$$\begin{aligned} I_z &= 0.1 & \text{pada} & z = 0 \\ I_z &= 0.5 & \text{pada} & z = 0.5B \\ I_z &= 0.0 & \text{pada} & z = 2B \end{aligned}$$

Pada persamaan di atas juga menjelaskan bahwa apabila keadaan tanah bervariasi, maka nilai modulus elastisitas tanah yang berbeda pada lapisan tinjauan tersebut juga harus diperhitungkan. Adapun C_2 merupakan faktor *creep*, yakni suatu fenomena pergerakan perlahan yang dapat terjadi pada tanah, yang dalam kasus ini dapat mempengaruhi besarnya penurunan elastik.

Catatan: untuk fondasi dengan dimensi $L/B > 10$, maka nilai E_z harus ditinjau hingga kedalaman $4B$, sedangkan nilai I_z ditentukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} I_z &= 0.2 & \text{pada} & z = 0 \\ I_z &= 0.5 & \text{pada} & z = B \\ I_z &= 0.0 & \text{pada} & z = 4B \end{aligned}$$

Sedangkan untuk fondasi dengan dimensi L/B antara 1 hingga 10, interpolasi diperlukan untuk menentukan nilai I_z .

Contoh Kasus

Sebuah fondasi telapak persegi dengan dimensi 3 m x 3 m direncanakan untuk menahan beban luar sebesar 160 kPa dengan diletakkan di atas lapisan tanah pasir pada kedalaman 1.5 meter. Kondisi tanah pasir sangat bervariasi, yang dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 1 Variasi modulus elastisitas tanah terhadap kedalaman (pada contoh kasus)

Kedalaman (m)	Modulus Elastisitas Tanah, E (kPa)
±0.0 s/d -1.5	8000
-1.0 s/d -1.5	10000
-1.5 s/d -4.0	10000
-4.0 s/d -6.0	16000

Adapun berat volume tanah di atas fondasi sebesar 17.8 kN/m³. Muka air tanah tidak ditemukan hingga 10 meter di bawah permukaan tanah. Melalui data ini akan dihitung besarnya penurunan elastik tanah pasir menggunakan metode faktor pengaruh regangan, dengan mempertimbangkan pengaruh *creep* setelah 5 tahun.

Solusi:

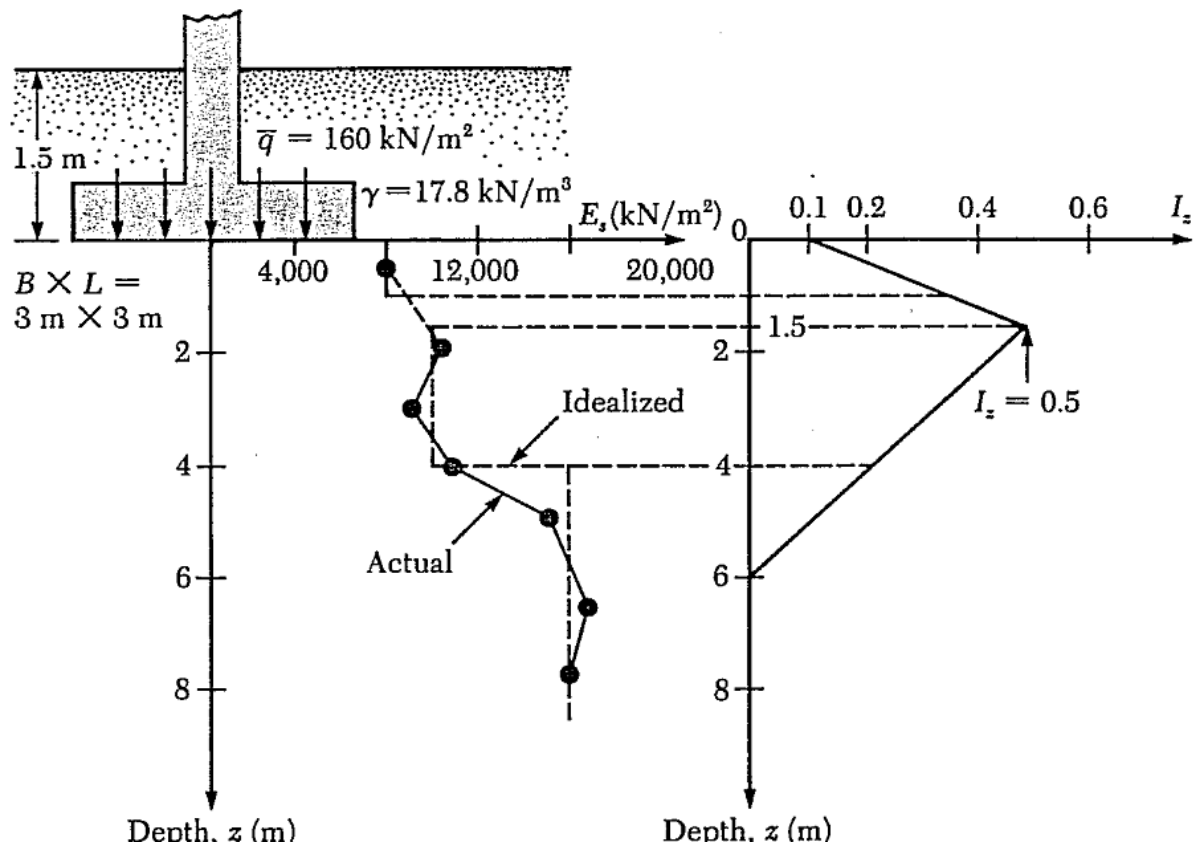
Karena parameter tanah dan faktor regangan yang ditinjau berbeda-beda pada tiap kedalaman, maka nilai-nilai tersebut ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 2 Penentuan nilai faktor pengaruh regangan (pada contoh kasus)

Kedalaman (m)	z (terhadap B)	Tebal lapis, Δz (m)	I_z Rata-rata	Mod. Young, E (kPa)	$[I_z/E_z] D_z$ (m ₃ /kN)
±0.0 s/d -1.0	0 s/d 0.333B	1	0.233	8000	0.291×10^{-4}
-1.0 s/d -1.5	0.333B s/d 0.5B	0.5	0.433	10000	0.217×10^{-4}
-1.5 s/d -4.0	0.5B s/d 1.33B	2.5	0.361	10000	0.903×10^{-4}
-4.0 s/d -6.0	1.33B s/d 2B	2	0.111	16000	0.139×10^{-4}
Σ					1.550×10^{-4}

Tegangan vertikal efektif tanah pada kedalaman tapak fondasi:

$$\begin{aligned}
 q &= 17.8 \times 1.5 \\
 &= 8.9 \text{ kPa}
 \end{aligned}$$



Gambar 5 Variasi nilai E terhadap kedalaman (pada contoh kasus)

Nilai C_1 dan C_2 diperoleh melalui persamaan di atas:

$$\begin{aligned} C_1 &= 1 - 0.5 (q/q_0) \\ &= 1 - 0.5 (8.9/(160 - 8.9)) \\ &= 0.97 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_2 &= 1 + 0.2 \log (5/0.1) \\ &= 1.34 \end{aligned}$$

Dengan demikian,

$$\begin{aligned} S_e &= C_1 C_2 q_0 \sum_0^{2B} \frac{I_z}{E_z} \Delta z \\ &= (0.97) (1.34) (151.1) (1.55 \times 10^{-4}) \\ &= 304.6 \times 10^{-4} \text{ m} \\ &= 30.5 \text{ mm} \end{aligned}$$

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.