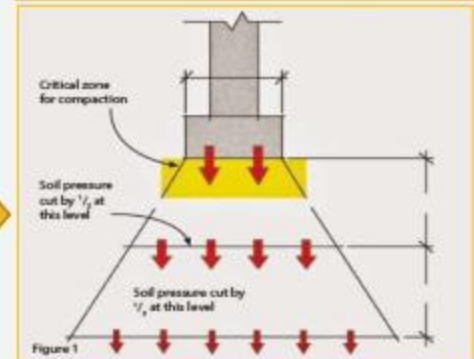
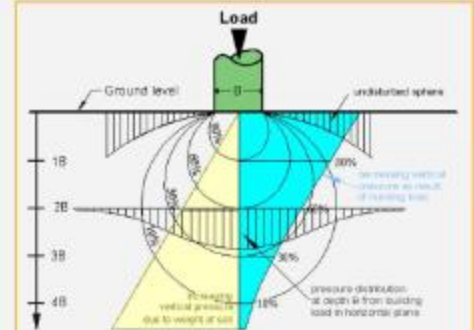
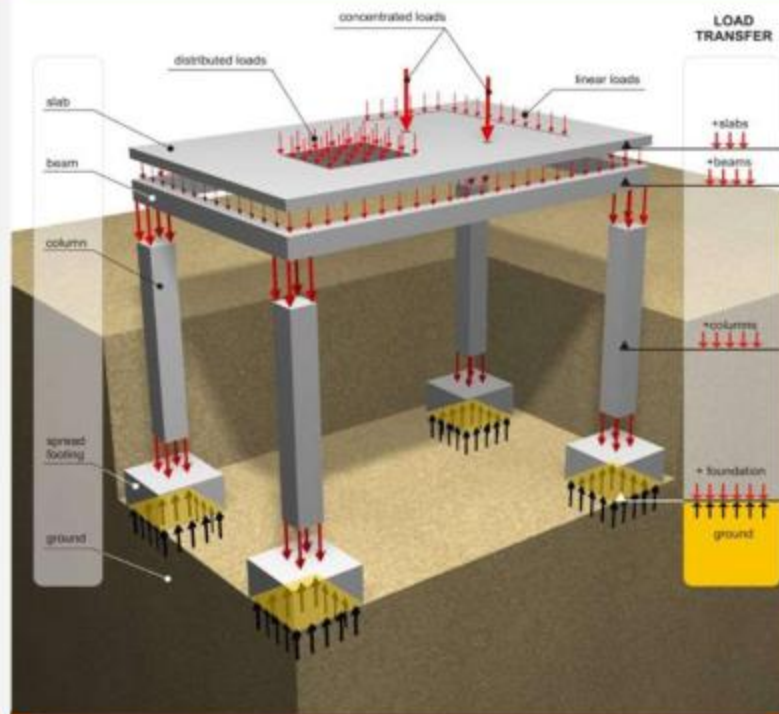


MEKANIKA TANAH – TEORI & STUDI KASUS

DISTRIBUSI TEGANGAN DALAM TANAH



MATERI DISAMPAIKAN OLEH :
HINAWAN T. SANTOSO, ST, MT

PART - 2

- B. MERATA-SQUARE, CIRCLE, TRIANGLE, TRAPEZOID
- TEORI NEWMARK

Beban terbagi rata

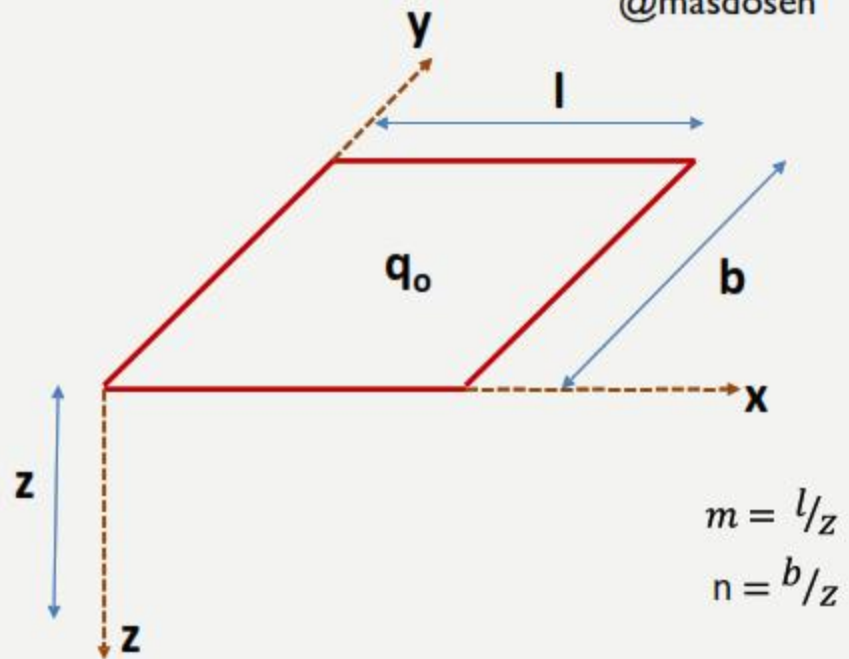
Terdiri dari :

- Square/Rectangular
- Circular
- Triangle
- Trapezoidal



RECTANGULAR

- Beban merata bersifat flexibel
- Tegangan yang dihitung adalah pada titik di bawah sudut beban



$$\sigma_z = q_o \frac{1}{4\pi} \left[\frac{2mn\sqrt{m^2 + n^2 + 1}}{m^2 + n^2 + 1 + m^2n^2} \times \frac{(m^2 + n^2 + 2)}{(m^2 + n^2 + 1)} + \tan^{-1} \left(\frac{2mn\sqrt{m^2 + n^2 + 1}}{m^2 + n^2 + 1 - m^2n^2} \right) \right]$$

Disederhanakan menjadi :

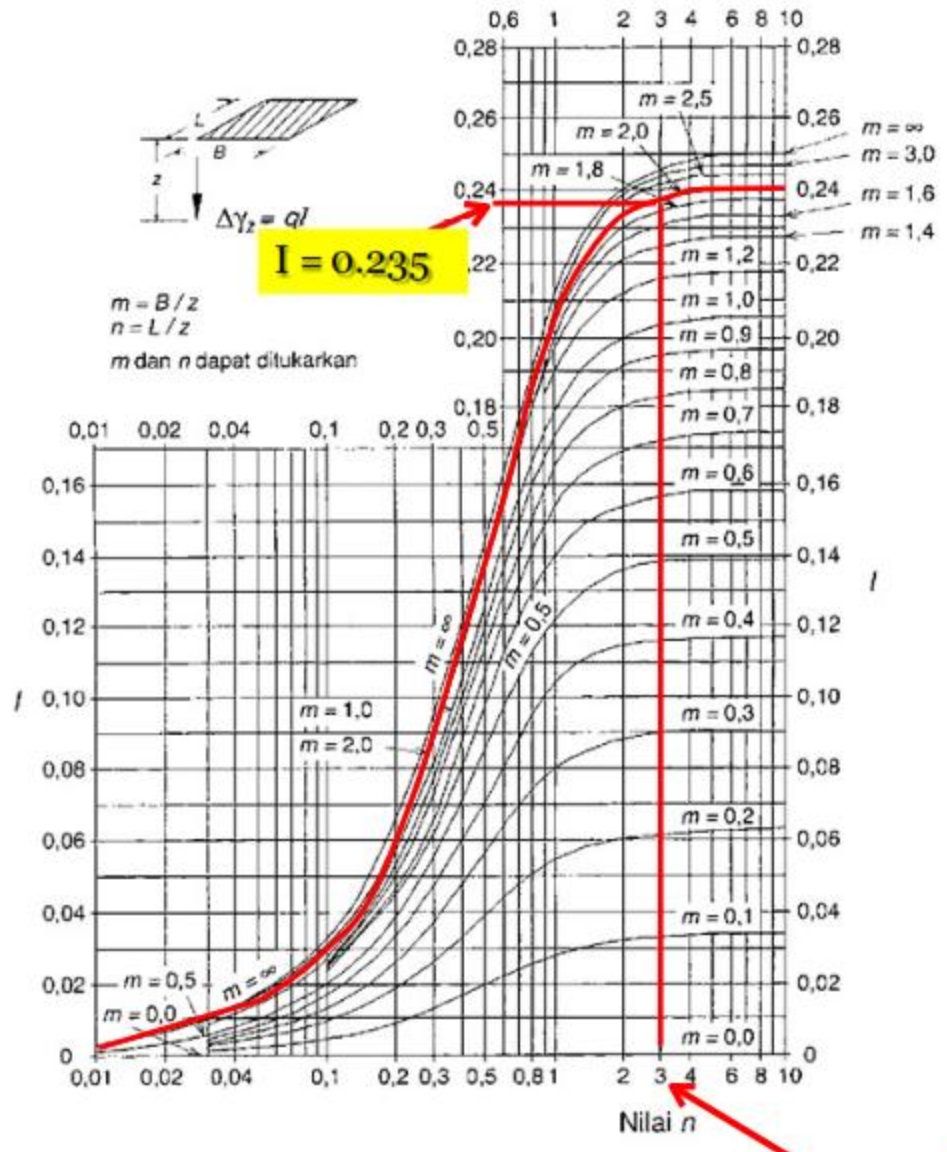
$$\sigma_z = q_o I$$

q_o = tegangan akibat beban pondasi

I = nilai factor pengaruh (chart US Navy, 1997)

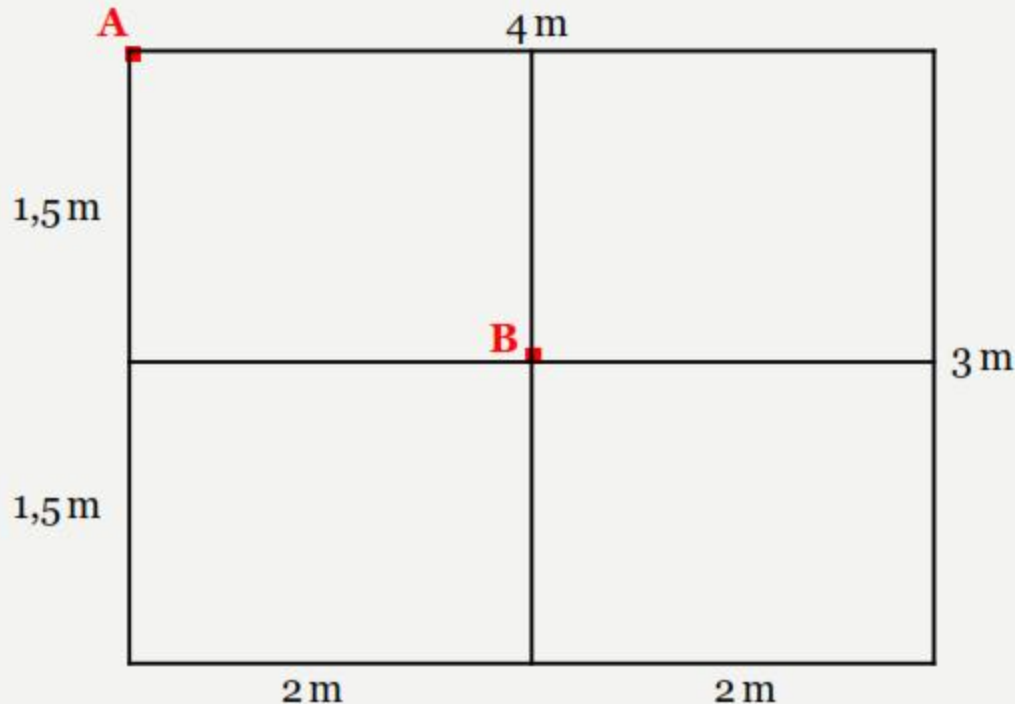
- Contoh:
Beban merata
9x6 m
 - Kedalaman yang ditinjau, $z=3$ m dari sudut luasan
 - $m = B/z = 6/3 = 2$
 - $n = L/z = 9/3 = 3$
 - $I = 0.235$

Influence value for vertical stress under corner of a uniformly loaded rectangular are (after US Navy 1971)



CONTOH SOAL 4:

Sebuah pondasi persegi panjang dengan Panjang 4 meter dan lebar 3 meter seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini. Beban yang bekerja pada pondasi $Q = 120 \text{ kN/m}^2$.

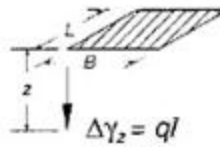


- Hitung tambahan tegangan vertikal ($\Delta\sigma_z$) yang terjadi pada titik A dan B

PENYELESAIAN 4 :

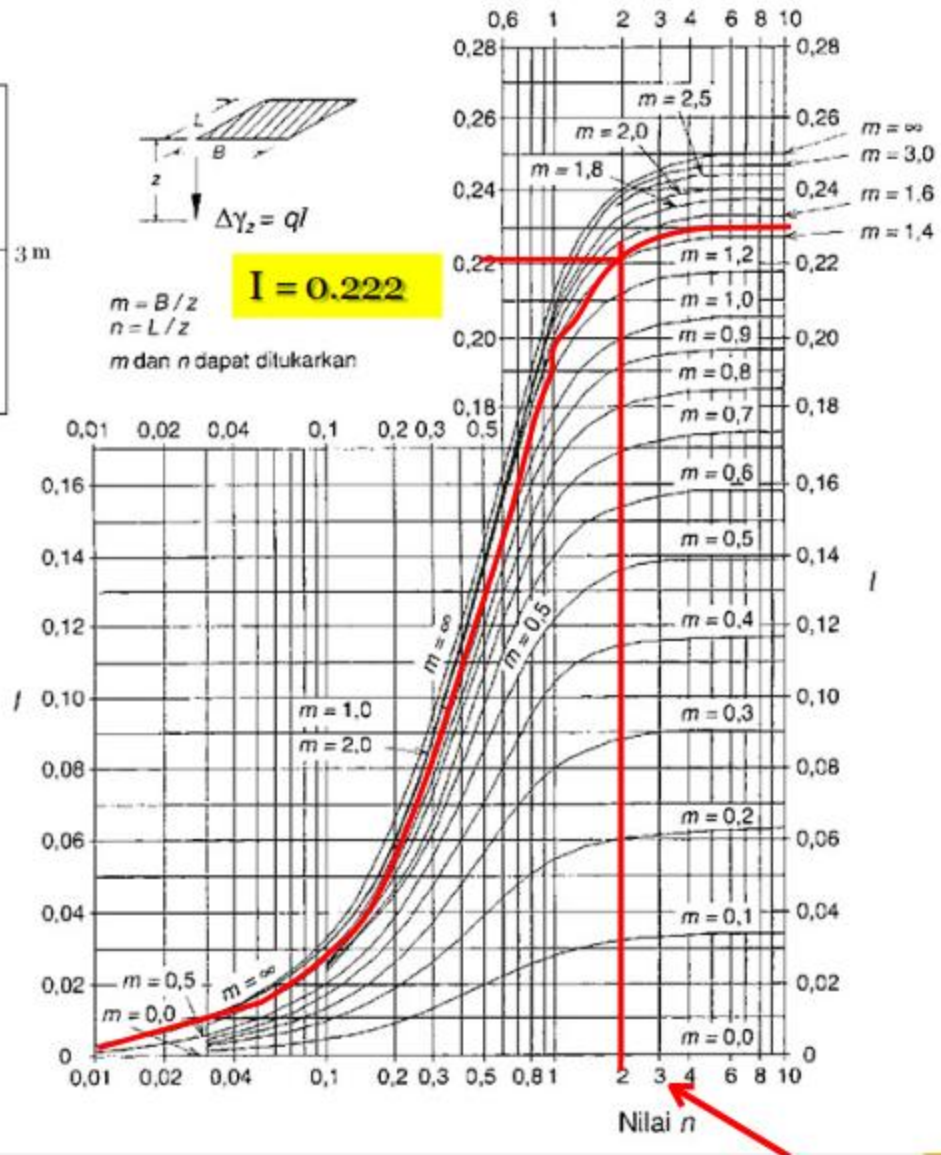


- Titik A berada di sudut luasan
- Beban merata 4x3 m
 - Kedalaman yang ditinjau, $z = 2$ m dari sudut luasan
 - $m = B/z = 3/2 = 1,5$
 - $n = L/z = 4/2 = 2$
 - $I = 0,222$
 - $\Delta\sigma_z = qI = 120 \times 0,222 = 26,64$ KPa

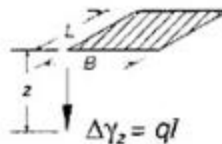
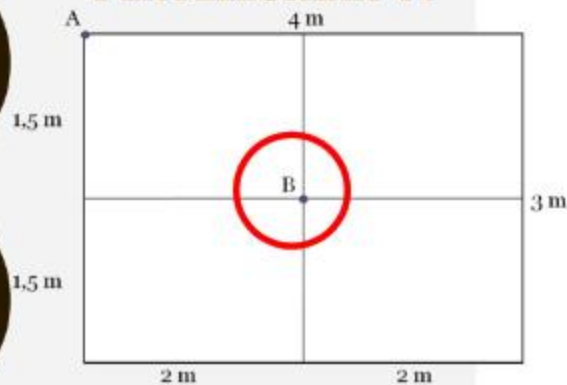


$m = B/z$
 $n = L/z$
 m dan n dapat ditukarkan

$$I = 0.222$$



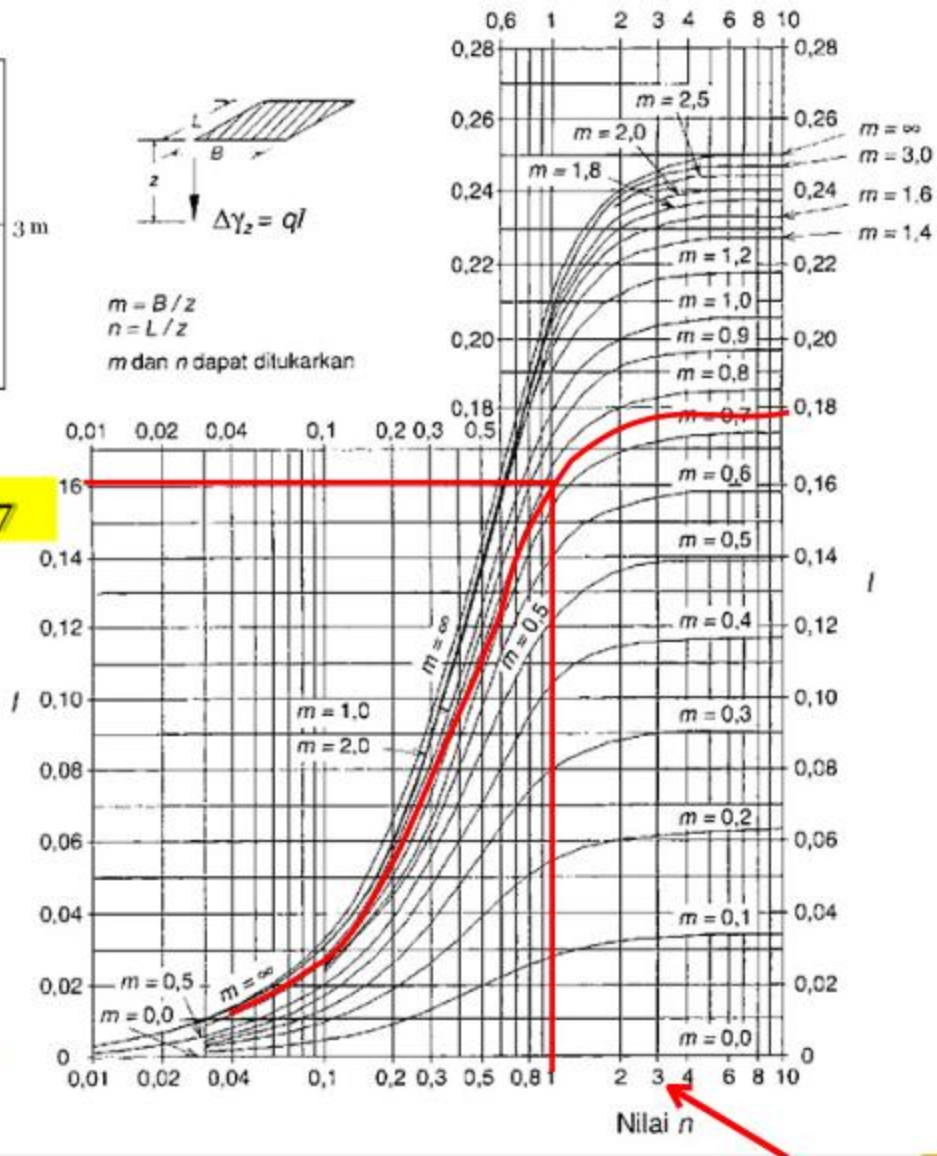
PENYELESAIAN 4 :



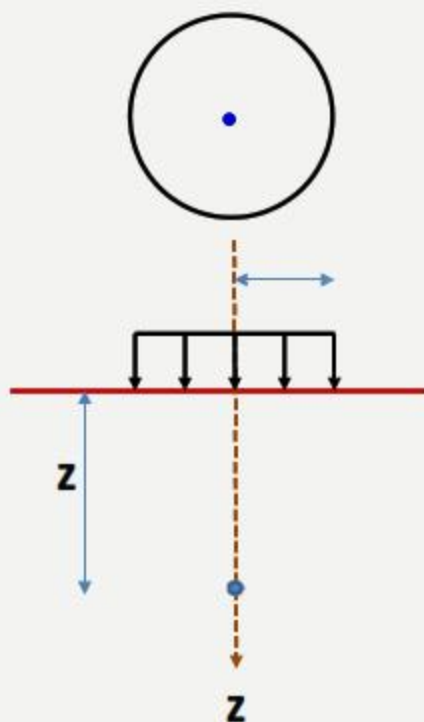
$m = B/z$
 $n = L/z$
 m dan n dapat ditukarkan

- Titik B berada di pusat luasan
- Beban merata $2 \times 1,5$ m
 - Kedalaman yang ditinjau, $z = 2$ m dari sudut luasan
 - $m = B/z = 1,5/2 = 0,75$
 - $n = L/z = 2/2 = 1$
 - $I = 0,157$
 - $\Delta\sigma_z = 4ql = 4 \times 120 \times 0,157 = 75,4$ KPa

$I = 0.157$



CIRCULAR

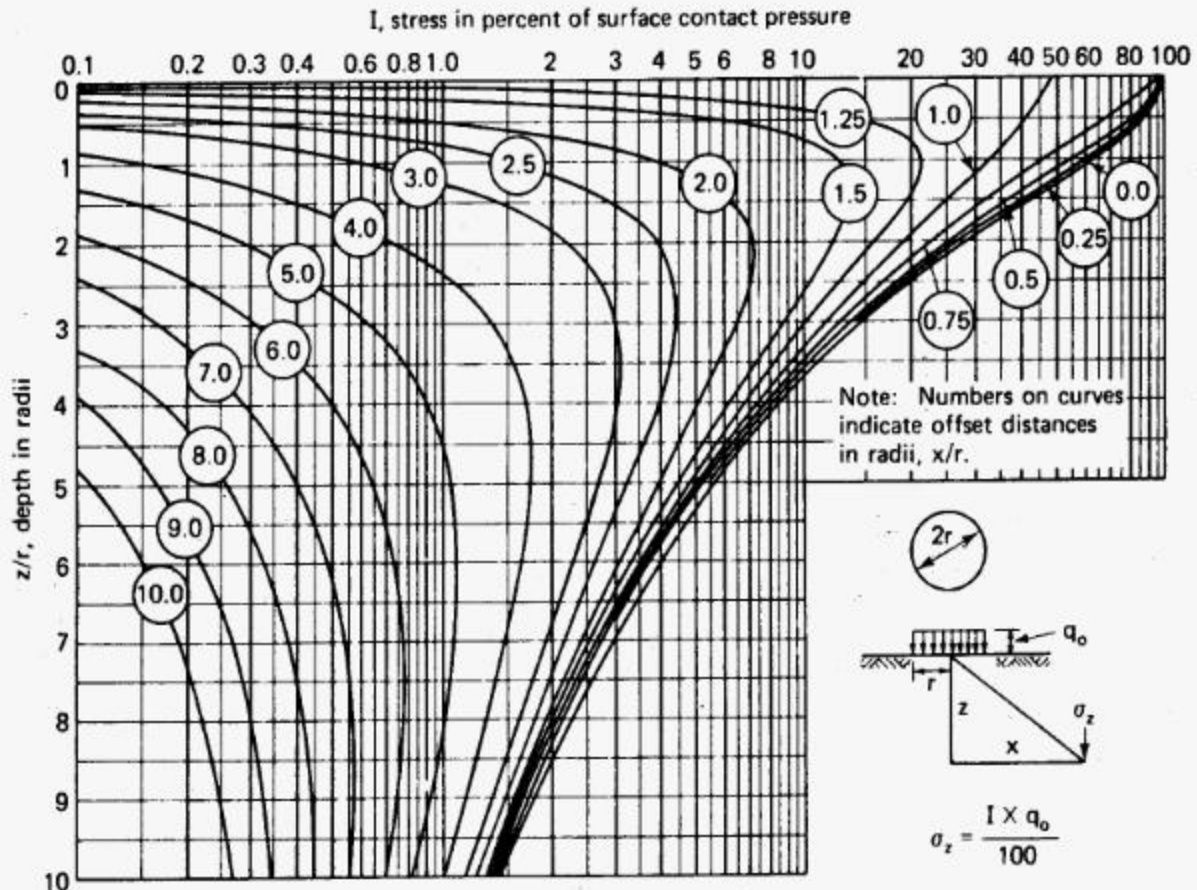


- Persamaan tegangan di bawah pusat lingkaran:

$$\sigma_z = q_o I$$

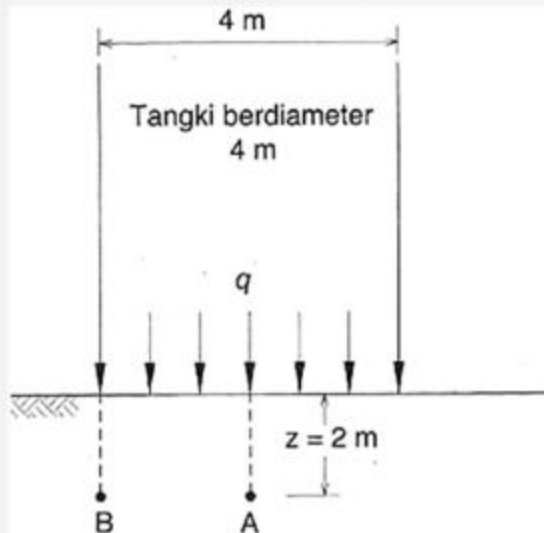
$$I = \left(1 - \frac{1}{[1 + (r/z)^2]^{3/2}} \right)$$

Untuk titik selain di bawah pusat lingkaran, dapat menggunakan **chart dari Foster dan Ahlvin, 1954**

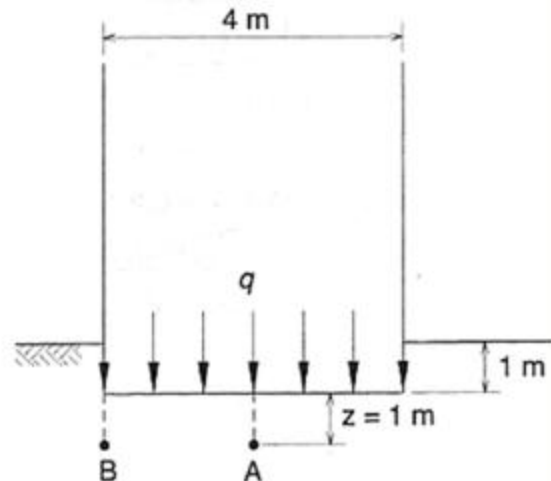


CONTOH SOAL 5:

Sebuah pondasi tangka berbentuk lingkaran dengan Diameter = 4 meter seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini. Beban yang bekerja pada pondasi $q = 120 \text{ kPa}$ dan $\gamma \text{ tanah} = 18 \text{ kN/m}^3$.



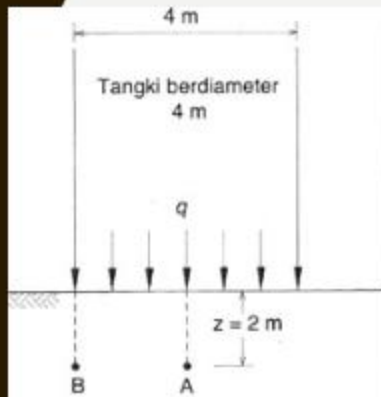
a) Tangki di permukaan



b) Tangki pada kedalaman 1 m

- Hitung $\Delta\sigma_z$ di titik A dan B pada dua kondisi:
 - a) Pondasi tangka di permukaan tanah
 - b) Pondasi tangka pada kedalaman 1 meter

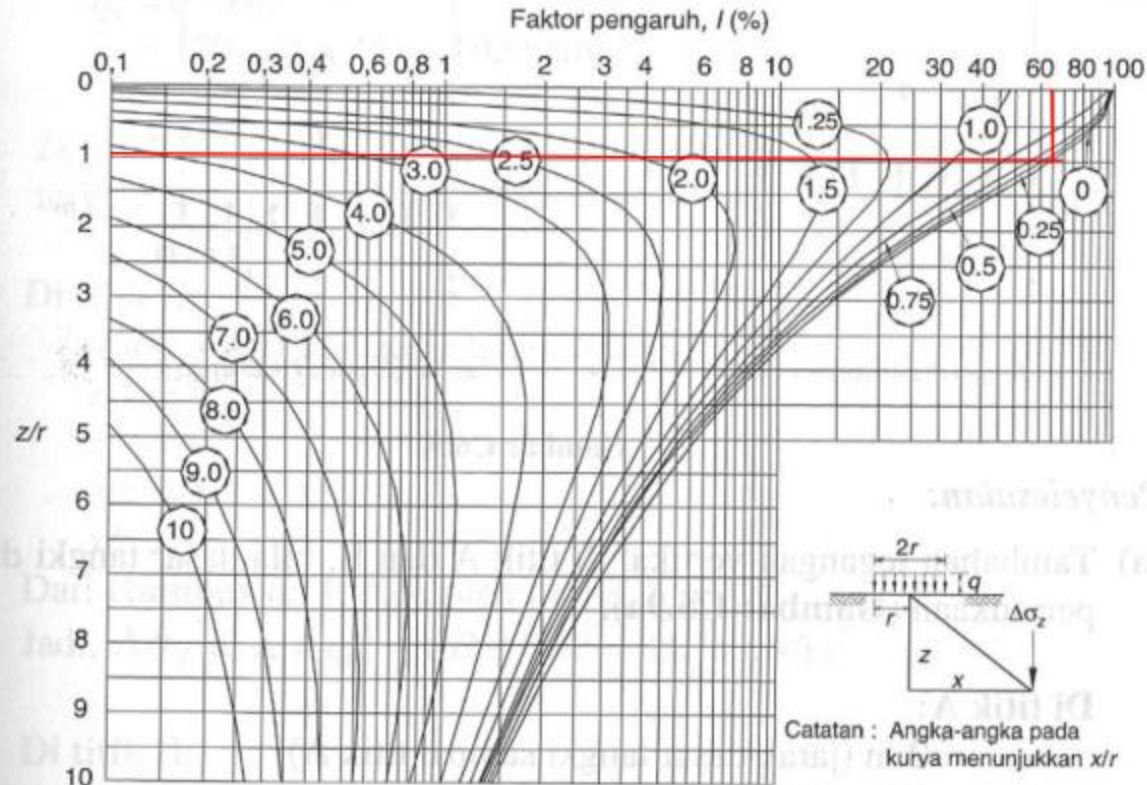
PENYELESAIAN 5 :



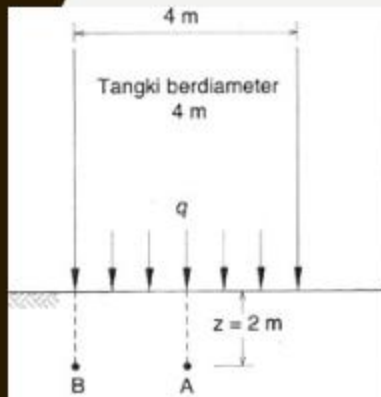
a) Tangki di permukaan

$\Delta\sigma_z$ di titik A

- $z = 2$ m
- $r = 4/2 = 2$
- $x = 0$
- $z/r = 2/2 = 1$
- $x/r = 0$
- $I = 64\%$
- $\Delta\sigma_z = qI$
 $= 120 \times 0,64$
 $= 76,8 \text{ kPa}$



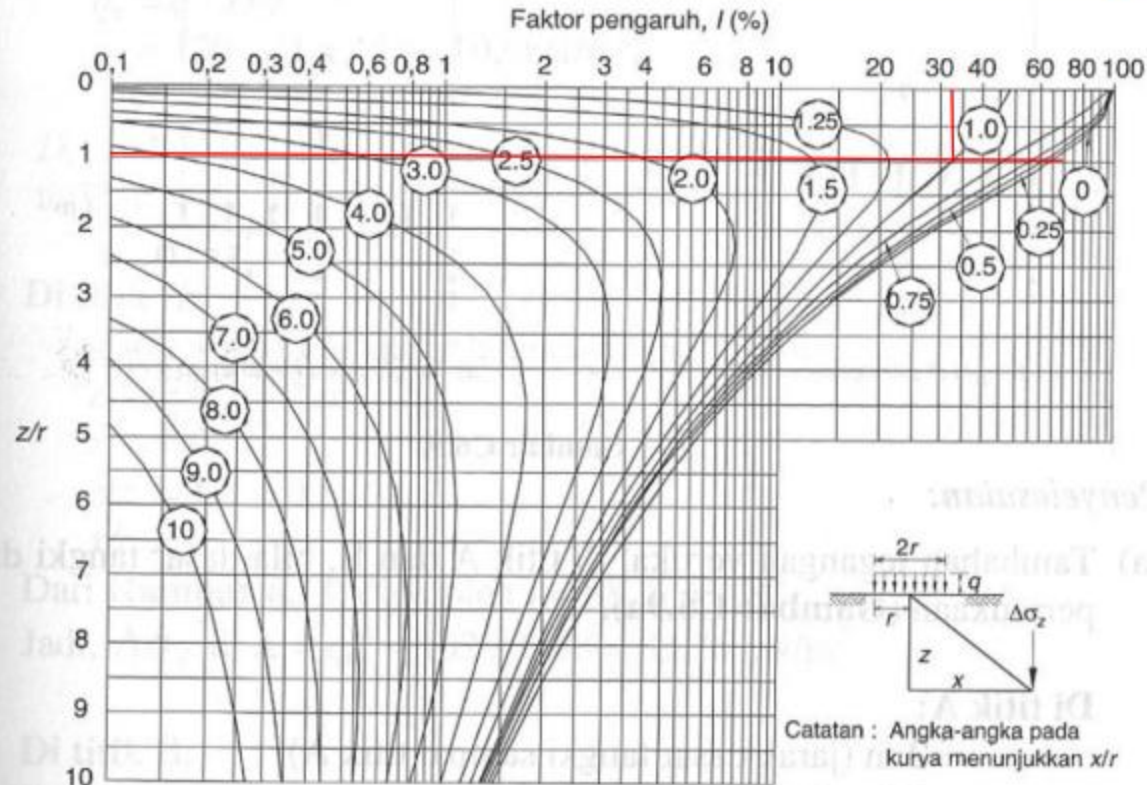
PENYELESAIAN 5 :



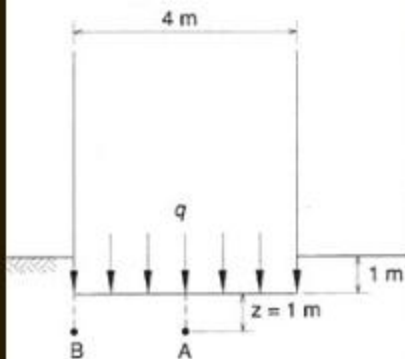
a) Tangki di permukaan

$\Delta\sigma_z$ di titik B

- $z = 2$ m
- $r = 4/2 = 2$
- $x = 2$
- $z/r = 2/2 = 1$
- $x/r = 2/2 = 1$
- $I = 33\%$
- $\Delta\sigma_z = qI$
 $= 120 \times 0,33$
 $= 39.6 \text{ kPa}$

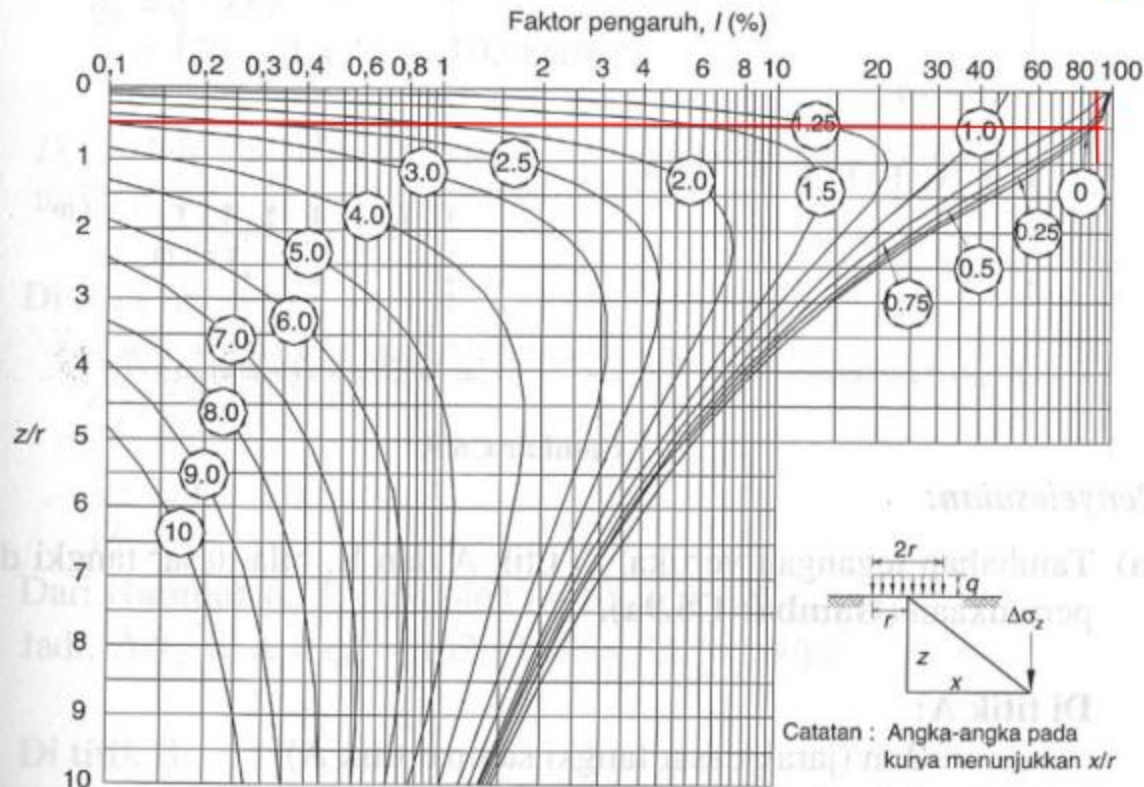


PENYELESAIAN 5 :



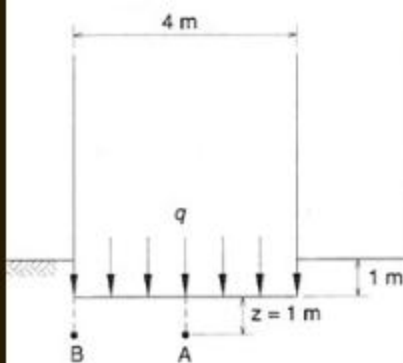
b) Tangkipada
kedalaman 1 m
 $\Delta\sigma_z$ di titik A

- $z = 1$ m
- $r = 4/2 = 2$
- $x = 0$
- $z/r = 1/2 = 0,5$
- $x/r = 0$
- $I = 88\%$
- $\Delta\sigma_z = q_n I$
 $= 102 \times 0,88$
 $= 89,76 \text{ kPa}$



- Perlu diperhitungkan tekanan fondasi netto (q_n), dengan $q_n = q - D_f \gamma$ (dikurangi berat tanah yang digali)
- $q_n = 120 - 1 \times 18 = 102 \text{ kPa}$

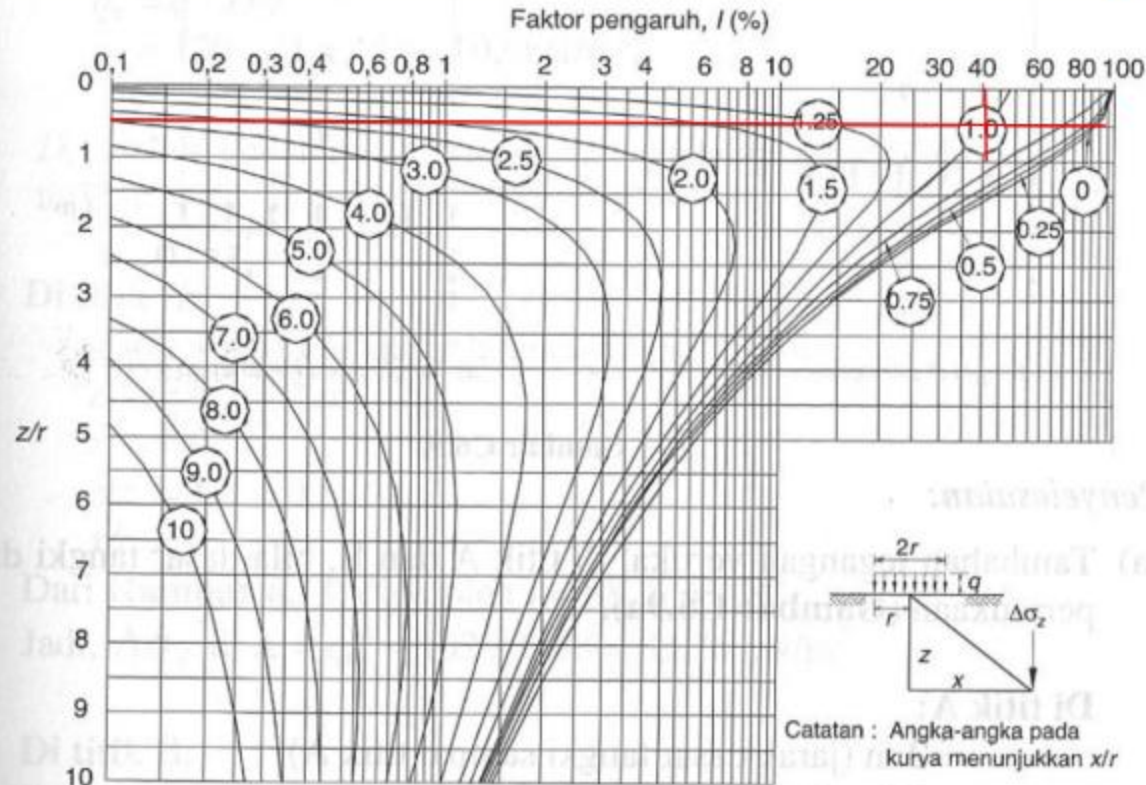
PENYELESAIAN 5 :



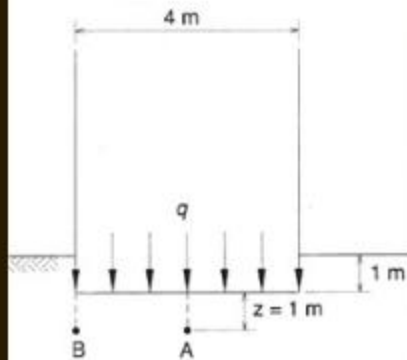
b) Tangkai pada kedalaman 1 m

$\Delta\sigma_z$ di titik B

- $z = 1$ m
- $r = 4/2 = 2$
- $x = 2$
- $z/r = 1/2 = 0,5$
- $x/r = 2/2 = 1$
- $I = 41\%$
- $\Delta\sigma_z = q_n \cdot I$
 $= 102 \times 0.41$
 $= 41,82 \text{ KPa}$



- Perlu diperhitungkan tekanan fondasi netto (q_n), dengan $q_n = q - D_f \gamma$ (dikurangi berat tanah yang digali)
- $q_n = 120 - 1 \times 18 = 102 \text{ kPa}$

PENYELESAIAN 5 :**ALTERNATIF SOLUSI**

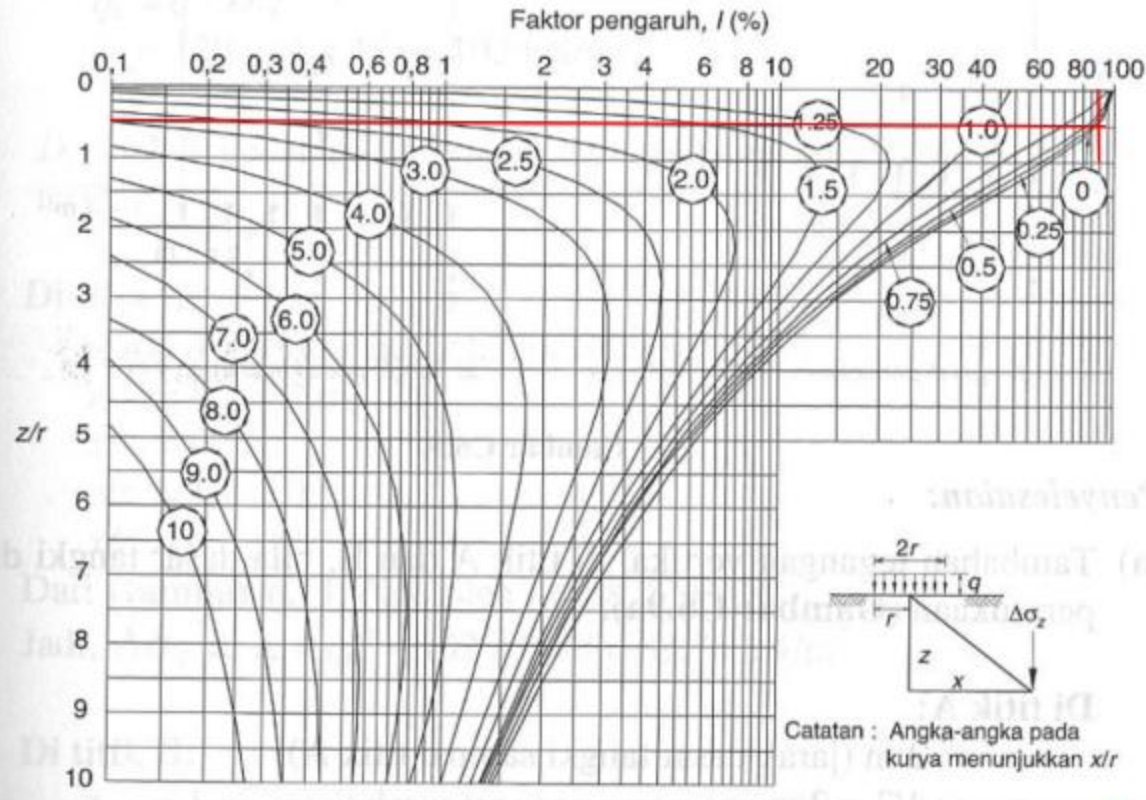
b) Tangkai pada kedalaman 1 m

$\Delta\sigma_z$ di titik A akibat penggalian

- $Z = 1 \text{ m}$
- $r = 4/2 = 2$
- $x = 0$
- $z/r = 1/2 = 0,5$
- $x/r = 0$
- $I = -88\%$
- $\Delta\sigma_z = D_f \gamma I$

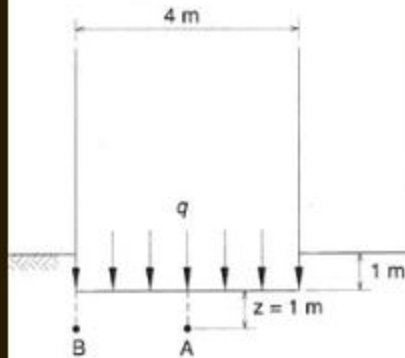
$$= 18 \times -0,88$$

$$= -15,84 \text{ kPa}$$



Tanah yang digali

- $D_f \gamma = 1 \times 18 = 18 \text{ kPa}$

PENYELESAIAN 5 :**ALTERNATIF SOLUSI**

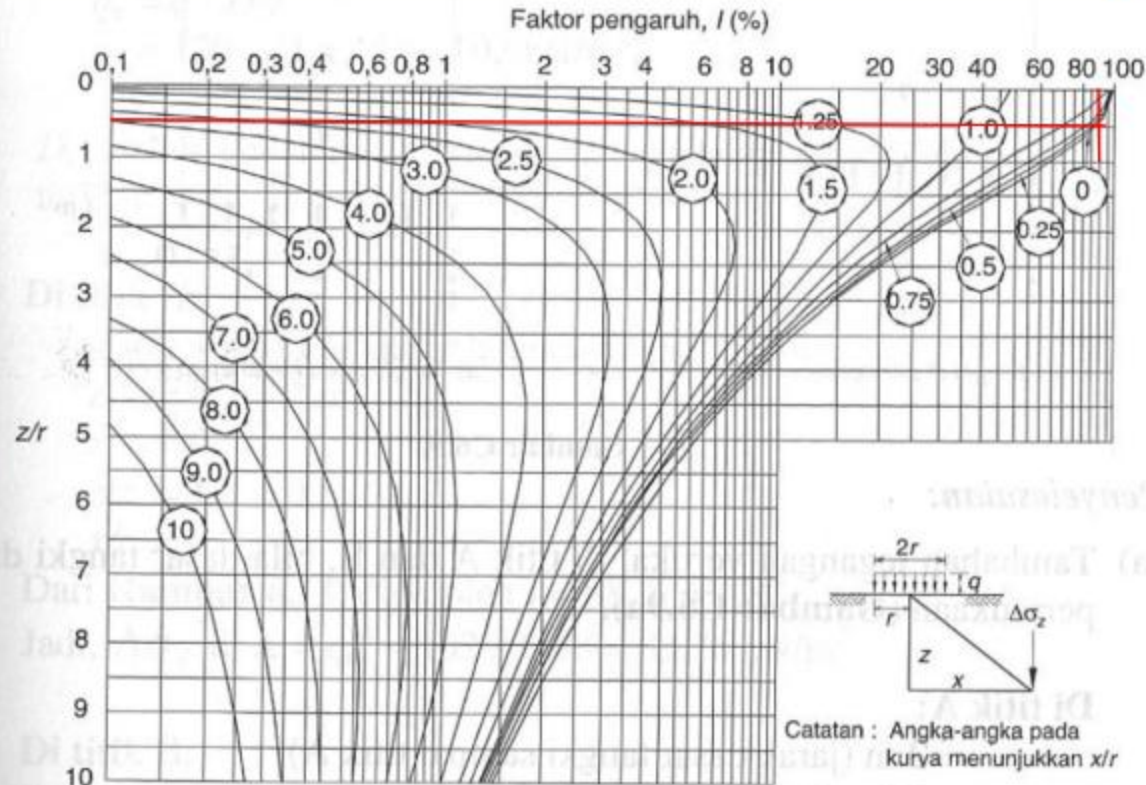
b) Tangkai pada kedalaman 1 m

$\Delta\sigma_z$ di titik A akibat q

- $z = 1 \text{ m}$
- $r = 4/2 = 2$
- $x = 0$
- $z/r = 1/2 = 0,5$
- $x/r = 0$
- $I = 88\%$
- $\Delta\sigma_z = q I$

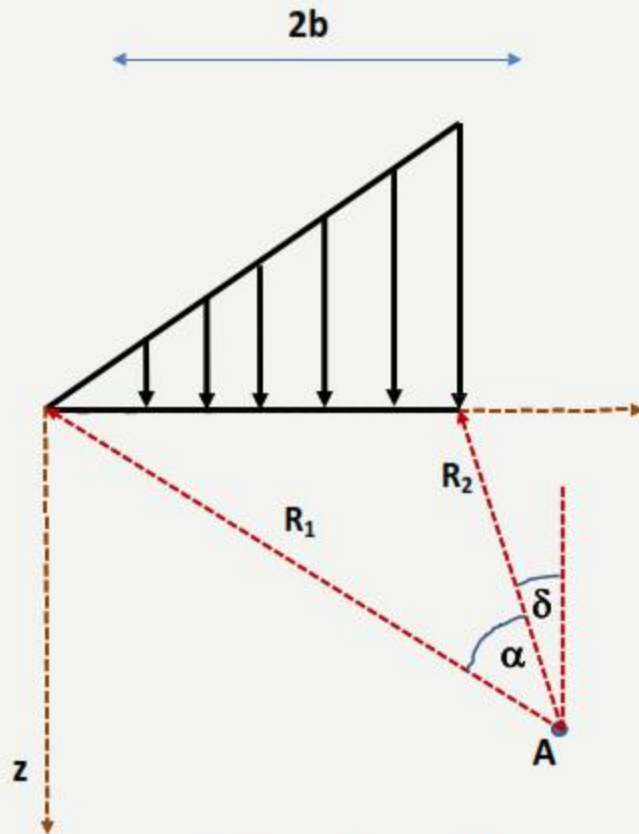
$$= 120 \times 0,88$$

$$= 105,6 \text{ KPa}$$



- $\Delta\sigma_{zn} = 105,6 - 15,84 = 89,76 \text{ KPa}$

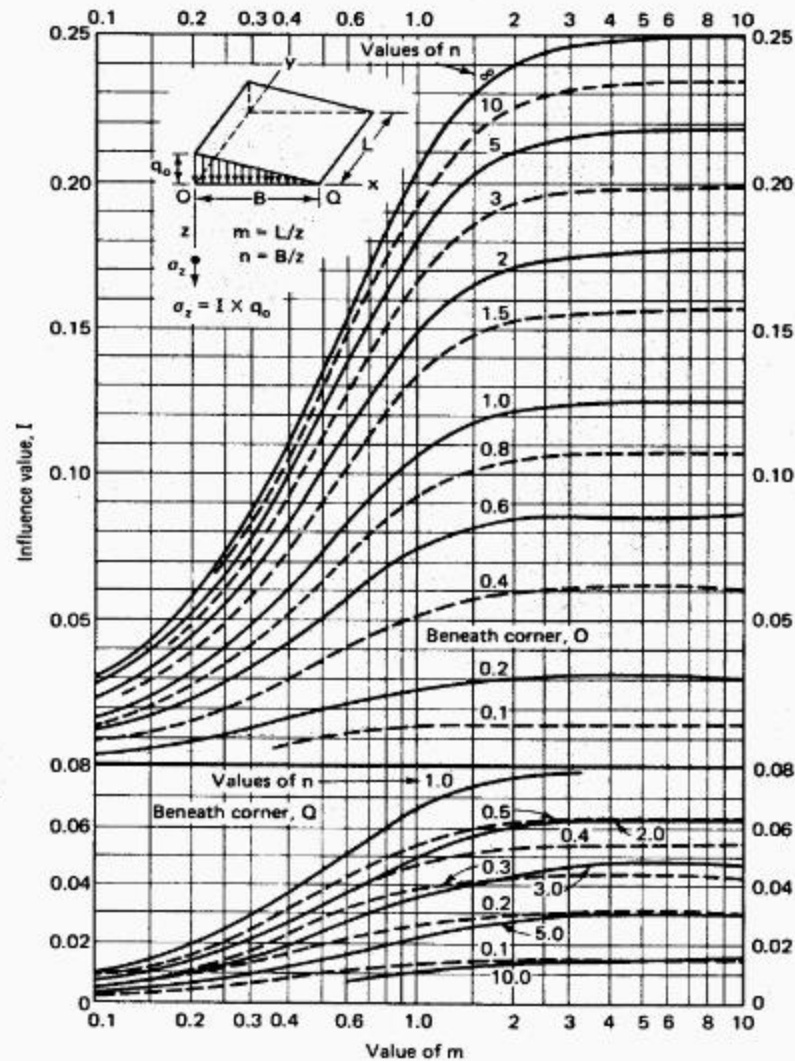
TRIANGLE



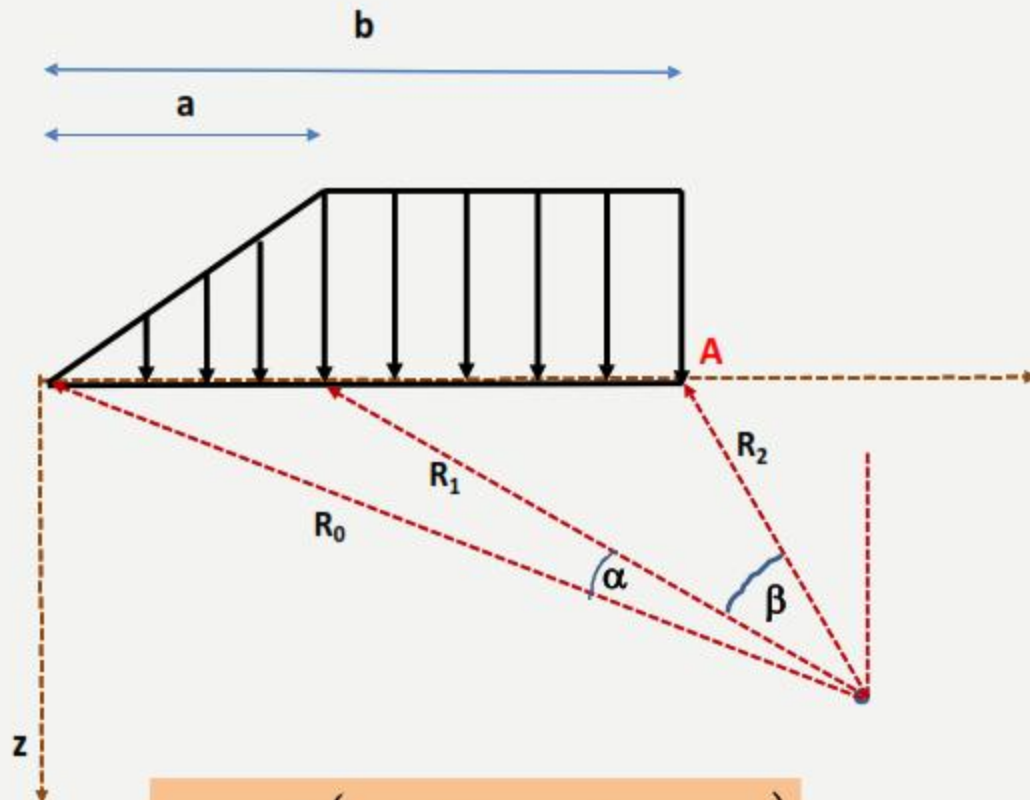
- Tambahan tegangan arah vertikal di titik A:

$$\Delta\sigma_z = \frac{q}{2\pi} \left(\frac{x}{b} \alpha - \sin 2\delta \right)$$

Catatan : δ dan α dalam radian



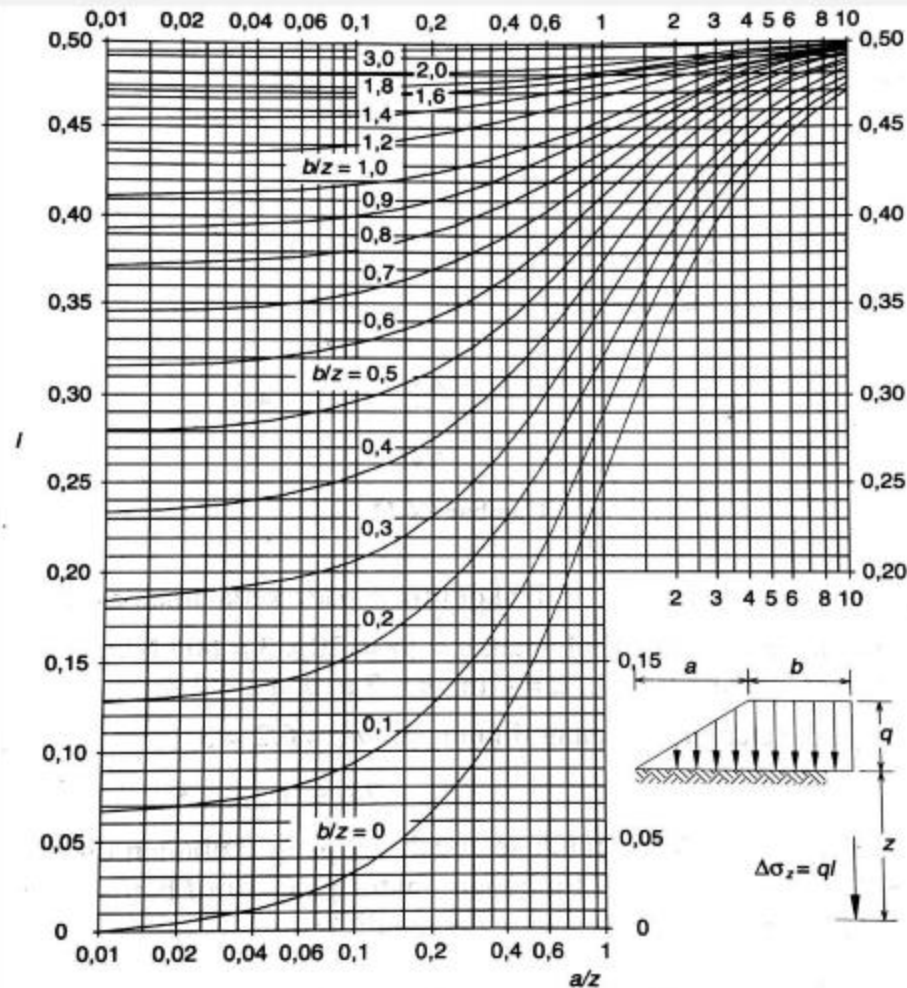
TRAPEZOIDAL

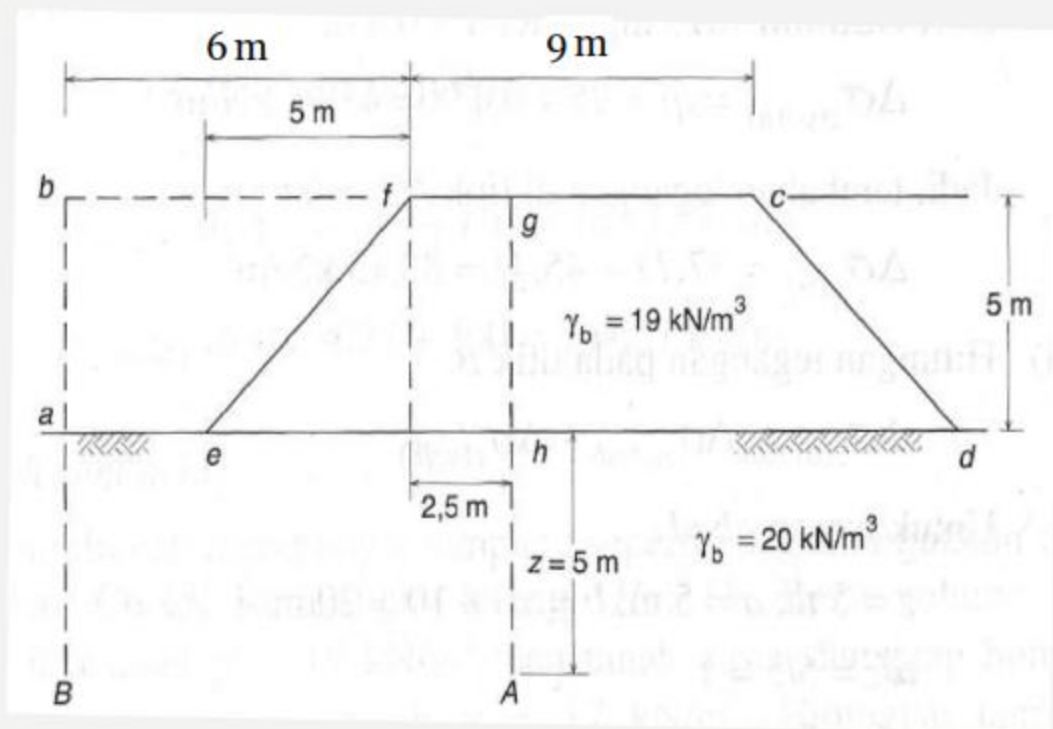


$$\Delta\sigma_z = \frac{q}{\pi} \left(\beta + \frac{x\alpha}{a} - \frac{z}{R_2^2} (x - b) \right)$$

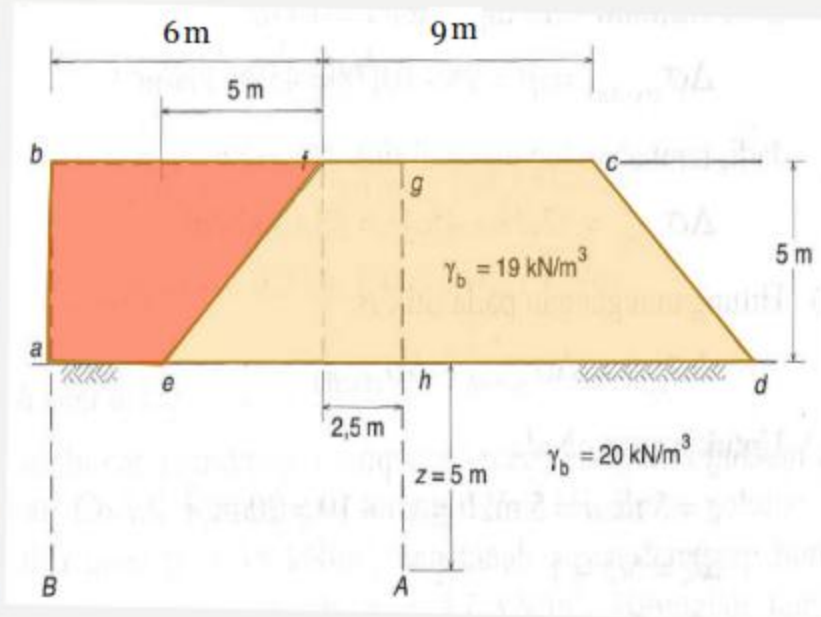
Catatan : β dan α dalam radian

Untuk distribusi tegangan di bawah titik A dapat menggunakan **chart Osterberg (1957); US Navy 1971**



CONTOH SOAL 6:

- Diketahui suatu timbunan jalan dengan tebal 5 m, lebar atas = 9 m, serta lebar bawah 19 m seperti pada gambar di atas.
- Hitunglah tambahan tegangan di titik B

PENYELESAIAN 6 :

- Luas abcd
 - $z = 5 \text{ m}$
 - $a = 5 \text{ m}$
 - $b = 15 \text{ m}$
 - $a/z = 1$
 - $b/z = 15/5 = 3$
 - $I = 0,49$
- Luas aefb
 - $z = 5 \text{ m}$
 - $a = 5 \text{ m}$
 - $b = 1 \text{ m}$
 - $a/z = 1$
 - $b/z = 1/5 = 0,2$
 - $I = 0,32$
- $\Delta\sigma_z$ di titik B
 - $= 95 \times 0,49 - 95 \times 0,32$
 - $= 16,15 \text{ kN/m}^2$

TEORI NEWMARK

- **Newmark (1942)** menyajikan sebuah diagram pengaruh yang dibuat dengan membuat lingkaran-lingkaran yang sepusat,
- Jari-jari lingkaran tersebut merupakan r/z dan $\Delta\sigma_z/q$ (**tak berdimensi**)

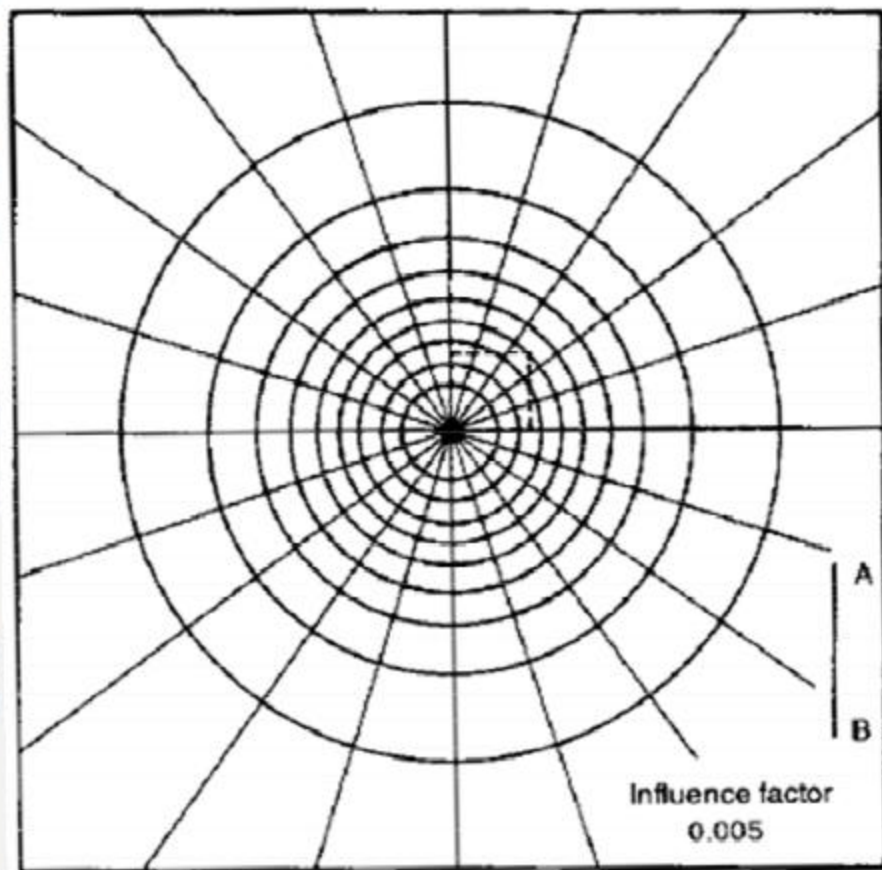
$$\Delta\sigma_z = q \left(1 - \frac{1}{[1 + (r/z)^2]^{3/2}} \right) \quad \text{diubah menjadi}$$

$$\frac{r}{z} = \sqrt{\left(1 - \frac{\Delta\sigma_z}{q} \right)^{-2/3} - 1}$$

$$\frac{\Delta\sigma_z}{q} = 0; 0.1; 0.2; 0.3; \dots; 1$$

Sehingga terdapat Sembilan lingkaran

- Nilai pengaruh diberikan oleh $1/n$, dengan n adalah jumlah elemen yang terpotong oleh garis lewat pusat lingkaran dengan lingkaran-lingkarannya
- Karena terdapat 200 elemen, maka nilai faktor pengaruhnya adalah $1/200 = 0,005$.



The Newmark chart for vertical stress under a foundation.

Sembilan lingkaran,
lingkaran ke sepuluh $r = \sim$

Terdapat 200 elemen
Nilai faktor pengaruh
 $= 1/200 = 0.005$

TEORI NEWMARK

Langkah-langkah menentukan besarnya tegangan vertikal adalah:

1. Tentukan kedalaman titik z yang akan ditentukan tegangan vertikalnya. Buat $z = AB$
2. Gambarkan denah pondasi **sesuai dengan skala panjang satuan garis AB**
3. Letakkan gambar bidang beban yang berskala ini di atas grafik Newmark, dimana titik yang ditinjau diletakkan ditengah /pusat lingkaran grafik Newmark.
4. Hitung jumlah elemen yang tertutup oleh pondasi tsb, misalnya n elemen
5. Tambahan tegangan pada kedalaman z, dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\Delta\sigma_z = n \cdot q \cdot I$$

Dimana : q = beban terbagi rata pd pondasi

n = jumlah elemen yang tertutup denah pondasi

I = faktor pengaruh yang ditentukan pada grafik Newmark

CONTOH SOAL 7:

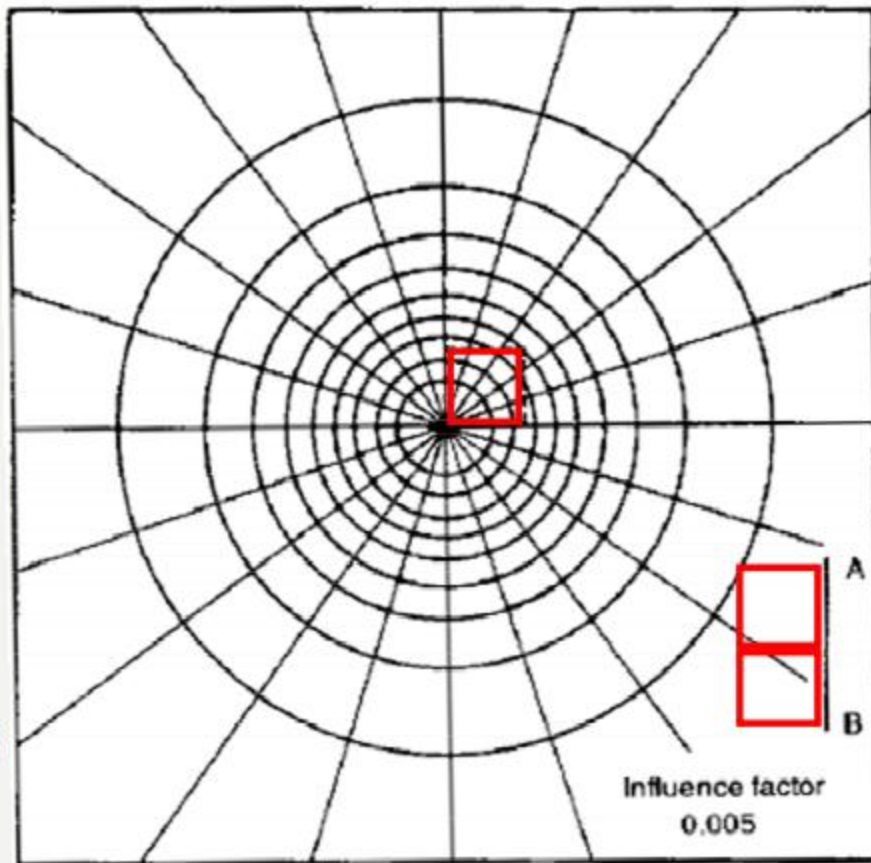
Tentukan penambahan tegangan vertikal pada pondasi bujur sangkar dengan ukuran 4.5m x 4.5m pada kedalaman 5m dibawah muka tanah. $q = 200 \text{ kN/m}^2$.

PENYELESAIAN 7:

- Karena $z = 5\text{m}$, maka panjang AB pada grafik = 5m.
- Karena ukuran pondasi yang simetris, maka hanya $\frac{1}{4}$ ukuran pondasi yang digambar.
- Dari gambar, $n = 13.9$

maka:

$$\begin{aligned}\sigma_z &= 4 \times 13.9 \times 200 \times 0.005 \\ &= 56 \text{ kN/m}^2.\end{aligned}$$



Thank you!

masdosen



STAY SMART, STAY SAFE & STAY HEALTH