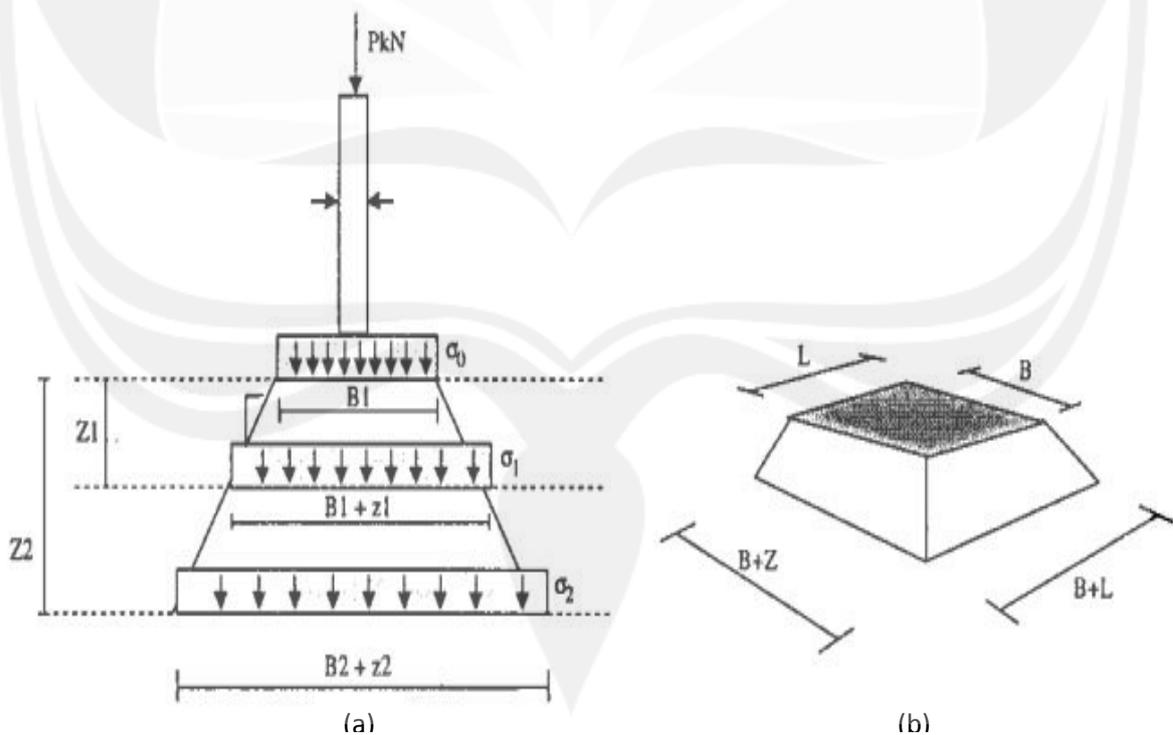


BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Distribusi Tegangan Dalam Tanah

Berbagai cara telah digunakan untuk menghitung tambahan tegangan akibat beban pondasi. Semuanya menghasilkan kesalahan bila nilai banding z/B bertambah. Salah satu cara pendekatan kasar yang sangat sederhana untuk menghitung tambahan tegangan akibat beban dipermukaan diusulkan oleh Boussinesq. Caranya dengan membuat garis penyebaran beban 2V : 1H (2 vertikal : 1 horisontal) seperti diperlihatkan gambar 3.1. (Hardiyatmo, 2002).



Gambar 3.1 Penyebaran tekanan tanah dengan cara pendekatan

3.2. Pondasi

Pondasi merupakan suatu konstruksi pada bagian bawah struktur (substructure) yang berfungsi untuk meneruskan beban dari bagian atas struktur (superstructure) ke lapisan tanah di bawahnya dengan tidak mengakibatkan keruntuhan geser tanah dan penurunan tanah saat penurunan pondasi yang berlebihan.

Secara umum pondasi dikelompokkan menjadi dua yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Menurut Bowles (1979) pondasi dangkal dinamakan sebagai alas, telapak, telapak tersebar atau pondasi rakit. Kedalaman pada umumnya $D/B \leq 1$ tetapi mungkin agak lebih.

Menurut Terzaghi, pengertian pondasi dangkal adalah jika kedalaman pondasi \leq lebar pondasi, maka pondasi tersebut dikatakan pondasi dangkal. Pada dasarnya pondasi dangkal berupa pondasi telapak, yaitu pondasi yang mendukung bangunan secara langsung pada tanah pondasi. Stabilitas pondasi dangkal dapat ditentukan dengan banyak cara dan stabilitas ini ditentukan oleh beberapa factor.

3.3. Penurunan Tanah

Bila suatu lapisan tanah mengalami pembebanan akibat beban di atasnya, maka tanah di dibawah beban yang bekerja tersebut akan mengalami kenaikan tegangan, eksek dari kenaikan tegangan ini adalah terjadinya penurunan elevasi tanah dasar (settlement). Pembebanan ini mengakibatkan adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel tanah, dan keluarnya air pori dari tanah yang disertai berkurangnya volume tanah. Hal inilah yang mengakibatkan terjadinya penurunan tanah.

Secara umum, penurunan dapat diklasifikasikan menjadi 3 tahap, yaitu :

1. **Penurunan seketika (*Immediate Settlement*)**, diakibatkan dari deformasi elastis tanah kering, basah, dan jenuh air, tanpa adanya perubahan kadar air. Umumnya, penurunan ini diturunkan dari teori elastisitas. *Immediate settlement* ini biasanya terjadi selama proses konstruksi berlangsung.
2. **Penurunan konsolidasi primer (*Primary Consolidation Settlement*)**, yaitu penurunan yang disebabkan perubahan volume tanah selama periode keluarnya air pori dari tanah. Pada penurunan ini, tegangan air pori secara kontinyu berpindah ke dalam tegangan efektif sebagai akibat dari keluarnya air pori. Penurunan konsolidasi ini umumnya terjadi pada lapisan tanah kohesif (*clay* / lempung)
3. **Penurunan konsolidasi sekunder (*Secondary Consolidation Settlement*)**, adalah penurunan setelah tekanan air pori hilang seluruhnya. Hal ini lebih disebabkan oleh proses pemampatan akibat penyesuaian yang bersifat plastis dari butir-butir tanah

Penurunan total dari tanah berbutir halus yang jenuh ialah jumlah dari penurunan segera, penurunan konsolidasi primer, dan penurunan konsolidasi sekunder. Bila dinyatakan dalam bentuk persamaan, penurunan total adalah (Hardiyatmo, 2002):

$$S_t = S_i + S_c + S_s$$

dengan,

S_t = Penurunan total

S_i = Penurunan segera

S_c = Penurunan akibat konsolidasi primer

S_s = Penurunan akibat konsolidasi sekunder

3.3.1. Penurunan Seketika (*Immediate Settlement*)

Penurunan seketika / penurunan elastic terjadi dalam kondisi *undrained* (tidak ada perubahan volume). Penurunan ini terjadi dalam waktu yang sangat singkat saat dibebani secara cepat. Besarnya penurunan elastic ini tergantung dari besarnya modulus elastisitas kekakuan tanah dan beban timbunan diatas tanah.

Penurunan segera pada beban berbentuk luasan empat persegi panjang fleksibel dinyatakan oleh persamaan:

$$S_i = \frac{q_n B}{E} (1 - \mu^2) I_p \quad (3.1)$$

Dimana :

S_i = Penurunan segera (m)

q_n = Beban timbunan (kN/m^2)

E = Modulus elastisitas tanah (kN/m^2)

μ = rasio poisson

B = Lebar area pembebanan (m)

I_p = koefisien pengaruh

Terzaghi (1943) mendefinisikan factor I_p ini sebagai :

$$I_p = \frac{1}{4\pi} \left(\frac{2mn(m^2+n^2+1)^{1/2}}{m^2+n^2+1+m^2n^2} \times \frac{(m^2+n^2+2)}{(m^2+n^2+1)} + \arctg \frac{2mn\sqrt{(m^2+n^2+1)}}{m^2+n^2+1-m^2n^2} \right) \quad (3.2)$$

Tabel 3.1 Perkiraan rasio Poisson (Bowles, 1977)

Macam Tanah	μ
Lempung jenuh	0,40 – 0,50
Lempung tak jenuh	0,10 – 0,30
Lempung berpasir	0,20 – 0,30
Lanau	0,30 – 0,35
Pasir padat	0,20 – 0,40
Pasir kasar ($e = 0,4-0,7$)	0,15
Pasir halus ($e = 0,4-0,7$)	0,25
Batu	0,10 – 0,40
Loess	0,10 – 0,30
Beton	0,15

(Sumber : Hary Christady, 2010)

Steinbrenner (1934) mengusulkan persamaan penurunan segera disudut luasan beban berbentuk empat persegi panjang yang terletak pada lapisan tanah dengan tebal H yang tebalnya terbatas (yaitu didasari lapisan yang keras) sebagai berikut (Hary Christady, 2010):

$$S_i = \frac{q_n}{E} I_p B \quad (3.3)$$

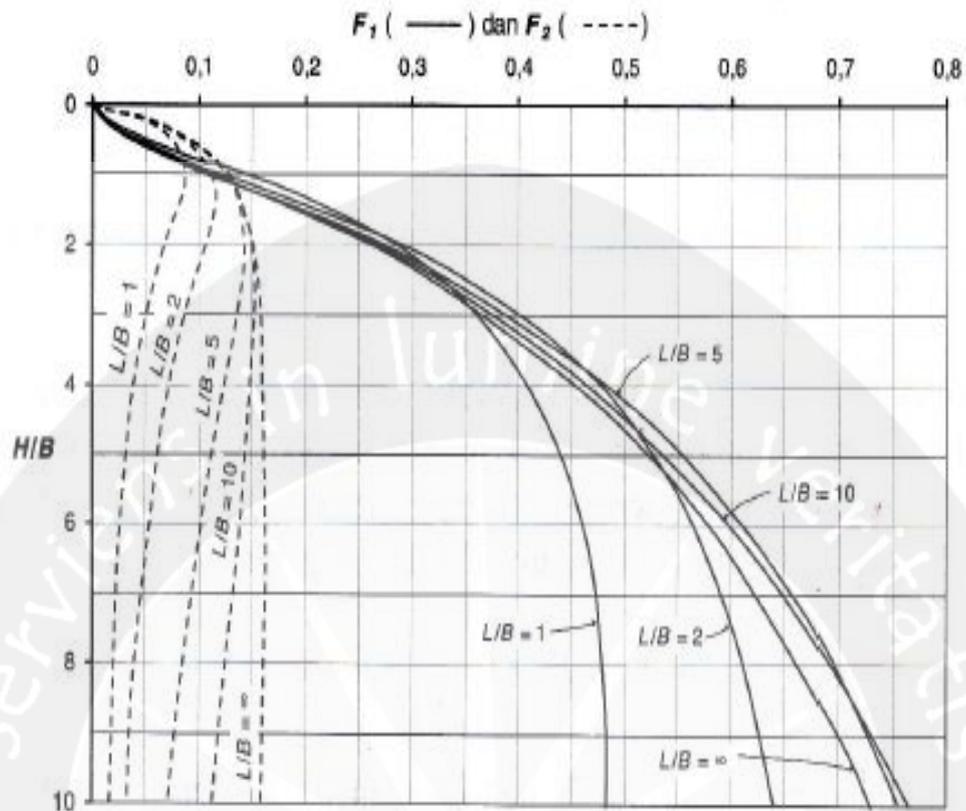
Dengan,

$$I_p = (1 - \nu^2)F_1 + (1 - \nu - 2\nu^2)F_2 \quad (3.4)$$

Karena teori Steinbrenner hanya berlaku untuk penurunan di luasan empat persegi panjang, maka penurunan segera di sembarang titik dihitung dengan cara:

$$S_i = \frac{Q_n}{E} \times (I_{p1}B_1 + I_{p2}B_2 + I_{p3}B_3 + I_{p4}B_4) \quad (3.5)$$

Dalam persamaan tersebut F_1 dan F_2 adalah koefisien yang dapat diperoleh dari Gambar 3.2



Gambar 3.2 Diagram untuk menentukan F1 dan F2 (Steinbrenner, 1934)

(Sumber : Hary Christady, 2010)

3.3.2. Penurunan konsolidasi primer

Penurunan konsolidasi primer terjadi akibat keluarnya air dalam ruang pori dalam tanah. Penurunan akibat konsolidasi primer dinyatakan oleh persamaan sebagai berikut:

$$S_c = \frac{\Delta e}{1+e_0} H \quad (3.6)$$

Untuk tanah tertentu, penurunan konsolidasi primer total dinyatakan oleh persamaan-persamaan berikut.

Bila didefinisikan:

$$p_1' = p_o' + \Delta p'$$

- a) Penurunan untuk tanah *normally consolidated* ($p'_c = p'_o$) dengan tegangan efektif sebesar p'_1

$$S_c = C_c \frac{H}{1+e_o} \log \frac{p'_1}{p'_o} \quad (3.7)$$

- b) Untuk tanah *overconsolidated* ($p'_c > p'_o$) penurunan konsolidasi primer total dinyatakan oleh persamaan yang bergantung nilai p'_1 ,

1. Bila, $p'_1 < p'_c$

$$S_c = C_r \frac{H}{1+e_o} \log \frac{p'_1}{p'_o} \quad (3.8)$$

2. Bila, $p'_1 > p'_c$

$$S_c = C_r \frac{H}{1+e_o} \log \frac{p'_c}{p'_o} + C_c \frac{H}{1+e_o} \log \frac{p'_1}{p'_c} \quad (3.9)$$

Dengan,

$$C_c = \frac{\Delta e}{\Delta \log p'} = \frac{e_1 - e_2}{\log (p_2' / p_1')} \quad (3.10)$$

$$C_r = \frac{\Delta e}{\Delta \log p'} = \frac{e_1 - e_2}{\log (p_2' / p_1')} \quad (3.11)$$

Dimana:

S_c : Penurunan konsolidasi primer (m)

Δe : perubahan angka pori

e_o : angka pori awal

H : tebal lapis tanah (m)

C_c : indeks pemampatan

C_r : indeks pemampatan kembali

Δp : tambahan tegangan akibat beban pondasi (kN/m^2)

p'_c : tekanan prakonsolidasi (kN/m^2)