

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pondasi Dangkal

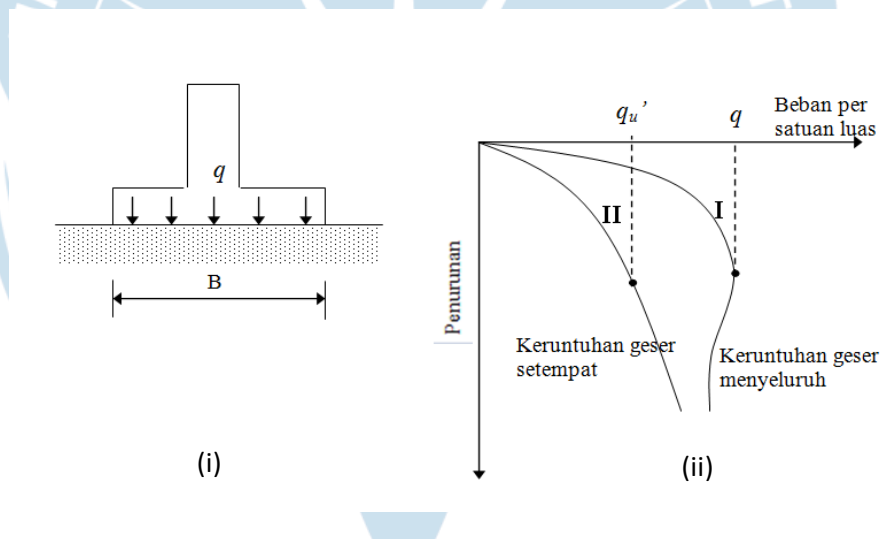
Salah satu bagian terpenting pada bangunan adalah pondasi. Pondasi berfungsi untuk menghantarkan beban dari struktur bangunan ke dalam tanah. Terdapat berbagai jenis pondasi, salah satunya adalah jenis pondasi dangkal. Pondasi dangkal merupakan jenis pondasi yang tidak memerlukan dalian tanah yang dalam karena biasanya hanya digunakan untuk membangun bangunan yang sederhana dan juga lapisan tanah dangkal sudah cukup keras untuk dibangun pondasi. Pondasi dangkal akan dipilih jika beban yang dihantarkan ke tanah tidak terlalu besar.

2.2 Unsaturated Soil dan Saturated Soil

Tanah yang ada di bumi secara umum dapat dibagi menjadi dua kondisi, yaitu tanah dalam keadaan jenuh sempurna (*saturated soil*) dan juga tanah dalam kondisi setengah jenuh atau tak jenuh (*unsaturated soil*). Perbedaan kedua kondisi tanah ini adalah akibat dari adanya perbedaan fase air dalam partikel-partikel yang membentuk tanah. Pada *saturated soil*, pori-pori tanah terisi dengan air seluruhnya. Namun pada *unsaturated soil*, tanah terdiri dari tiga komponen yaitu tanah, udara, dan air. Pada tanah tak jenuh terdapat udara di dalam rongga butiran tanah. Rongga udara ini mengakibatkan timbulnya gaya tarik/hisap yang disebut dengan *suction*. Saat ini, istilah *unsaturated soil* dipergunakan untuk semua jenis tanah yang memiliki tegangan air pori negatif/*suction*. Sedangkan *saturated soil* merupakan istilah untuk tanah yang tegangan air pori negatifnya sama dengan nol, dan *saturated soil* kebanyakan terletak di bawah muka air tanah.

2.3 Formula Daya Dukung Terzaghi

Daya dukung tanah (*bearing capacity*) adalah kekuatan tanah untuk menahan beban yang bekerja pada suatu tanah. Beban dari bangunan kemudian disalurkan ke tanah melalui pondasi. Daya dukung ultimate adalah kekuatan maksimum tanah dalam menerima beban yang bekerja di atasnya. Jika pada suatu pondasi seperti pada gambar (i) di bawah ini memiliki lebar B dan diletakkan di atas tanah, kemudian pondasi tersebut memiliki beban merata q dan akan bertambah besar, maka pondasi tersebut akan semakin menurun. Dapat kita lihat pada gambar (ii) tersebut, besar penurunan yang dihasilkan karena beban dari pondasi dapat terlihat dan q_u merupakan daya dukung ultimate dari tanah tersebut.

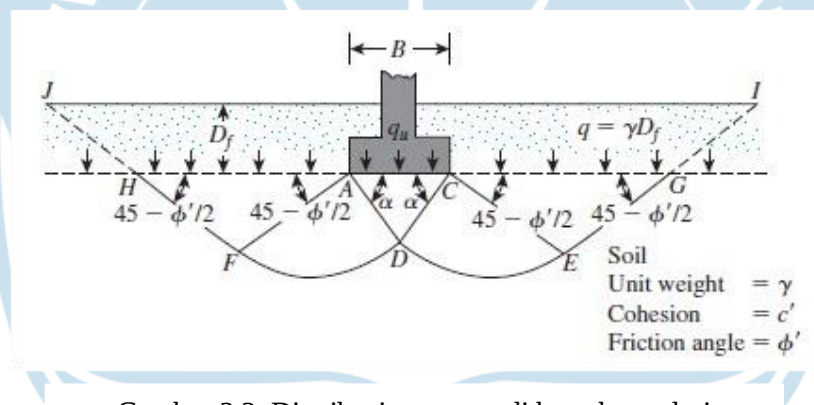


Gambar 2.1. Daya dukung tanah

- (i) Permodelan pondasi
- (ii) Daya dukung

Pada tahun 1943, Terzaghi mengembangkan persamaan daya dukung tanah berdasarkan parameter kuat geser tanah jenuh dengan asumsi pondasi menerima beban secara vertikal. Persamaan Terzaghi tersebut diperoleh dengan anggapan sebagai berikut :

- Tahanan geser horizontal di bawah pondasi diabaikan
- Tahanan geser horizontal digantikan beban $q = \gamma \cdot D_f$
- Distribusi tegangan di bawah pondasi dibagi menjadi 3 bagian
- Pondasi menerus diselesaikan seperti pada analisa dua dimensi
- Material tanah merupakan material yang homogen, kekuatan gesernya mengikuti hukum Mohr Coulumb



Gambar 2.2. Distribusi tegangan di bawah pondasi

Berikut merupakan rumus dari Terzaghi :

- Fondasi bujur sangkar

$$q_u = 1.3 c N_c + D_f \cdot \gamma \cdot N_q + 0.4 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma$$
- Fondasi lingkaran

$$q_u = 1.3 c N_c + D_f \cdot \gamma \cdot N_q + 0.3 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma$$

dimana :

q_u = daya dukung maksimum

c = kohesi tanah

γ = berat isi tanah

B = lebar pondasi (diameter untuk pondasi lingkaran)

L = panjang pondasi

D_f = kedalaman pondasi

N_c, N_q, N_γ = faktor daya dukung Terzaghi

Tabel 2.1 Faktor Daya Dukung Tanah

N_c	N_q	N_γ	Φ	N_c'	N_q'	N_γ'
5.7	1	0	0	5.7	1	0
7.3	1.6	0.5	5	6.7	1.4	0.2
9.6	2.7	1.2	10	8	1.9	0.5
12.9	4.4	2.5	15	9.7	2.7	0.9
17.7	7.4	5	20	11.8	3.9	1.7
25.1	12.7	9.7	25	14.8	5.6	3.2
37.2	22.5	19.7	30	19	8.3	5.7
57.8	41.4	42.4	35	25.2	12.6	10.1
95.7	81.3	100.4	40	34.9	20.5	18.8

2.4 Parameter Tanah

2.4.1 Berat Jenis Tanah

Berat jenis merupakan salah satu parameter tanah yang merupakan perbandingan antara volume butir tanah dengan volume air. Berat jenis suatu tanah dapat diperoleh dari hasil pengujian laboratorium. Rumus berat jenis tanah adalah :

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$$

Dimana :

G_s : Angka Pori

γ_s : Berat volume butir tanah

γ_w : Berat volume air

2.4.2 Angka Pori (e)

Angka pori (e) merupakan perbandingan antara volume rongga dengan volume butiran tanah. Rumus dari angka pori adalah sebagai berikut :

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

Dimana :

e : Angka pori

V_v : Volume rongga

V_s : Volume butiran tanah

2.4.3 Kohesi (c)

Kohesi adalah gaya tarik menarik antar partikel. Kohesi akan semakin besar jika kekuatan gesernya makin besar. Nilai kohesi (c) diperoleh dari pengujian laboratorium yaitu pengujian kuat geser langsung (direct shear test) dan pengujian triaxial (triaxial test).

2.4.4 Poisson's Ratio

Poisson's ratio merupakan rasio kompresi poros terhadap regangan pemuaian lateral. Nilai *poisson's ratio* dapat ditentukan dari jenis tanah tersebut seperti Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Tabel Perkiraan Nilai Poisson's Ratio (Bowles, 1968)

Jenis Tanah	Poisson's Ratio (μ)
Lempung jenuh	0,4 – 0,5
Lempung tak jenuh	0,1- 0,3
Lempung berpasir	0,2 – 0,3
Lanau	0,3 – 0,35
Pasir padat	0,2 – 0,4
Pasir kasar ($e= 0,4 – 0,7$)	0,15
Pasir halus ($e=0,4 – 0,7$)	0,25
Batu	0,1 – 0,4
Loses	0,1 – 0,3

2.4.5 Modulus Elastisitas

Modulus young menunjukkan besarnya nilai elastisitas tanah yang merupakan perbandingan antara tegangan terhadap regangan. Nilai modulus elastisitas dapat diperoleh dari uji triaxial.

Tabel 2.3 Tabel Perkiraan Nilai Modulus Elastisitas (Bowles, 1977)

Jenis Tanah	E (kg/cm ²)
Lempung	
Sangat lunak	3 – 30
Lunak	20 – 40
Sedang	45 – 90
Keras	70 – 200
Berpasir	300 – 425

Pasir	
Berlanau	50 - 200
Tidak padat	100 – 250
Padat	500 – 1000
Pasir dan Kerikil	
Padat	800 – 2000
Tidak padat	500 – 1400
Lanau	20 – 200
Loses	150 – 600
Cadas	1400 – 14000

2.4.6 Porositas (n)

Porositas (n) merupakan nilai perbandingan antara volume pori dan volume tanah total. Dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$n = \frac{V_v}{V}$$

Dimana :

n : Porositas

V_v : Volume pori

V : Volume total

2.5 Daya Dukung Tanah Tak Jenuh

Matric suction memiliki pengaruh besar terhadap peningkatan kuat geser tanah. Menurut Brom (1963) yang melakukan penelitian terhadap perkerasan lentur tanah jenuh mengamati bahwa saat derajat kejenuhan tanah meningkat, dapat menurunkan besar daya dukung tanah. Dengan mempertimbangkan pengaruh *matric suction* ini dilakukan modifikasi terhadap persamaan Terzaghi dengan menambahkan komponen *matric suction*. Konsep ini diperkenalkan oleh Fredlund dan Morgenstern (1977) dengan rumus sebagai berikut :

$$q_u = (c' + (u_a - u_w)\tan\phi^b)N_c + qN_q + 0.5 B\gamma N_\gamma$$

Dimana

q_u : Daya dukung tanah

c' : kohesi

$(u_a - u_w)$: *Matric suction*

ϕ^b : Sudut gesekan internal karena kontribusi *matric suction*

q : Tekanan tanah tambahan

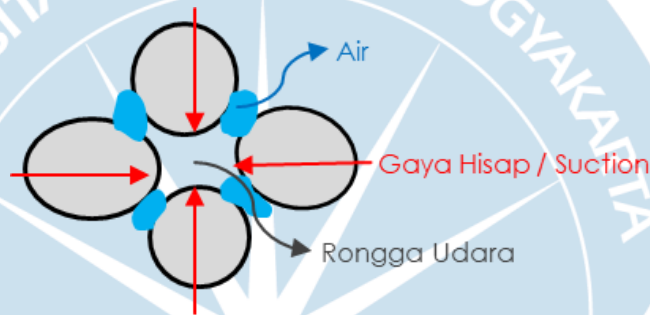
B : Lebar pondasi

γ : Berat volume tanah

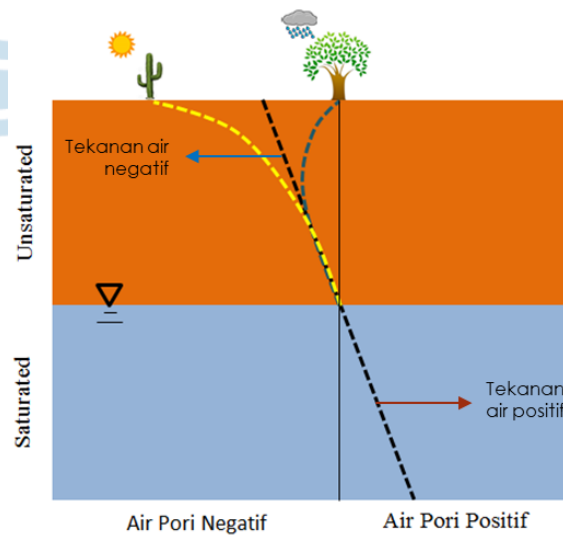
N_c, N_q dan N_γ : Faktor daya dukung

2.6 Tekanan Air Pori Negatif

Tekanan air pori negatif atau sering juga disebut dengan *suction* adalah gaya tarik atau gaya hisap yang dimiliki oleh tanah tak jenuh. Pada tanah tak jenuh, air hanya berada di antara butir-butir tanah seperti pada gambar 2.3 sehingga pada bagian tengah antara butir-butiran tanah terdapat rongga udara. Oleh karena itu terjadi gaya yang menarik air masuk ke dalam butiran tanah. Pada saat terjadi infiltrasi, tekanan air pori negatif berkurang dan pada saat terjadi evaporasi, tekanan air pori bertambah seperti pada gambar 2.4.



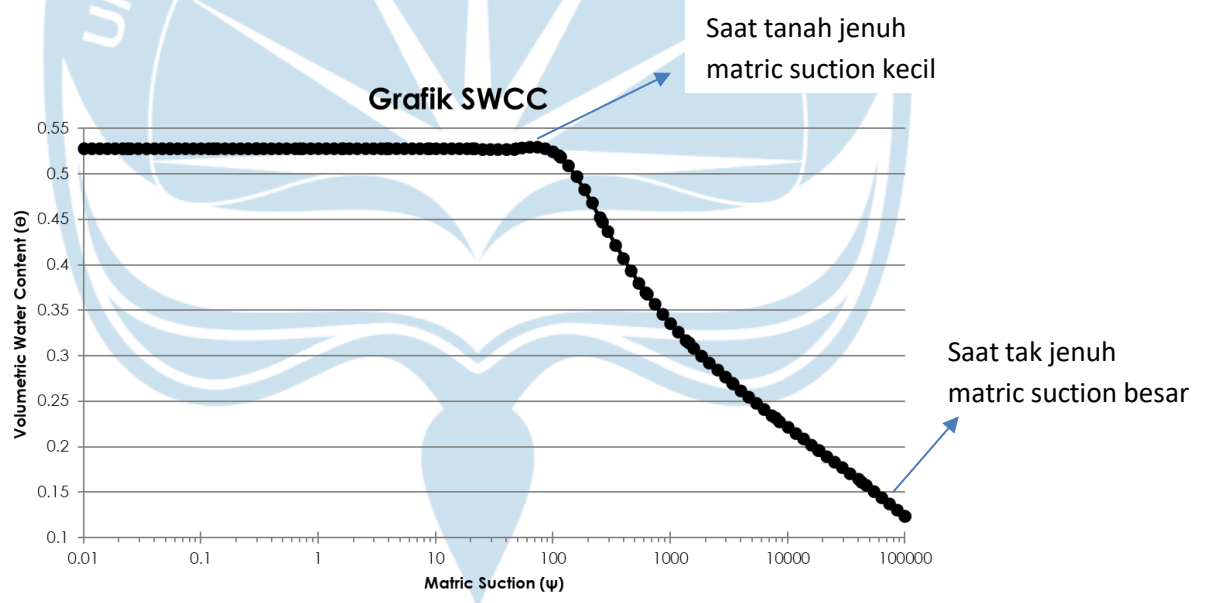
Gambar 2.3. *Matric Suction*



Gambar 2.4. Infiltrasi dan Evaporasi

2.3 Soil Water Characteristic Curve (SWCC)

Soil Water Characteristic Curve (SWCC) adalah grafik hubungan antara kadar air tanah dan juga *matric suction*. Grafik *Soil Water Characteristic Curve (SWCC)* merupakan salah satu parameter yang penting yang digunakan untuk memodelkan pengaruh air dalam tanah. Grafik *Soil Water Characteristic Curve (SWCC)* dapat memberikan informasi penting mengenai bagaimana karakteristik suatu tanah tak jenuh. Contoh dari grafik SWCC dapat dilihat di Gambar 2.5 di bawah ini. Dari Gambar 2.5, dapat dilihat bahwa grafik SWCC memiliki pola yang khas. Pada saat tanah jenuh, besar nilai *suction* terlihat tidak mengalami perubahan yang signifikan. Namun pada saat kejenuhan tanah semakin berkurang, nilai *suction* semakin bertambah secara signifikan.



Gambar 2.5. *Soil Water Characteristic Curve*