

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Tanah**

##### **3.1.1 Pengertian Tanah**

Dalam pengertian teknik secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) padat yang tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut.

Semua macam tanah secara umum terdiri dari tiga bahan, yaitu butiran tanahnya sendiri, air dan udara yang terdapat dalam ruangan antara butir-butir tersebut. Ruangan ini disebut pori (*voids*). Apabila tanah sudah benar-benar kering maka tidak akan ada air sama sekali dalam porinya, keadaan semacam ini jarang ditemukan pada tanah yang masih dalam keadaan asli dilapangan. Air hanya dapat dihilangkan sama sekali dari tanah apabila kita ambil tindakan khusus untuk maksud itu, misalnya dengan memanaskan di dalam oven (*Wesley, L.D. 1977, Hal 1*)

Sebaliknya sering ditemukan keadaan dimana pori tanah tidak mengandung udara sama sekali, jadi pori tersebut menjadi penuh terisi air. Dalam hal ini tanah dikatakan jenuh air (*fully saturated*). Tanah yang terdapat dibawah muka air hampir selalu dalam keadaan jenuh air. Teori-teori yang di pergunakan dalam bidang mekanika tanah ini sebagian besar dimaksudkan untuk tanah yang jenuh air. Teori konsolidasi misalnya serta teori kekuatan geser tanah bergantung pada anggapan bahwa pori tanah hanya mengandung air, dan sama sekali tidak mengandung udara (*Wesley, L.D, 1977, Hal 1*).

Menurut *Dunn*, 1980 berdasarkan asalnya, tanah diklasifikasikan secara luas menjadi :

1. Tanah organik adalah campuran yang mengandung bagian-bagian yang cukup berarti berasal dari lapukan dan sisa tanaman dan kadang-kadang dari kumpulan kerangka dan kulit organisme.
2. Tanah anorganik adalah tanah yang berasal dari pelapukan batuan secara kimia ataupun fisis.

### 3.2 Sistem Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda, tapi mempunyai sifat yang serupa kedalam kelompok-kelompok dan subkelompok berdasarkan pemakaiannya.

1. **Berdasarkan Ukuran Butir**, tanah dibedakan seperti Tabel di bawah ini.

Tabel 3.1 Klasifikasi tanah berdasarkan ukuran butir (L. D. Wesley, 1977)

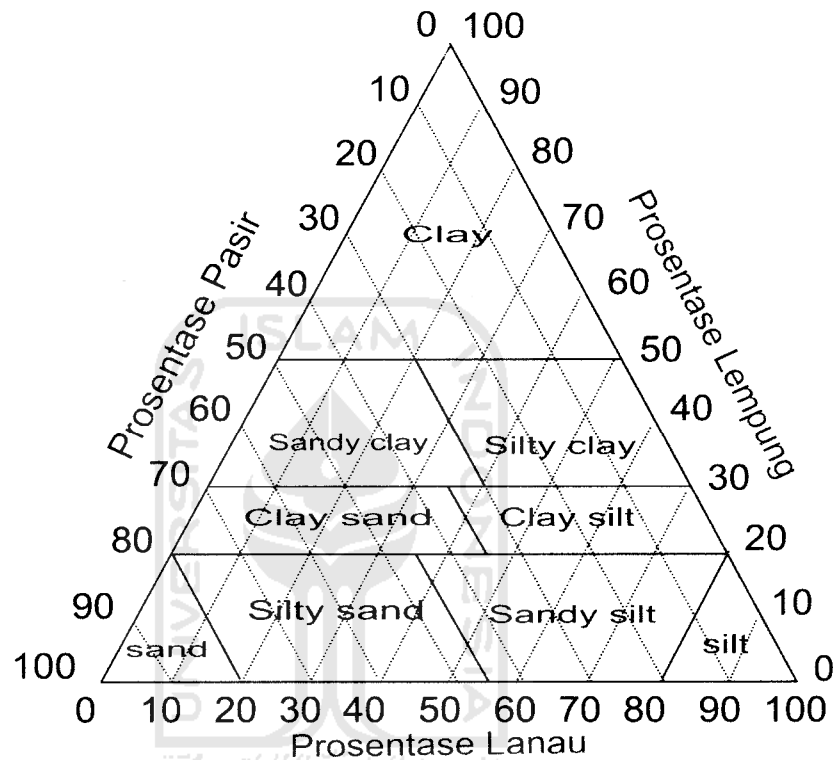
No	Macam Tanah	Batas-batas Ukuran
1	Berakal ( <i>Boulder</i> )	>8 inchi ( 20 cm )
2	Kerakal ( <i>Cobblestone</i> )	3 inchi – 8 inchi ( 8 – 20 cm )
3	Batu Kerikil ( <i>Gravel</i> )	2 mm – 8 mm
4	Pasir Kasar ( <i>Course Sand</i> )	0.6 mm – 2 mm
5	Pasir Sedang ( <i>Med Sand</i> )	0.2 mm – 0.6 mm
6	Pasir Halus ( <i>Fine Sand</i> )	0.06 mm – 0.2 mm
7	Lanau ( <i>Silt</i> )	0.002 mm – 0.06 mm
8	Lempung ( <i>Clay</i> )	< 0.002 mm

2. **Berdasarkan *Unified Soil Classification System* ( *USCS* )**

Pada umumnya tanah asli merupakan campuran dari butir-butir yang mempunyai ukuran yang berbeda-beda. Tekstur tanah dipengaruhi oleh ukuran tiap-tiap butir yang ada dalam tanah. Dalam klasifikasi tanah berdasarkan tekstur, tanah diberi nama atas dasar komponen utama yang dikandungnya, misal lempung berpasir (*sandy clay*), lempung berlanau (*silty clay*) dan seterusnya.

Gambar 3.1 menunjukkan system klasifikasi tanah berdasarkan tekstur, system ini didasarkan pada ukuran batas dari ukuran tanah, yaitu:

1. Pasir : butiran dengan diameter 2,0 sampai 0,05 mm
2. Lanau : butiran dengan diameter 0,05 samapai 0,002 mm
3. Lempung : butiran dengan diameter lebih kecil dari 0,002 mm



**Gambar 3.1** Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS

#### 4. Klasifikasi tanah dengan cara *Unified System*

Tanah diklasifikasikan dalam sejumlah kelompok dan sub kelompok. Klasifikasi berdasarkan *Unified system*, tanah dikelompokkan menjadi tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) jika lebih dari 50% lolos saringan no.200. Sistem klasifikasi dalam *Unified system* dapat dilihat dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Klasifikasi tanah system Unified (Suyono Sosrodarsono, Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, 1990, hal 3)

Detail Utama	Simbol Kelompok	Nama Jenis	Nama Jenis	Formula
Tanah berbutir halus 50% butiran tertahan saringan no 200 (0.075 mm)	GW	Kerakil berakir sedikit atau tak ada butiran halus	Kerakil gradasi baik dan campuran pasir-kerakil sedikit atau tidak mengandung butiran halus	$C_u \frac{W_p}{75} < 4$ atau $\frac{U_s}{2.6} < 0.75$ antara 1 dan 3
Tanah berbutir kasar 50% atau lebih tertahan saringan no 4 (75 mm)	GP	Kerakil gradasi baik dan campuran pasir-kerakil atau tidak mengandung butiran halus	Kerakil gradasi buruk dan campuran pasir-kerakil atau tidak mengandung butiran halus	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $P_L < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $P_L > 7$
Pasir berakir 50% dan lebih tertahan saringan no 4 (75 mm)	SW	Pasir gradasi baik, pasir berakir sedikit atau tidak mengandung butiran halus	Pasir gradasi baik, pasir berakir sedikit atau tidak mengandung butiran halus	$C_u \frac{W_p}{75} > 6$ atau $\frac{U_s}{2.6} > 0.75$ antara 1 dan 3
Pasir berakir 50% dan lebih tertahan saringan no 4 (75 mm)	SP	Pasir gradasi buruk, pasir berakir sedikit atau tidak mengandung butiran halus	Pasir gradasi buruk, pasir berakir sedikit atau tidak mengandung butiran halus	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $P_L < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $P_L > 7$
Tanah berbutir kasar 50% atau lebih tertahan saringan no 200 (0.075 mm)	ML	Lempung tak organik dan pasir sangat halus, lempung berakir atau pasir halus, lempung atau berakir	Lempung tak organik dan pasir sangat halus, lempung berakir atau pasir halus, lempung atau berakir	Diagram plastisitas untuk mengklasifikasi tanah berbutir halus yang mengandung lempung. Garis A dan U menunjukkan batas-batas Atterberg yang harus diikuti dalam daerah yang diapit oleh garis A dan U. Garis U menunjukkan batas-batas Atterberg yang harus diikuti dalam daerah yang diapit oleh garis A dan U.
Tanah berbutir kasar 50% atau lebih tertahan saringan no 200 (0.075 mm)	CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berakir, lempung berakir lempung berakir (lean clays)	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berakir, lempung berakir lempung berakir (lean clays)	Diagram plastisitas untuk mengklasifikasi tanah berbutir halus yang mengandung lempung. Garis A dan U menunjukkan batas-batas Atterberg yang harus diikuti dalam daerah yang diapit oleh garis A dan U. Garis U menunjukkan batas-batas Atterberg yang harus diikuti dalam daerah yang diapit oleh garis A dan U.
Tanah berbutir kasar 50% atau lebih tertahan saringan no 200 (0.075 mm)	OH	Lempung organik dan lempung berakir organik dengan plastisitas rendah	Lempung organik dan lempung berakir organik dengan plastisitas rendah	Diagram plastisitas untuk mengklasifikasi tanah berbutir halus yang mengandung lempung. Garis A dan U menunjukkan batas-batas Atterberg yang harus diikuti dalam daerah yang diapit oleh garis A dan U. Garis U menunjukkan batas-batas Atterberg yang harus diikuti dalam daerah yang diapit oleh garis A dan U.
Tanah berbutir kasar 50% atau lebih tertahan saringan no 200 (0.075 mm)	MH	Lempung tak organik atau pasir halus, lempung elastis	Lempung tak organik atau pasir halus, lempung elastis	Diagram plastisitas untuk mengklasifikasi tanah berbutir halus yang mengandung lempung. Garis A dan U menunjukkan batas-batas Atterberg yang harus diikuti dalam daerah yang diapit oleh garis A dan U. Garis U menunjukkan batas-batas Atterberg yang harus diikuti dalam daerah yang diapit oleh garis A dan U.
Tanah berbutir kasar 50% atau lebih tertahan saringan no 200 (0.075 mm)	CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi	Diagram plastisitas untuk mengklasifikasi tanah berbutir halus yang mengandung lempung. Garis A dan U menunjukkan batas-batas Atterberg yang harus diikuti dalam daerah yang diapit oleh garis A dan U. Garis U menunjukkan batas-batas Atterberg yang harus diikuti dalam daerah yang diapit oleh garis A dan U.
Tanah berbutir kasar 50% atau lebih tertahan saringan no 200 (0.075 mm)	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi	Diagram plastisitas untuk mengklasifikasi tanah berbutir halus yang mengandung lempung. Garis A dan U menunjukkan batas-batas Atterberg yang harus diikuti dalam daerah yang diapit oleh garis A dan U. Garis U menunjukkan batas-batas Atterberg yang harus diikuti dalam daerah yang diapit oleh garis A dan U.
Tanah berbutir kasar organik tinggi	PT	Gambut (peat) dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Gambut (peat) dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk klasifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488

## 5. Klasifikasi tanah berdasarkan AASHTO

Pada tahun 1929 ditemukan sistem klasifikasi tanah AASTHO. Dan sudah dikembangkan yaitu ASTM Standar no. D-3282, AASHTO metode M145 yang diperkenalkan pada tahun 1945 oleh Braja M. Das (Braja M. Das, 1, 1995).

**Tabel 3.3** Klasifikasi AASHTO untuk Lapisan Tanah Dasar Jalan Raya (Braja M. Das, 1995).

Klasifikasi umum	material granuler				Tanah-tanah lanau-lempung			
	(<35% lolos saringan no.200)				(>35% lolos saringan no.200)			
	A-1	A-3	A-2		A-4	A-5	A-6	A-7
A-1-a-A-1-b	A-2-4 A-2-5		A-2-6 A-2-7	A-7-5				A-7-6
Analisis saringan (% lolos)								
2.00 mm (no.10)	50 maks	-	-	-	-	-	-	-
0,425 mm (no.40)	30 maks	51 maks	-	-	51 min	51 min	51 min	51 min
0,075 mm (no.200)	50 maks	10 maks	35 maks	35 maks	10 maks	10 maks	10 maks	10 maks
Sifat fraksi lolos saringan no.40								
Batas Cair (LL)	-	-	40 maks 41 min	40 maks 41 min	40 maks 10 min	41 min 10 maks	40 maks 11 min	41 min 11 maks
Indeks Plastis(PI)	6 maks	np	10 maks 10 min	11 maks 11 min	10 maks 11 min	10 maks 11 min	11 maks 11 min	11 maks 11 min
Indeks kelompok (GI)	0	0	0	4 maks	8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Tipe material yang pokok pada umumnya	pecahan batu kerikil dan pasir	pasir	Kerikil berlanau atau berlempung dan pasir		tanah berlanau		tanah berlempung	
Penilaian umum Sebagai tanah dasar	sangat baik sampai baik				sedang sampai buruk			

Catatan : Kelompok A-7 dibagi atas A-7-5 dan A-7-6 bergantung pada batas plastisnya (PL)

Untuk  $PL > 30$  klasifikasinya A-7-5

Untuk  $PL < 30$  klasifikasinya A-7-6

np = non plastis

$$GI = (F-38)((0,2+0,005(LL-40)) + 0,01(F-15)(PI-10))$$

Dengan :

GI = Indeks kelompok

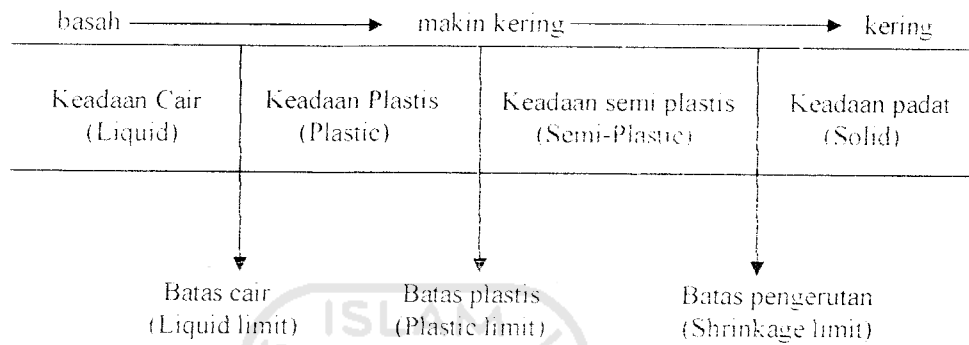
F = persen material lolos saringan no. 200

LL = Batas cair

PI = indeks plastisitas

### 3.3 Batas Atterberg ( batas konsistensi )

Atterberg (1911) memberikan cara untuk menggambarkan batas-batas konsistensi dari tanah berbutir halus dengan pertimbangan kandungan kadar airnya. Batas-batas tersebut adalah batas cair, batas plastis dan batas susut. Kedudukan batas konsistensi dari tanah kohesi disajikan dalam Gambar 3.1



**Gambar 3.2** Batas konsistensi tanah

Sumber : Wesley, L.D., 1977, *Mekamika Tanah*, Ha 10

#### 3.3.1 Batas Cair ( *liquid limit* )

Batas cair ( LL ) adalah kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis.

#### 3.3.2 Batas Plastis ( *plastic limit* )

Batas plastis ( PL ) adalah kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi plastis, yaitu persentase kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3.2 mm mulai retak-ratak ketika digulung.

#### 3.3.3 Indeks Plastisitas ( *plasticity index* )

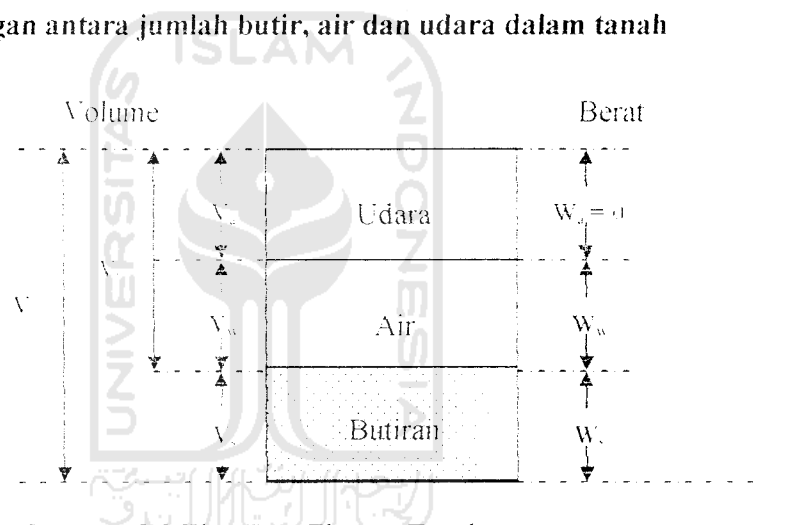
Indeks plastisitas adalah selisih antara batas cair dan batas plastis. Indeks plastisitas merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis.

Batasan mengenai indeks plastis, sifat, macam tanah, dan kohesinya dapat dilihat pada Tabel 3.4:

Tabel 3.4 Nilai indeks plastisitas dan macam tanah.

PI	Sifat	Macam tanah	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non kohesi
< 7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesi sebagian
7 – 17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesi
> 17	Plastisitas Tinggi	Lempung	Kohesi

### 3.4 Hubungan antara jumlah butir, air dan udara dalam tanah



Gambar 3.3 Tiga Fase Elemen Tanah (Brajaj. M. Das, 1. 1995)

Dalam hal ini:

$V$  = Isi (*volume*) ( $\text{cm}^3$ )

$V_w$  = Isi air (*volume of water*) ( $\text{cm}^3$ )

$V_v$  = Isi pori rongga (*volume of void*) ( $\text{cm}^3$ )

$V_s$  = Isi butir-butir padat (*volume of solid*) ( $\text{cm}^3$ )

$W$  = Berat (*weight*) (gr)

$W_u$  = Berat udara (*weight of air*)

$W_w$  = Berat air (*weight of water*) (gr)

$W_s$  = Berat butir-butir padat (*weight of solid*) (gr)

Dari gambar di atas dapat diperoleh rumus-rumus sebagai berikut :

1. Kadar air (*Moisture content water content*)

Kadar air adalah perbandingan antara berat air dengan berat partikel padat dalam tanah, yaitu :

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \% \dots\dots\dots (3.1)$$

2. Berat jenis (*specific gravity*)

$$G_s = \frac{Z_s}{Z_w} \dots\dots\dots (3.2)$$

3. Berat isi tanah alami / asli (*Natural density*)

Adalah perbandingan antara berat tanah seluruhnya dengan isi tanah seluruhnya, yaitu :

$$\gamma = \frac{W}{V} \dots\dots\dots (3.3)$$

4. Berat volume kering (*Dry density*)

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} \dots\dots\dots (3.4)$$

5. Berat volume basah (*Submerged wet density*)

$$\gamma_b = \frac{W_w + W_s}{V} \dots\dots\dots (3.5)$$

### 3.5 Pengujian Kepadatan Tanah (Proktor Standar)

Pemadatan adalah suatu proses memadatnya partikel tanah sehingga terjadi pengurangan volume udara dan volume air dengan memakai cara mekanis. Kepadatan tanah tergantung banyaknya kadar air, jika kadar air tanah sedikit maka tanah akan keras begitu pula sebaliknya bila kadar air banyak maka tanah akan menjadi lunak atau cair. Pemadatan yang dilakukan pada saat kadar air lebih



tinggi daripada kadar air optimumnya akan memberikan pengaruh terhadap sifat tanah.

Tujuan pemadatan tanah adalah memadatkan tanah pada kadar air optimum dan memperbaiki karakteristik mekanisme tanah, yang akan memberikan keuntungan yaitu :

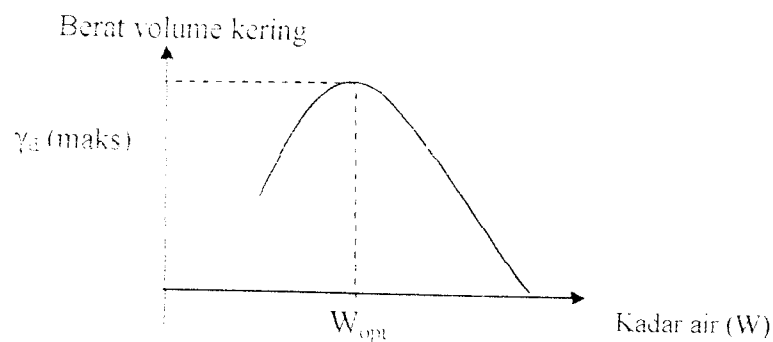
- a. Memperkecil pengaruh air terhadap tanah.
- b. Bertambahnya kekuatan tanah.
- c. Memperkecilkan pemampatannya dan daya rembes airnya.
- d. Mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air

(Hardiyatmo, H.C., 1992, hal 53).

Pemadatan tanah dapat dilaksanakan di lapangan maupun di laboratorium. Dilapangan biasanya tanah akan digilas dengan mesin penggilas yang didalamnya terdapat alat penggetar, getaran akan menggetarkan tanah sehingga terjadi pemadatan. Sedangkan dilaboratorium menggunakan pengujian standar yang disebut dengan uji proktor, dengan cara suatu palu dijatuhkan dari ketinggian tertentu beberapa lapisan tanah di dalam sebuah mold. Dengan dilakukannya pengujian pemadatan tanah ini, maka akan terdapat hubungan antara kadar air dengan berat volume. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.2.

Derajat kepadatan tanah diukur dari berat volume keringnya, hubungan berat volume kering ( $\gamma_d$ ), berat volume basah ( $\gamma_b$ ) dan kadar air ( $w$ ) dinyatakan dengan persamaan:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + w} \quad \dots \dots \dots (3.6)$$



**Gambar 3.4** Hubungan Antara kadar air dan berat volume tanah

### 3.6 Tanah Lempung

Lempung adalah tanah berbutir halus yang memiliki sifat kohesi, plastisitas tinggi, tidak memperlihatkan sifat dilatasi dan tidak mengandung jumlah butiran kasar yang berarti. Lempung bila ditinjau dari segi ukuran didefinisikan sebagai golongan partikel yang berukuran kurang dari 0,002 mm. Ditinjau dari segi mineral, tanah lempung dan mineral lempung adalah tanah yang mempunyai partikel-partikel mineral tertentu serta mempunyai sifat plastis bila tanah dicampur dengan air.

### 3.7 Kuat Geser

Kuat geser tanah diperlukan untuk analisis daya dukung tanah, stabilitas lereng dan tegangan dorong untuk dinding penahan tanah. Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Kuat geser tanah dapat dinyatakan dalam persamaan Coulomb:

$$\tau = c + \sigma \operatorname{tg} \phi \dots \dots \dots (3.7)$$

dengan:

- $\tau$  = kuat geser tanah ( $\text{ton m}^{-2}$ )
- $c$  = kohesi tanah ( $\text{ton m}^{-2}$ )
- $\sigma$  = tegangan normal pada bidang runtuh ( $\text{ton m}^{-2}$ )
- $\phi$  = sudut geser dalam tanah ( $^{\circ}$ )

### 3.8 Kapasitas Dukung Tanah

Daya dukung tanah merupakan kemampuan tanah untuk mendukung beban struktur dan meneruskan beban akibat berat struktur secara langsung ke tanah yang terletak dibawahnya. Tanah yang diberi beban seperti beban pondasi akan mengalami distorsi dan penurunan, hal ini bila bertambah terus maka penurunan pondasi juga semakin besar. Kondisi ini menunjukkan bahwa keruntuhan kapasitas telah terjadi.

Kapasitas dukung ultimit dimana tanah masih dapat mendukung beban dengan tanpa mengalami keruntuhan. Dinyatakan dengan persamaan :

$$q_u = \frac{P_u}{A} \dots\dots\dots(3.8)$$

dengan :

$q_u$  = kapasitas dukung ultimit ( $t/m^2$ )

$P_u$  = beban ultimit (ton)

$A$  = luas beban ( $m^2$ )

### 3.8.1 Analisis kapasitas dukung tanah berdasarkan teori Meyerhof.

Meyerhof (1963) mengusulkan persamaan kapasitas dukung pondasi dangkal dengan memperhitungkan bentuk pondasi, eksentrisitas beban, kemiringan beban, dan kuat geser tanah diatas dasar pondasi sebagai berikut ini.

$$q_u = S_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot c \cdot N_c + s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot D_f \cdot \gamma \cdot N_q + s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot 0.5 \cdot B' \cdot \gamma \cdot N_\gamma \dots\dots\dots(3.9)$$

dengan:

$q_u$  = kapasitas dukung ultimit ( ton  $m^2$ )

$B'$  = lebar pondasi efektif ( m )

$D_f$  = kedalaman pondasi ( m )

$\gamma$  = berat volume tanah (  $ton/m^3$  )

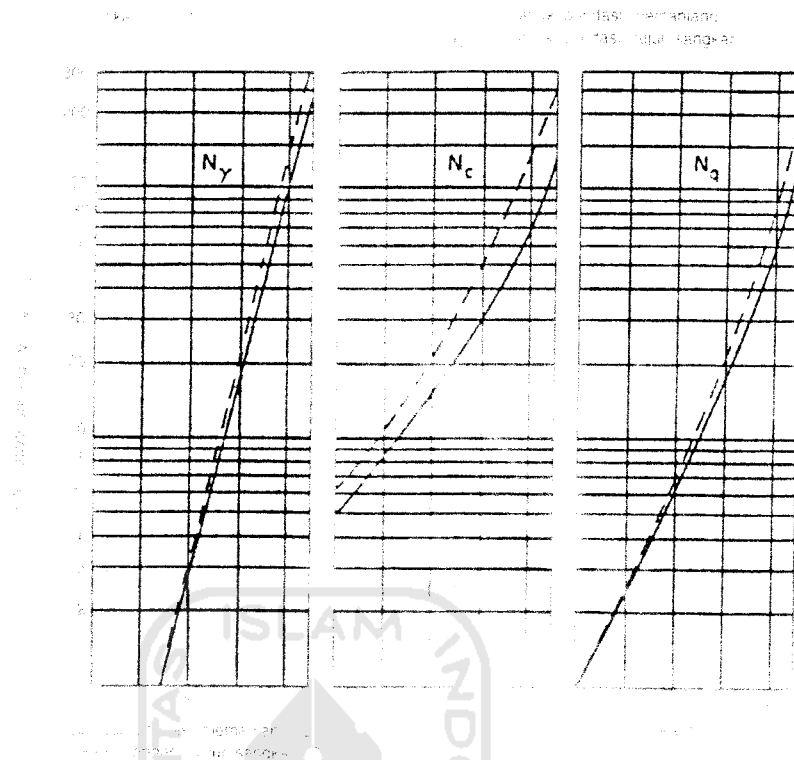
$N_c, N_q, N_\gamma$  = faktor kapasitas dukung untuk pondasi memanjang

$S_c, S_q, S_\gamma$  = factor pengaruh bentuk pondasi

$d_c, d_q, d_\gamma$  = factor pengaruh kedalaman pondasi

$i_c, i_q, i_\gamma$  = factor kemiringan beban

Nilai – nilai faktor daya dukung untuk pondasi bujur sangkar dan memanjang dapat dilihat pada Gambar 3.5.



**Gambar 3.5.** Faktor daya dukung teori Meyerhoff (Hary Christiady H, 1994)

**Tabel 3.5** Faktor-faktor kapasitas dukung Meyerhoff (Hary Christiady H, 1994)

$\phi$ (°)	$N_c$	$N_q$	$N_y$
0	5.14	1	0
1	5.38	1.09	0.00
2	5.63	1.20	0.01
3	5.90	1.31	0.02
4	6.19	1.43	0.04
5	6.49	1.57	0.07
6	6.81	1.72	0.11
7	7.16	1.88	0.15
8	7.53	2.06	0.21
9	7.92	2.25	0.28

$\phi$ (°)	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
10	8.34	2.47	0.37
11	8.80	2.71	0.47
12	9.28	2.97	0.60
13	9.81	3.26	0.74
14	10.37	3.59	0.92
15	10.98	3.94	1.13
16	11.63	4.34	1.37
17	12.34	4.77	1.66
18	13.10	5.26	2.00
19	13.93	5.80	2.40
20	14.83	6.40	2.87
21	15.81	7.07	3.42
22	16.88	7.82	4.07
23	18.05	8.66	4.82
24	19.32	9.60	5.72
25	20.72	10.66	6.77
26	22.25	11.85	8.00
27	23.94	13.20	9.46
28	25.80	14.72	11.19
29	27.86	16.44	13.24
30	30.14	18.40	15.67
31	32.67	20.63	18.56
32	35.49	23.18	22.02
33	38.64	26.09	26.17
34	42.16	29.44	31.15
35	46.12	33.30	37.15
36	50.59	37.75	44.43
37	55.63	42.92	53.27
38	61.35	48.93	64.07

$\phi$ ( $^{\circ}$ )	$N_c$	$N_q$	$N_{\gamma}$
39	67.87	55.96	77.33
40	75.31	64.20	93.67
41	83.86	73.90	113.99
42	93.71	85.37	139.32
43	105.11	99.01	171.14
44	118.87	115.31	211.41
45	133.87	134.87	262.74
46	152.10	158.80	328.73
47	173.64	187.21	414.33
48	199.26	222.30	526.45
49	229.92	265.50	674.92
50	266.88	319.06	873.86

Faktor bentuk fondasi menurut Meyerhoff :

$$s_c = 1 + 0.2 \frac{B}{L} \operatorname{tg}^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots(3.10a)$$

$$s_q = 1 + 0.1 \frac{B}{L} \operatorname{tg}^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots(3.10b)$$

$$s_{\gamma} = 1 + 0.1 \frac{B}{L} \operatorname{tg}^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots(3.10c)$$

dengan :  $B$  = lebar pondasi

$L$  = panjang pondasi

Untuk faktor kedalaman, Meyerhoff memberikan koreksi sebagai berikut:

$$d_c = 1 + 0,2 \frac{D_f}{B} \operatorname{tg} \left( 45^{\circ} + \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots(3.11a)$$

$$d_q = d_{\gamma} = 1 + 0,1 \frac{D_f}{B} \operatorname{tg} \left( 45^{\circ} + \frac{\phi}{2} \right) ; \text{ untuk } \phi \geq 10 \dots\dots\dots(3.11b)$$

Faktor – faktor kemiringan beban pada daya dukung pondasi dengan dasar yang kasar, dengan resultan beban terdapat di pusat luasan pondasi dengan kemiringan sebesar  $\delta$  dengan arah vertikal dinyatakan oleh:

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\delta^\circ}{90^\circ}\right)^2 \dots\dots\dots(3.10a)$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\delta^\circ}{\phi}\right)^2 \dots\dots\dots(3.10b)$$

Untuk beban yang arahnya vertikal  $i_c = i_q = i_\gamma = 1$

### 3.9 Stabilitas tanah

Tanah merupakan bahan bangunan pada berbagai pekerjaan teknik sipil, sehingga memerlukan suatu standar persyaratan tertentu. Ada 3 (tiga) kemungkinan kondisi tanah dijumpai di suatu lokasi, yaitu :

1. kondisi tanah di lokasi cukup baik sehingga dapat dipakai langsung,
2. kondisi tanah di lokasi bangunan kualitasnya jelek sehingga perlu diganti dengan tanah dari jenis lain yang lebih baik,
3. kondisi tanah di lokasi bangunan kualitasnya jelek, namun tidak perlu diganti tetapi tanah tersebut diperbaiki sifat-sifatnya sehingga persyaratannya terpenuhi.

Bila benda yang diujikan merupakan tanah lempung yang memiliki kuat dukung tanah yang rendah dan kadar air yang tinggi, sehingga tidak dimungkinkannya suatu struktur berada diatas tanah lempung. Maka tanah ini harus distabilisasikan.

Salah satu cara menstabilisasikan tanah lempung adalah pencampuran bahan aditif dengan presentase tertentu sehingga menghasilkan kuat dukung tanah optimum. Tujuan pencampuran bahan aditif secara umum adalah :

1. Mengurangi permeabilitas
2. Menaikkan kekuatan gesernya.
3. Stabilitas volume
4. Mengurangi deformability.

Beberapa jenis stabilisasi yaitu secara fisik, mekanis maupun dengan kimiawi. Secara fisik stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan termal yaitu tanah dipanaskan sehingga sifatnya berubah dari sifat aslinya, secara mekanis dilakukan pemadatan untuk meningkatkan kerapatan tanah, sedangkan secara kimiawi tanah distabilisasikan dengan mencampurkan bahan senyawa kimia. Tujuan dari stabilisasi itu sendiri yaitu :

1. Meningkatkan kuat dukung tanah dengan peningkatan kohesi tanah dan sudut geser dalam tanah.
2. Terpeliharanya kuat dukung tanah yang sudah baik, agar tidak mengalami penurunan akibat pengaruh cuaca dan air.

### 3.10 Kapur

Kapur termasuk bahan bangunan yang penting, telah digunakan sejak lama. Orang-orang Mesir kuno menggunakan kapur untuk memplester bangunan. Kapur juga sudah cukup lama dikenal di Indonesia sebagai bahan ikat dalam pembuatan dinding, stabilisasi tanah dan sebagainya. Berdasarkan penggunaannya untuk bahan bangunan, kapur dapat dibagi dua macam yaitu kapur sirih dan kapur aduk. Kedua macam kapur tersebut dapat dalam bentuk kapur tohor maupun kapur padam (*Tjokrodimuljo*, 1992 dalam *Syahirman Suriadi*. 2000).

Kapur tohor atau kalsium oksida ( $\text{CaO}$ ) yang merupakan hasil pembakaran batu kapur yang komposisinya sebagian besar kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Kapur padam (*slake lime*) atau  $\text{Ca(OH)}_2$  yang merupakan hasil dari pemadaman kapur tohor dengan air.