

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Tanah Lempung

Tanah Lempung merupakan jenis tanah berbutir halus. Menurut Terzaghi (1987) tanah lempung merupakan tanah dengan ukuran mikrokopis sampai dengan sub mikrokopis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah, bersifat plastis pada kadar air sedang. Sedangkan pada keadaan air yang lebih tinggi tanah lempung akan bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak. Sifat-sifat yang dimiliki dari tanah lempung yaitu antara lain ukuran butiran halus lebih kecil dari 0,002 mm, permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler tinggi, bersifat sangat kohesif, kadar kembang susut yang tinggi dan proses konsolidasi lambat (Hardiyatmo, 1999). Plastisitas merupakan karakteristik yang penting dalam hal tanah berbutir halus. Istilah plastisitas melukiskan kemampuan tanah untuk berdeformasi pada volume tetap tanpa terjadi retakan atau remahan. Plastisitas terdapat pada tanah yang memiliki mineral lempung atau bahan organik. (Craig, 1991).

Menurut Das (1985) tanah lempung dapat diklasifikasikan berdasarkan kadar air nya. Klasifikasi tanah lempung berdasarkan kadar airnya dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1. Klasifikasi Tanah Lempung Berdasarkan Kadar Air

Tanah tipe lempung	Kadar air, w (%)
Kaku	21
Lembek	30 - 50
Lunak*	90 - 120

*Batas cair > 50%

3.2.Klasifikasi Tanah

Penentuan klasifikasi suatu sampel tanah ditentukan berdasarkan sifat teknik dan karakteristik dari tanah itu sendiri. Klasifikasi ini pada umumnya didasarkan sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran dan indeks plastisitas. Diharapkan dengan adanya klasifikasi tanah ini, dapat menjelaskan sifat – sifat umum dari tanah serta pengelompokannya.

Salah satu metode penentuan klasifikasi tanah dilakukan berdasarkan pemakaiannya di lapangan atau system klasifikasi *UCSC (Unified Soil Classification System)*. Sistem ini pertama kali diperkenalkan oleh *Cassagrande* dalam tahun 1942 untuk dipergunakan pada pekerjaan pembuatan lapangan terbang yang dilaksanakan oleh *The Army Corps Engineers*. Sistem ini telah dipakai dengan sedikit modifikasi oleh *U.S. Bureau of Reclamation* dan *U.S Corps of Engineers* dalam tahun 1952. Dan pada tahun 1969 *American Society*

for Testing and Material telah menjadikan sistem ini sebagai prosedur standart guna mengklasifikasikan tanah untuk tujuan rekayasa.

Sistem *USCS* membagi tanah ke dalam dua kelompok utama :

- a. Tanah berbutir kasar → adalah tanah yang lebih dan 50 % bahannya tertahan pada ayakan No. 200. Tanah butir kasar terbagi atas kerikil dengan simbol G (*gravel*), dan pasir dengan simbol S (*sand*).
- b. Tanah butir halus → adalah tanah yang lebih dan 50 % bahanya lewat saringan No. 200. Tanah butir halus terbagi atas lanau dengan simbol M (*silt*), lempung dengan simbol C (*clay*), serta lanau dan lempung organik dengan simbol O, bergantung pada tanah itu terletak pada grafik plastisitas. Tanda L untuk plastisitas rendah dan tanda H untuk plastisitas tinggi.

Adapun simbol-simbol lain yang digunakan dalam klasifikasi tanah ini adalah :

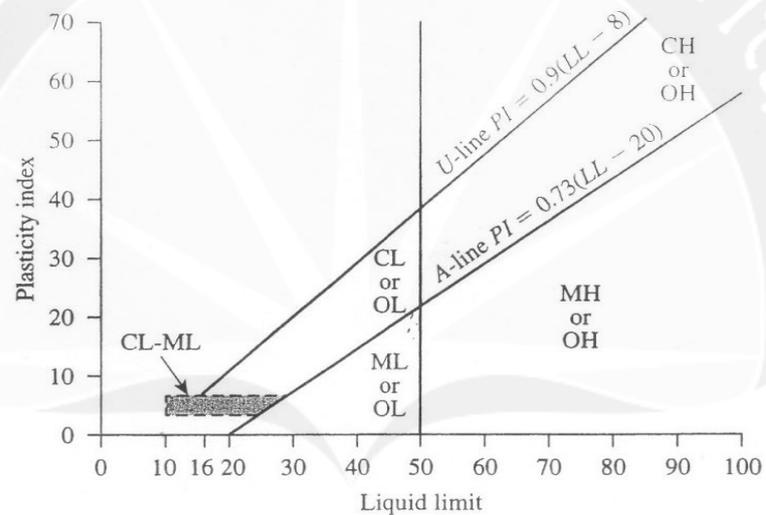
W : well graded (tanah dengan gradasi baik)

P : poorly graded (tanah dengan gradasi buruk)

L : low plasticity (plastisitas rendah) ($LL < 50$)

H : high plasticity (plastisitas tinggi) ($LL > 50$)

Untuk lebih jelasnya, klasifikasi tanah dengan system *USCS* dapat dilihat pada Gambar dan Grafik di bawah ini.



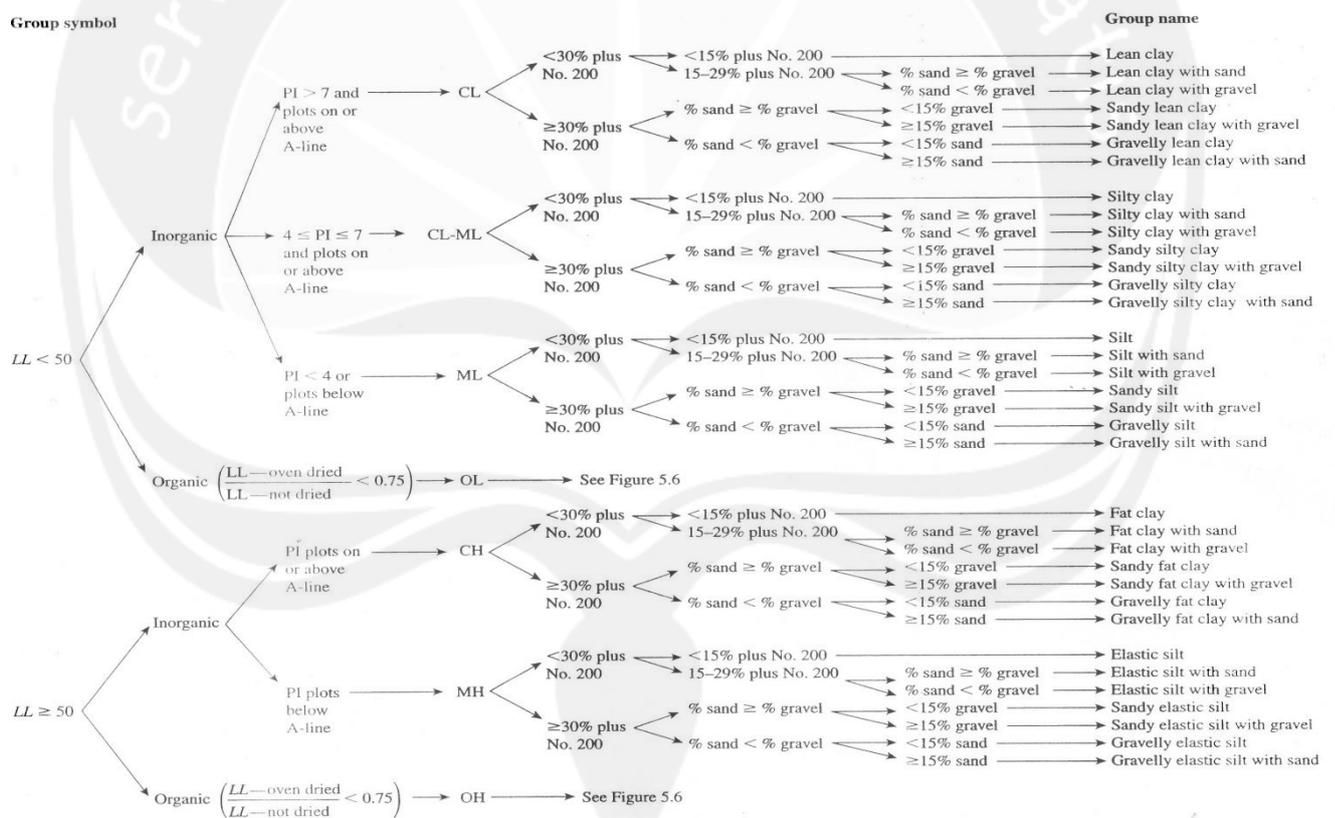
(Sumber : Braja M DAS, 2010)

Gambar 3.1 Grafik Plastisitas

Tabel 3.2 Klasifikasi Tanah Sistem USCS

Criteria for assigning group symbols				Group symbol
Coarse-grained soils More than 50% of retained on No. 200 sieve	Gravels More than 50% of coarse fraction retained on No. 4 sieve	Clean Gravels	$C_u \geq 4$ and $1 \leq C_c \leq 3^c$	GW
		Less than 5% fines ^a	$C_u < 4$ and/or $1 > C_c > 3^c$	GP
		Gravels with Fines	$PI < 4$ or plots below "A" line (Figure 5.3)	GM
	Sands 50% or more of coarse fraction passes No. 4 sieve	Clean Sands	$C_u \geq 6$ and $1 \leq C_c \leq 3^c$	SW
		Less than 5% fines ^b	$C_u < 6$ and/or $1 > C_c > 3^c$	SP
		Sands with Fines	$PI < 4$ or plots below "A" line (Figure 5.3)	SM
	More than 12% fines ^{b,d}	$PI > 7$ and plots on or above "A" line (Figure 5.3)	SC	
Fine-grained soils 50% or more passes No. 200 sieve	Silts and clays Liquid limit less than 50	Inorganic	$PI > 7$ and plots on or above "A" line (Figure 5.3) ^e	CL
		Organic	Liquid limit — oven dried Liquid limit — not dried < 0.75 ; see Figure 5.3; OL zone	ML
	Silts and clays Liquid limit 50 or more	Inorganic	PI plots on or above "A" line (Figure 5.3)	OL
		Organic	PI plots below "A" line (Figure 5.3)	CH
			Liquid limit — oven dried Liquid limit — not dried < 0.75 ; see Figure 5.3; OH zone	MH
				OH

(Sumber : Braja M DAS, 2010)



(Sumber : Braja M DAS, 2010)

Gambar 3.2 Pengelompokan Kelompok Tanah Inorganic dan Organic

Berdasarkan Batas Cair (LL)

3.3. Pondasi

Pondasi merupakan suatu konstruksi pada bagian bawah struktur yang berfungsi untuk meneruskan beban dari bagian atas struktur 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 Terzaghi, pengertian pondasi dangkal adalah jika kedalaman pondasi \leq lebar pondasi, maka pondasi tersebut dikatakan pondasi dangkal dan menurut Das (1995) dikatakan pondasi dangkal apabila perbandingan antara kedalaman pondasi (D) dengan diameternya (B) adalah $D/B \leq 4$. Pada dasarnya pondasi dangkal berupa pondasi telapak, yaitu pondasi yang mendukung bangunan secara langsung pada tanah pondasi.

3.4. Penurunan

Penurunan yang terjadi selama beban bekerja mengakibatkan tekanan air pori berlebih pada lapisan tanah bawah permukaan. Apabila lapisan tanah memiliki ketebalan yang relative tebal dengan permeabilitas tanah yang rendah, maka kelebihan tekanan air pori tidak akan teralirkan.

Menurut Nakazawa (1990) penurunan tanah sendiri terbagi menjadi tiga macam yaitu:

1. Penurunan langsung (segera), diakibatkan dari deformasi elastis tanah kering, basah, dan jenuh air, tanpa adanya perubahan kadar air.

Umumnya, penurunan ini diturunkan dari teori elastisitas. Penurunan segera ini biasanya terjadi selama proses konstruksi berlangsung.

2. Penurunan karena konsolidasi primer, 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 sekunder, adalah penurunan setelah tekanan air pori hilang seluruhnya. Hal ini lebih disebabkan oleh proses pemampatan akibat penyesuaian yang bersifat plastis dari butir-butir tanah

Karena tanah pondasi tersusun dari berbagai lapisanm maka jumlah penurunan adalah jumlah keseluruhan penurunan yang terjadi pada lapisan – lapisan.

Besarnya penurunan total yang terjadi pada tanah lunak dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$S_t = S_i + S_{cp} + S_{cs} \quad (3-1)$$

- Keterangan : S_t = Penurunan total
 S_i = Penurunan segera
 S_{cp} = Penurunan konsolidasi primer
 S_{cs} = Penurunan konsolidasi sekunder

Untuk beban terbagi rata dengan luasan flexible pada lapisan dengan tebal terbatas, besarnya penurunan segera dapat dihitung dengan rumus:

$$S_i = \frac{q_n \cdot B}{E} (1 - \mu^2) I_p \quad (3-2)$$

- Keterangan : S_i = Penurunan segera
 q_n = Besarnya tegangan kotak
 B = Lebar fondasi
 E = Modulus elastik
 μ = Angka poisson
 I_p = Koefisien pengaruh untuk penurunan akibat beban terbagi rata pada luasan fleksibel berbentuk empat persegi panjang

Dengan nilai I_p (faktor pengaruh) tergantung dari lokasi titik yang ditinjau dimana penurunan akan dihitung, bentuk dan kekuatan fondasi. Untuk fondasi fleksibel, nilai I_p dapat dihitung dengan menggunakan rumus Faddum :

$$I_p = \frac{1}{4\pi} \left\{ \frac{2mn\sqrt{(m^2 + n^2 + 1)}}{m^2 + n^2 + m^2n^2 + 1} \times \frac{(m^2 + n^2 + 2)}{(m^2 + n^2 + 1)} + \operatorname{arctg} \frac{2mn\sqrt{(m^2 + n^2 + 1)}}{m^2 + n^2 - m^2 + n^2 + 1} \right\} \quad (3-3)$$

Dengan :

$$m = \frac{B}{z} ; n = \frac{L}{z}$$

Keterangan : B = Lebar fondasi

L = Panjang fondasi

z = Kedalaman fondasi

Tabel 3.3 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, *Mekanika Tanah 2*, 2010)

Tabel 3.4 Tabel perkiraan Modulus Elastisitas Tanah

Jenis Tanah	E (kg / cm²)
LEMPUNG <ul style="list-style-type: none"> • Sangat Lunak • Lunak • Sedang • Berpasir 	3 – 30 20 – 40 45 – 90 300 – 425
PASIR <ul style="list-style-type: none"> • Berlanau • Tidak Padat • Padat 	50 – 200 100 - 250 500 – 1000
PASIR DAN KERIKIL <ul style="list-style-type: none"> • Padat • Tidak Padat 	800 – 2000 500 - 1400
LANAU	20 – 200
LOSES	150 – 600
CADAS	1400 - 14000

(Sumber: Bowles, 1997)

3.5.Perbaikan Tanah

Stabilitas Tanah merupakan kemampuan tanah dasar untuk menerima atau memikul beban yang bekerja di atasnya yang disebut daya dukung tanah dasar (L.A Sitanggang 2004). Di lapangan akan banyak ditemukan bahwa tidak semua tanah dasar memiliki daya dukung yang baik, oleh karena itu harus diadakan perbaikan karakteristik tanah tersebut dengan cara perbaikan stabilitas dengan bahan-bahan kimia dan juga dengan cara pemadatan dengan mekanis. Dengan memperhatikan dilapangan bahwa kebanyakan tanah memiliki daya dukung yang rendah, maka ada beberapa cara atau teknik perbaikan tanah yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut. Adapun cara atau teknik yang dapat

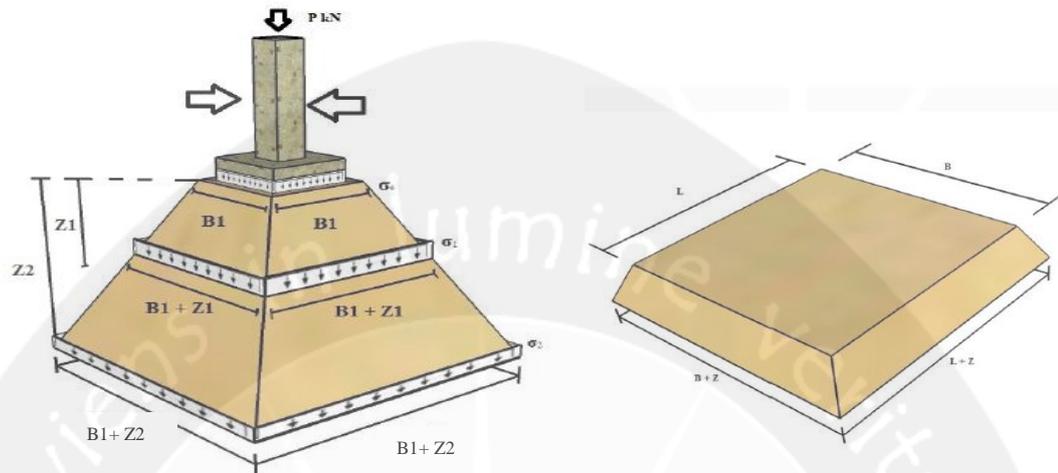
dilakukan dilapangan sesuai dengan keadaan tanah dilapangan adalah sebagai berikut:

1. Peningkatan Stabilitas Tanah Dasar Dengan Pemadatan
2. Perbaikan Stabilitas Dengan penyesuaian Dengan Gradasi
3. Perbaikan Stabilitas Tanah Dengan Kapur Atau Semen

Melalui perbaikan tanah tersebut, diharapkan dapat memperbaiki sifat – sifat dari tanah itu sendiri, meningkatkan daya dukung dan mengurangi penurunan tanah yang terjadi akibat pembebanan diatasnya.

3.6. 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 3.3 Distribusi tegangan tanah dengan cara pendekatan

3.7. Daya Dukung Tanah

Maksud dari dilakukannya stabilisasi pada tanah lempung adalah agar daya dukung dari tanah lempung tersebut dapat meningkat. Kapasitas/daya dukung tanah (*bearing capacity*) adalah kekuatan tanah untuk menahan suatu beban yang bekerja padanya yang biasanya disalurkan melalui pondasi. Besar atau kecilnya suatu daya dukung tanah dipengaruhi oleh beberapa variable dari tanah itu sendiri, variable tersebut adalah :

1. Berat Volume Tanah (γ),
2. Lekatan Tanah/Koheci (C)
3. Sudut Geser (θ)
4. Indeks Plastisitas (IP)