

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Tanah

Tanah menurut Braja M.Das didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral – mineral padat yang tidak 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. Tanah pada umumnya dapat berupa kerikil, pasir, lanau, atau lempung tergantung dari partikel tanah yang paling mendominasi.

3.2. Tanah Lempung

Tanah lempung didefinisikan sebagai tanah dengan ukuran mikroskopis sampai dengan sub mikroskopis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas (Terzaghi,1987). Tanah lempung juga memiliki sifat permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler tinggi, sangat kohesif, memiliki sifar kembang susut yang tinggi, proses konsolidasi yang lambat, dan memiliki ukuran lebih kecil dari 0,002 mm (Hardiyatmo, 1999). Tanah lempung juga dapat diklasifikasikan menurut kadar airnya (Braja M.Das, 1985) seperti 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

3.3. Klasifikasi Tanah Lempung

Berdasarkan sifat dan karakteristik tanah, tanah dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis golongan tanah. Secara umum tanah diklasifikasikan berdasarkan tekstur tanah yang dipengaruhi oleh ukuran butir yang terkandung dalam tanah. Dari ukuran butir tanah tersebut tanah dapat dibagi menjadi beberapa kelompok yaitu kerikil, pasir, lanau dan lempung. Salah satu jenis tanah yang sering dijumpai adalah jenis tanah lempung. Untuk lebih tepat dalam menentukan jenis tanah maka dilakukan berbagai metode pengklasifikasian tanah. Salah satu metode yang sering dipakai dalam mengklasifikasikan tanah adalah metode USCS (*Unified Soil Classification System*) yang diperkenalkan oleh Cassagrande pada tahun 1942.

Sistem klasifikasi tanah ini membagi tanah menjadi dua kelompok besar yaitu :

1. Tanah berbutir kasar, yaitu tanah yang kurang dari 50% berat contoh total tanah yang lolos dari ayakan No. 200. Tanah ini terbagi dari kerikil dengan simbol (G) dan pasir dengan simbol (S).
2. Tanah berbutir halus, yaitu tanah yang lebih dari 50% berat contoh total tanah yang lolos dari ayakan No. 200. Tanah ini terbagi dari lanau dengan simbol (M), lempung dengan simbol (C) dan lanau organik dengan simbol (O).

Selain itu sistem ini memiliki simbol – simbol lain antara lain :

W = Tanah dengan gradasi baik (*well graded*)

P = Tanah dengan gradasi buruk (*poorly graded*)

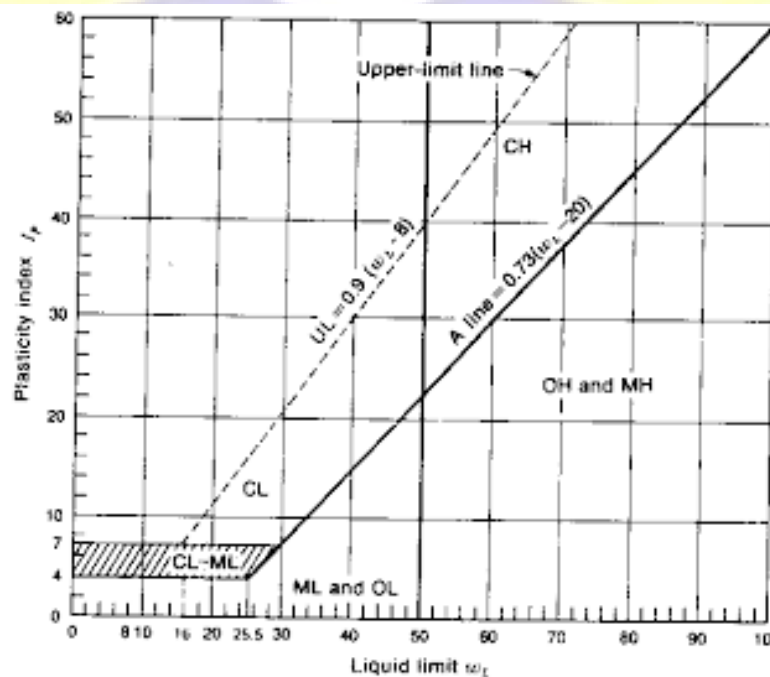
L = Tanah dengan plastisitas rendah (*low plasticity*) ($LL < 50\%$)

H = Tanah dengan plastisitas tinggi (*high plasticity*) ($LL > 50\%$)

Untuk dapat menggunakan klasifikasi ini maka diperlukan faktor – faktor berikut :

1. Persentase ukuran butir yang lolos saringan No. 200
2. Persentase ukuran butir yang lolos saringan No. 40
3. Batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) bagian tanah yang lolos ayakan No. 40

Faktor – faktor yang didapat dimasukkan kedalam grafik dan tabel seperti pada Gambar berikut



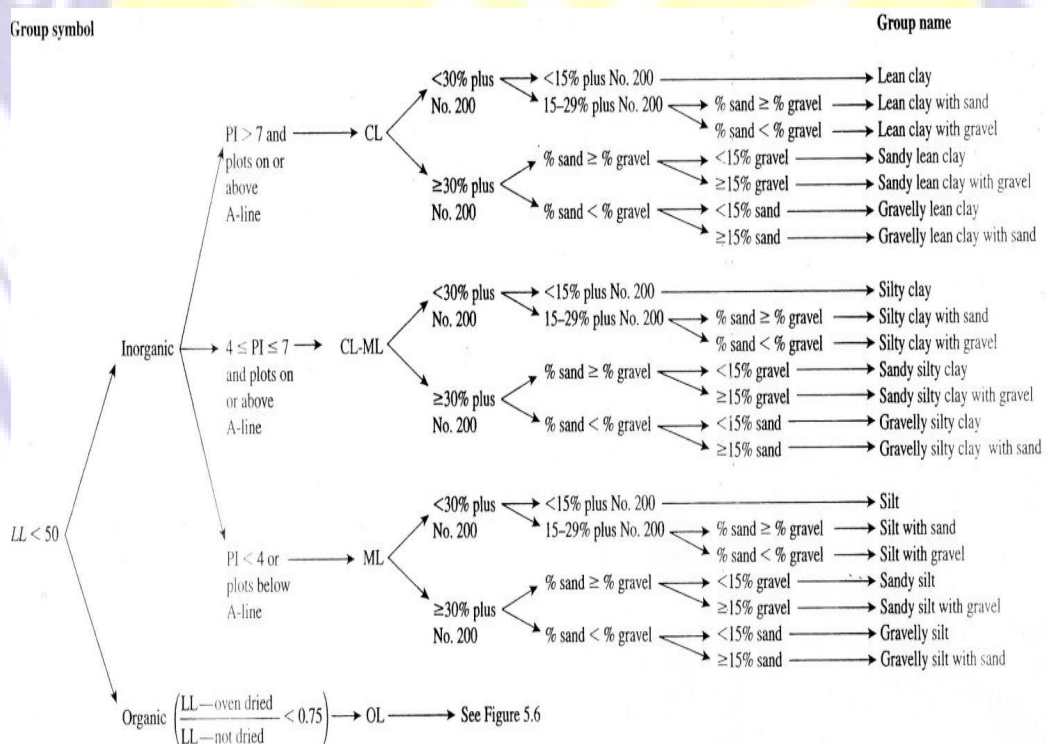
(sumber Braja M.Das)

Gambar 3.1 Grafik Hubungan Batas Cair (LL) dan Indeks Plastisitas (PI)

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 More than 12% fines ^{a,d}		$PI < 4$ or plots below "A" line (Figure 5.3)	GM
			$PI > 7$ and plots on or above "A" line (Figure 5.3)	GC
	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
			$PI < 4$ or plots below "A" line (Figure 5.3) ^e	ML
	Organic		Liquid limit — oven dried Liquid limit — not dried	OL
			$\frac{\text{Liquid limit — oven dried}}{\text{Liquid limit — not dried}} < 0.75$; see Figure 5.3; OL zone	
	Silts and clays Liquid limit 50 or more	Inorganic	PI plots on or above "A" line (Figure 5.3)	CH
			PI plots below "A" line (Figure 5.3)	MH
	Organic	Liquid limit — oven dried Liquid limit — not dried	OH	
		$\frac{\text{Liquid limit — oven dried}}{\text{Liquid limit — not dried}} < 0.75$; see Figure 5.3; OH zone		
Highly Organic Soils	Primarily organic matter, dark in color, and organic odor			Pt

(Sumber Braja M.Das)

Gambar 3.2 Kriteria untuk Penentuan Simbol Menurut USCS

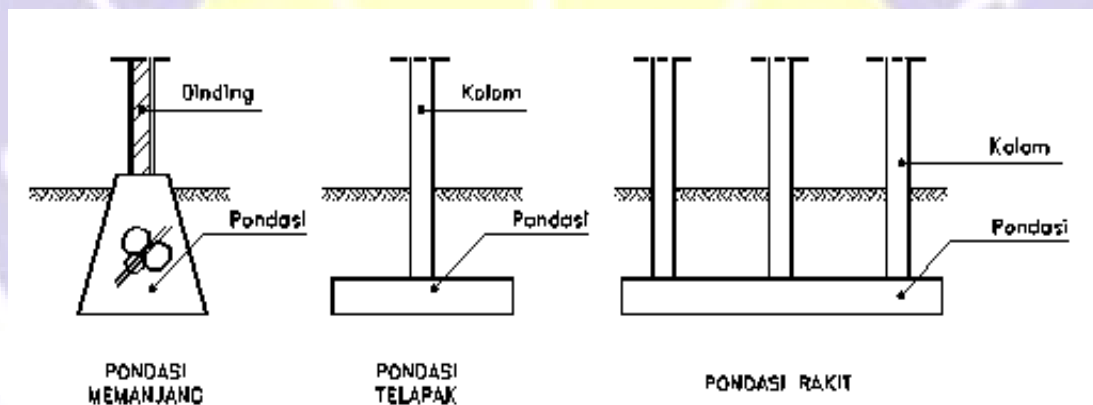


(Sumber : Braja M.Das)

Gambar 3.3 Bagan Alur Penentuan Jenis Tanah Menurut USCS

3.4. Pondasi

Pondasi adalah bagian terendah dari bangunan yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau bebatuan yang berada dibawahnya (Hardiyatmo, 1996). Dalam klasifikasinya, pondasi dibagi menjadi dua yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Menurut Terzaghi, pondasi yang termasuk kategori pondasi dangkal adalah jika kedalaman dari pondasi (D_f) kurang atau sama dengan lebar pondasi (b). Contohnya adalah pondasi memanjang, pondasi telapak, pondasi rakit seperti pada Gambar 3.4 berikut

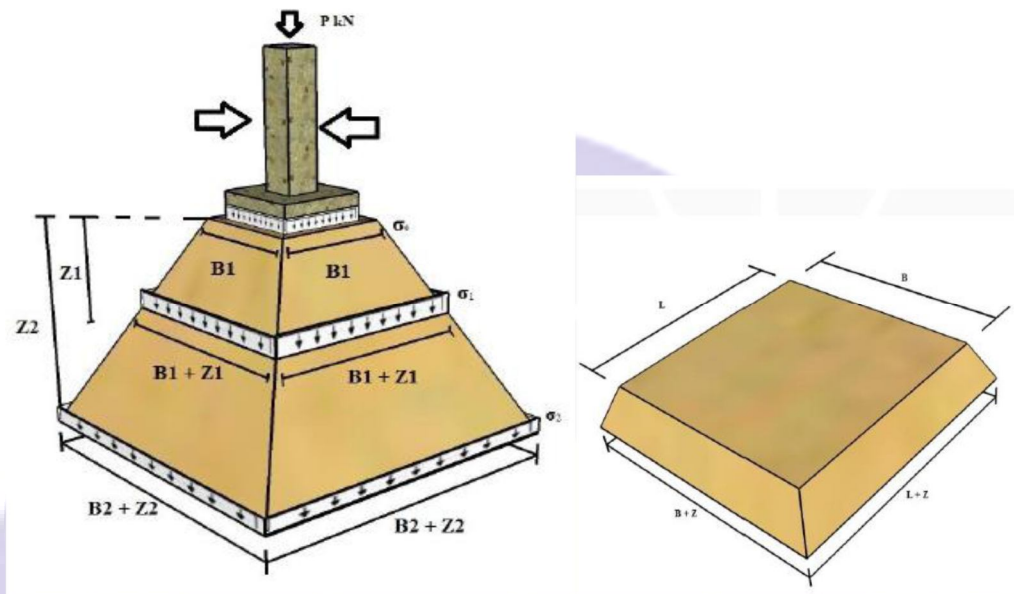


(Sumber : Hardiyatmo, 1996)

Gambar 3.4 Macam-Macam Pondasi Dangkal

3.5. Distribusi Tegangan Dalam Tanah

Berbagai cara telah digunakan untuk menghitung tambahan tegangan akibat beban pondasi. Semuanya menghasilkan kesalahan bila nilai banding z/B bertambah. Maka dari itu Boussinesq mengusulkan salah satu pendekatan kasar yang sederhana untuk menghitung tambahan tegangan akibat beban yang berada dipermukaan. Caranya adalah dengan membuat garis penyebaran beban $2V : 1H$ (2 Vertikal : 1 Horizontal) yang diperlihatkan di Gambar 3.5 (Hardiyatmo, 2002).



Gambar 3.5 Distribusi Tegangan Tanah dengan Cara Pendekatan

3.6. Penurunan Tanah

Ada beberapa terjadinya penurunan yang diakibatkan beban yang berada di permukaan, antara lain :

1. Kerusakan akibat defleksi yang besar pada pondasi, kerusakan ini umumnya terjadi pada pondasi dalam.
2. Distorsi pada tanah pendukungnya (*shear distorsion*) dari tanah itu sendiri.
3. Keruntuhan geser akibat terlampauinya daya dukung sehingga akan mengakibatkan penurunan sebagian (*different settlement*) atau keseluruhan pada seluruh bangunan.
4. Turunnya tanah akibat perubahan angka pori.

Pada penurunan tanah secara umum dapat diklasifikasikan menjadi 3 tahap, yaitu :

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

3.7. Perbaikan Tanah

Perbaikan tanah dimaksudkan untuk melakukan suatu upaya terhadap tanah yang memiliki karakteristik teknis yang bermutu rendah menjadi material yang layak digunakan sebagai material konstruksi (mempunyai karakteristik teknis yang lebih baik). Dari perbaikan tanah ini dapat dibagi menjadi beberapa tipe perbaikan tanah antara lain :

1. Perbaikan secara mekanis.

Yaitu upaya yang digunakan untuk meningkatkan kepadatan tanah dengan menggunakan gaya mekanis eksternal dalam jangka waktu yang singkat.

Contoh : penggunaan roller, teknik vibrasi, kompaksi dalam

2. Perbaiki tanah secara kimiawi.

Yaitu menggunakan tambahan zat adiktif yang dicampurkan dengan material tanah sehingga terjadi reaksi kimia yang mengarah kepada terbentuknya material yang mempunyai spesifikasi teknis yang lebih baik.

Contoh : penambahan kapur pada tanah ekspansif yang dapat mereduksi sifat kembang susut tanah.

3. Perbaiki tanah dengan cara menyisipkan perkuatan dalam lapisan tanah.

Teknik ini pada intinya serupa dengan dengan penyisipan tulangan baja pada mortar beton. Dengan menyisipkan material perkuatan (seperti: geosintetik, steel bar, steel mesh), akan terbentuk material yang kuat terhadap tarik dan tekan.

4. Perbaiki tanah secara hidrolik.

Perbaiki tanah ini pada prinsipnya mengeluarkan air pori dari dalam tanah melalui drainase atau sumur.

3.8. Perbaiki Tanah dengan Menambah Bahan Tambah

Di dalam upaya untuk menstabilisasi tanah dengan mengubah sifat-sifat plastisitas, kompresibilitas dan permeabilitas tanah dengan menggunakan bahan tambahan tertentu, dimaksudkan agar dapat menjaga kadar air tanah tetap rendah sehingga kekuatan tanah tetap terjaga. Menurut Bowles (1989) tidak ada bahan

tambah yang dapat membuat tanah menjadi total kedap air, sehingga air tidak menembus tanah yang telah terstabilisasi tetapi tergantung dari tingkat kepadatan dan seberapa besar pengurangan tingkat permeabilitas pada tanah tersebut yang membuat tanah tersebut seolah kedap air.

3.8.1 Kapur

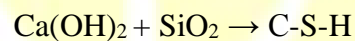
Salah satu bahan yang digunakan sebagai bahan tambahan untuk perbaikan tanah adalah menggunakan kapur. Secara umum diketahui bahwa dengan menambah kapur pada tanah lunak akan mengurangi plastisitas tanah dan potensi kembang susut (*swelling*). Menurut Sherwood (1993), kapur dapat memiliki senyawa kimia yang berbeda antara lain

- a. Kalsium Oksida (CaO), disebut juga kapur tohor (*quick lime*)
- b. Kalsium hidroksida [$\text{Ca}(\text{OH})_2$] disebut juga kapur padam (*slaked lime*) atau kapur terhidrasi (*hidrat lime*).
- c. Kalsium Karbonat (CaCO_3) disebut juga batu gamping.

Dari ketiga senyawa kapur tersebut, hanya kapur tohor dan kapur padam yang dapat bereaksi dengan tanah dengan membentuk reaksi kimia yang kompleks. Keduanya dapat dimasukkan ke dalam tanah dengan bentuk padat atau dicampur air terlebih dahulu dalam bentuk bubur atau lumpur.

3.8.2 Abu Serabut Kelapa

Selain menggunakan kapur, dapat juga digunakan bahan lain sebagai bahan campuran perbaikan tanah. Bahan itu adalah ampas tebu, sekam padi maupun serabut kelapa yang dibakar terlebih dahulu hingga menghasilkan abu. Alexander (2003) melakukan pengujian mengenai abu serabut kelapa dan memperoleh komposisi senyawa abu serabut kelapa (dalam satuan persen berat) yang terdiri dari SiO₂ sebanyak 42,98 %, Al 2,26 %, Fe 1,16 %. Hasil penelitian silikon oksida yang terdapat di abu serabut kelapa dapat bersifat reaktif yang memungkinkan bereaksi secara kimia dengan Ca(OH)₂ atau kapur bebas. Reaksi yang dihasilkan berupa



Yang menghasilkan senyawa C-S-H yang merupakan senyawa berbentuk gel yang tersegmentasi dan mampu mengikat partikel-partikel tanah dan tidak mudah larut dalam air (Muntahar, A.S, 2000).

3.8.3 Plastik

Menurut Mujiarto (2005) plastik adalah suatu polimer yang mempunyai sifat – sifat unik yang terdiri dari unit molekul yang disebut monomer. Polimer yang memiliki sifat seragam akan menjadi homopolimer dan yang beragam menjadi kopolimer.

Sampah plastik yang ditemukan dalam kehidupan sehari – hari menurut Hartono (1998) dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis antara lain :

1. *Polyethylene Terephthalate* (PET, PETE), PET bersifat transparan, jernih, dan kuat. Biasanya dipergunakan sebagai botol minuman (air

mineral, jus, *soft drink*, minuman olah raga) tetapi tidak untuk air hangat atau panas.

2. *High Density Polyethylene* (HDPE). HDPE dapat digunakan untuk membuat berbagai macam tipe botol. Hasil daur ulangnya dapat digunakan sebagai kemasan produk non-pangan seperti shampo, kondisioner, pipa, ember, dll.
3. *Polyvinyl Chloride* (PVC), memiliki karakter fisik yang stabil dan tahan terhadap bahan kimia, pengaruh cuaca, aliran, dan sifat elektrik. Bahan ini paling sulit untuk didaur ulang dan biasa digunakan untuk pipa dan konstruksi bangunan.
4. *Low Density Polyethylene* (LDPE) biasa disebut kantong gula pasir yang banyak dipakai untuk tutup plastik, kantong/tas kresek dan plastik tipis lainnya. Sifat mekanis jenis LDPE ini adalah kuat, tembus pandang biasa dipakai untuk tempat makanan dan botol-botol yang lembek (madu, mustard).
5. *Polystyrene* (PS) biasa dipakai sebagai bahan tempat makan styrofoam, tempat minum yang sekali pakai, tempat kaset CD, karton tempat telur, dll.
6. PP (*Polypropylene*) yaitu jenis plastik memiliki logo daur ulang dengan angka 5 di tengahnya, serta tulisan PP di bawah segitiga. Karakteristik adalah biasa botol transparan yang tidak jernih atau berawan.

7. *Other* Plastik yang menggunakan kode ini terbuat dari resin yang tidak termasuk enam golongan yang lainnya, atau terbuat dari lebih dari satu jenis resin dan digunakan dalam kombinasi multi – layer.

Jenis golongan plastik yang paling banyak ditemukan adalah jenis golongan LDPE (*Low Density Polyethylene*) yaitu berupa kantong plastik/tas kresek dan sering menjadi limbah sampah. Dengan memiliki sifat tidak mudah terurai dan serta memiliki kuat tarik yang tinggi plastik dapat digunakan sebagai bahan perkuatan tanah (Sazuatmo, 2011).

