

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanah

“*Soil*” (tanah) berasal dari bahasa Italia yaitu “*solium*” yang menurut kamus Webster berarti lapisan atas bumi yang mungkin digali atau dibajak, terutama bahan permukaan lepas bumi di mana tanam-tanaman dapat tumbuh (Dr. Kr. Arora, 2004).

Tanah merupakan agregasi dari partikel yang dapat berkisar sangat lebar dalam ukuran. Partikel ini adalah hasil dari pelapukan mekanik dan kimia batuan. Beberapa partikel ini diberikan nama khusus sesuai dengan ukurannya, seperti kerikil, pasir, lumpur, tanah liat, dll (Bowles, 1997).

Untuk tujuan rekayasa tanah dianggap sebagai produk alami dari pelapukan batuan yang membentuk kerak luar bumi. Itu adalah agregat dari butiran mineral dan dapat terjadi dengan atau tanpa konstituen organik (Shenbaga R Kaniraj, 2008).

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dari bahan-bahan organik yang telah melapuk disertai dengan zat cair dan zat gas

yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat (Braja M. Das, 1995).

Tanah adalah agregat partikel mineral yang bergabung dengan air dan atau udara yang membentuk sistem tiga fase (Braja M. Das, 2008).

Tanah adalah kumpulan-kumpulan dari bagian-bagian yang padat dan tidak terikat antara satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik) rongga-rongga di antara material tersebut berisi udara dan air (Verhoef, 1994).

Tanah merupakan akumulasi partikel mineral atau ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan (R.F. Craig, 1991).

Tanah adalah kumpulan (agregat) butiran mineral yang bisa dipisahkan oleh suatu cara mekanik bila agregat termaksud diaduk dalam air (Terzaghi, 1996).

Tanah secara umum terdiri dari 3 (tiga) bagian yaitu butir tanahnya sendiri, serta air dan udara yang terdapat dalam ruangan antar butir-butir tersebut (Wesley, 1977).

Menurut Bowles, tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut :

1. Berangkal (*boulders*), merupakan potongan batu yang besar, biasanya lebih besar dari 250 mm sampai 300 mm. Untuk kisaran antara 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut kerakal (*cobbles*).
2. Kerikil (*gravel*), partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
3. Pasir (*sand*), partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm, berkisar dari kasar (3-5 mm) sampai halus (kurang dari 1 mm).

4. Lanau (*silt*), partikel batuan berukuran dari 0,002 mm sampai 0,074 mm. Lanau dan lempung dalam jumlah besar ditemukan dalam deposit yang disedimentasikan ke dalam danau atau di dekat garis pantai pada muara sungai.
5. Lempung (*clay*), partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel-partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.
6. Koloid (*colloids*), partikel mineral yang “diam” yang berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

Tanah terbentuk dari terjadinya pelapukan batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil akibat proses mekanis dan kimia. Pelapukan mekanis disebabkan oleh memuai dan menyusutnya batuan akibat perubahan panas dan dingin yang terus menerus yang akhirnya menyebabkan hancurnya batuan tersebut. Ketiga bagian yang membentuk tanah, yaitu udara, air, dan partikel-partikel tanah itu sendiri akan membentuk suatu gumpalan yang mempunyai massa total tanah.

B. Klasifikasi Tanah

Maksud dilakukannya klasifikasi tanah secara umum adalah pengelompokan berbagai jenis tanah dalam kelompok yang sesuai dengan sifat teknik dan karakteristiknya.

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda lapisan mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan sub kelompok berdasarkan pemakaiannya (Das, 1995).

Sistem klasifikasi tanah dimaksudkan untuk menentukan dan mengidentifikasi tanah dengan cara sistematis guna menentukan kesesuaian

terhadap pemakaian tertentu dan juga berguna untuk menyampaikan informasi mengenai kondisi tanah dari suatu daerah ke daerah lain dalam bentuk suatu data dasar. Klasifikasi tanah juga berfungsi untuk studi yang lebih terperinci mengenai keadaan tanah tersebut serta kebutuhan akan pengujian untuk menentukan sifat teknis seperti karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi, dan sebagainya (Bowles, 1991).

Sistem klasifikasi tanah yang dikembangkan untuk tujuan rekayasa umumnya didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti gradasi butiran tanah dan nilai-nilai batas *Atterberg* sebagai petunjuk kondisi plastisitas tanah, hal ini dikarenakan tanah tidak tersementasi, sehingga partikel-partikel tanah mudah untuk dipisah-pisahkan secara mekanik.

Adapun sistem klasifikasi tersebut adalah sebagai berikut :

1. Klasifikasi Berdasarkan Tekstur dan Ukuran

Tekstur tanah dipengaruhi oleh ukuran tiap-tiap butir yang ada dalam tanah. Pada umumnya tanah asli merupakan campuran dari butir-butir yang mempunyai ukuran yang berbeda-beda. Sistem ini relatif sederhana karena hanya didasarkan pada distribusi ukuran tanah saja, tetapi tidak menunjukkan sifat-sifat tanah yang penting.

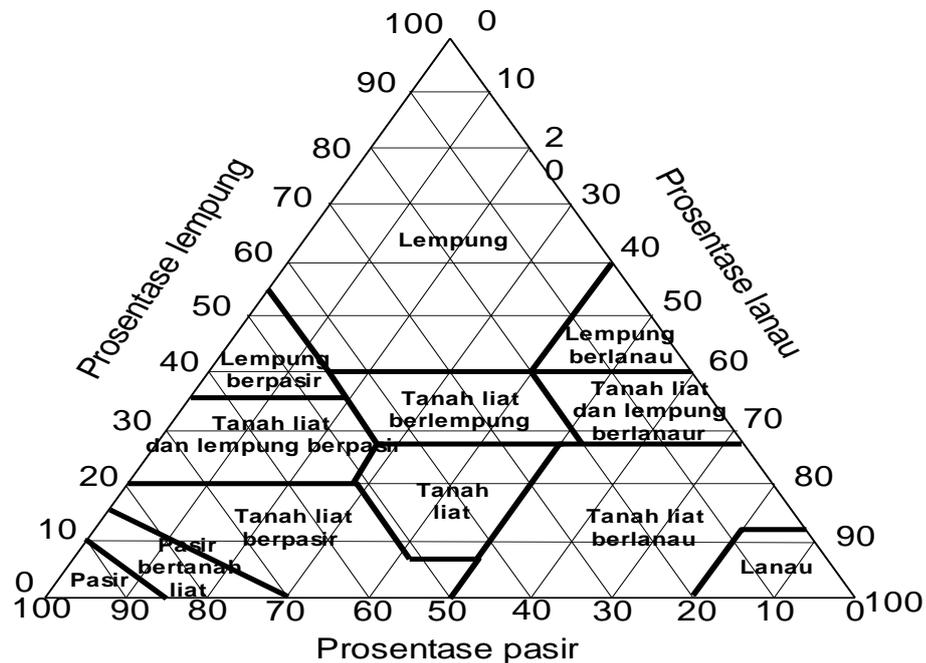
Sistem klasifikasi tanah berdasarkan tekstur dikembangkan oleh Departemen Pertanian Amerika dan klasifikasi internasional yang dikembangkan oleh Atterberg. Tekstur tanah dipengaruhi oleh ukuran tiap-tiap butir yang ada dalam tanah. Pada umumnya tanah asli merupakan campuran dari butir-butir yang mempunyai ukuran yang berbeda-beda. Sistem ini relatif sederhana

karena hanya didasarkan pada sistem distribusi ukuran butiran tanah yang membagi tanah dalam beberapa kelompok, yaitu :

Pasir : Butiran dengan diameter 2,0–0,05 mm.

Lanau : Butiran dengan diameter 0,05–0,02 mm.

Lempung : Butiran dengan diameter lebih kecil dari 0,02 mm.



Gambar 1. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Tekstur oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat (sumber : Das, 1993).

2. Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem ini dikembangkan pada tahun 1929 sebagai *Public Road Administration Classification System*. Sistem ini telah mengalami beberapa perbaikan, yang berlaku saat ini adalah yang diajukan oleh *Commite on Classification of Material for Subgrade and Granular Type Road of Highway Research Board* dalam tahun 1945 (ASTM Standart No D-3282, AASHTO model M145).

Dalam sistem ini tanah dikelompokkan menjadi tujuh kelompok besar yaitu A-1 sampai dengan A-7. Tanah yang termasuk dalam golongan A-1, A-2, dan A-3 masuk dalam tanah berbutir dimana 35% atau kurang dari jumlah tanah yang lolos ayakan No. 200. Sedangkan tanah yang masuk dalam golongan A-4, A-5, A-6, dan A-7 adalah tanah lempung atau lanau. A-8 adalah kelompok tanah organik yang bersifat tidak stabil sebagai lapisan struktur jalan raya, maka revisi terakhir oleh AASHTO diabaikan (Sukirman, 1992).

Sistem klasifikasi ini didasarkan pada kriteria dibawah ini :

a. Ukuran butiran

Kerikil adalah bagian tanah yang lolos ayakan diameter 75 mm dan tertahan pada ayakan No. 200. Pasir adalah tanah yang lolos ayakan No.10 (2 mm) dan tertahan ayakan No. 200 (0,075 mm). Lanau dan lempung adalah yang lolos ayakan No. 200.

b. Plastisitas

Tanah berlanau mempunyai indeks plastis sebesar 10 atau kurang. Tanah berlempung bila indeks plastisnya 11 atau lebih.

c. Bila dalam contoh tanah yang akan diklasifikasikan terdapat batuan yang ukurannya lebih besar dari 75 mm, maka batuan tersebut harus dikeluarkan dahulu tetapi persentasenya harus tetap dicatat.

Data yang akan didapat dari percobaan laboratorium telah ditabulasikan pada Tabel 2. Kelompok tanah yang paling kiri kualitasnya paling baik, makin ke kanan semakin berkurang kualitasnya.

Tabel 1. Klasifikasi Tanah untuk Lapisan Tanah Dasar Jalan Raya (Sistem AASHTO)

Klasifikasi Umum	Tanah berbutir (35 % atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)							Tanah lanau - lempung (lebih dari 35 % dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Klasifikasi Kelompok	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5*
Analisis ayakan (% lolos)											
No. 10	≤ 50	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
No. 40	≤ 30	≤ 50	≥ 51	---	---	---	---	---	---	---	---
No. 200	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≥ 36	≥ 36	≥ 36	≥ 36
Sifat fraksi yang lolos ayakan No. 40											
Batas Cair (LL)	---	---	---	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 40	≤ 40	≥ 41
Indek Plastisitas (PI)	≤ 6	---	NP	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik							Biasa sampai jelek			

Keterangan : * Untuk A-7-5, $PI \leq LL - 30$ ** Untuk A-7-6, $PI > LL - 30$

Sumber : Das, 1995.

3. Sistem klasifikasi unified

Sistem klasifikasi *Unified* pada mulanya diperkenalkan oleh Prof. Arthur Cassagrande pada tahun 1942 untuk dipergunakan pada pekerjaan pembuatan lapangan terbang selama Perang Dunia II. Sistem ini disempurnakan oleh *United Bureau of Reclamation* pada tahun 1952.

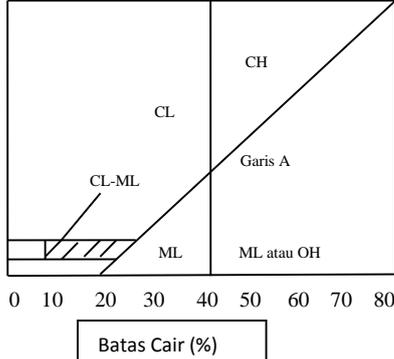
Sistem ini mengelompokkan tanah ke dalam tiga kelompok besar, yaitu:

1. Tanah berbutir kasar (*Coarse-Grained-Soil*), yaitu tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan No. 200.
2. Tanah berbutir halus (*Fine-Grained-Soil*), yaitu tanah dimana lebih dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan No. 200.
3. Tanah organik yang dapat dikenal dari warna, bau, dan sisa tumbuh-tumbuhan yang terkandung di dalamnya.

Pada sistem klasifikasi *Unified* ini faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam pengklasifikasian antara lain :

1. Persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 (ini adalah fraksi halus)
2. Persentase fraksi kasar yang lolos ayakan No. 20
3. Koefisien keseragaman (Cu) dan koefisien gradasi (ce)
4. Batas cair (LL) dan indeks plastisitas (IP)

Tabel 2. Sistem Klasifikasi Tanah Menurut *UNIFIED*

Divisi Utama		Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi		
Tanah berbutir kasar $\geq 50\%$ butiran tertahan saringan No. 200	Kerikil $50\% \geq$ fraksi kasar tertahan saringan No. 4	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW		
		GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus			
		Kerikil dengan Butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau	Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$ Bila batas <i>Atterberg</i> berada didaerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol	
			GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung		
	Pasir $\geq 50\%$ fraksi kasar lolos saringan No. 4	Pasir bersih (hanya pasir)	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW	
			SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		
		Pasir dengan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$ Bila batas <i>Atterberg</i> berada didaerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol	
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung		
		Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200	Lanau dan lempung batas cair $\leq 50\%$	ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung	Diagram Plastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar. Batas <i>Atterberg</i> yang termasuk dalam daerah yang di arsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol. 
				CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (<i>lean clays</i>)	
OL	Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah					
Lanau dan lempung batas cair $\geq 50\%$	MH		Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis			
	CH		Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (<i>fat clays</i>)			
	OH		Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi			
	PT		<i>Peat</i> (gambut), <i>muck</i> , dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488		

Sumber : Hary Christady, 1996.

C. Tanah Organik

1. Proses Terjadinya Tanah Organik

Tanah organik biasanya ditemukan di daerah dataran rendah di mana tabel air dekat atau di atas permukaan tanah. Kehadiran tabel air yang tinggi membantu dalam pertumbuhan tanaman air yang, ketika terurai, membentuk tanah organik. Jenis deposito tanah biasanya ditemui di wilayah pesisir dan di daerah glaciated. Tanah organik menunjukkan karakteristik sebagai berikut:

- 1.1. Kadar air alami mereka mungkin berkisar 200-300%.
- 1.2. Mereka sangat kompresibel.
- 1.3. Tes laboratorium telah menunjukkan bahwa, di bawah beban, sejumlah besar pemukiman berasal dari konsolidasi sekunder.

(Braja M. Das 2008)

Tanah organik adalah tanah yang tersusun dari bahan organik dan mempengaruhi sifat-sifat teknis tanah. Bahan-bahan organik tersebut terdiri dari sisa tumbuh-tumbuhan dan binatang. Jumlah bahan organik dalam tanah organik dinyatakan dengan kadar organik. Kadar organik adalah nilai banding antara berat bahan organik terhadap contoh tanah yang kering oven. Berat bahan organik dapat ditentukan dengan memanaskan contoh tanah untuk membakar bahan organiknya (Mc Farland, 1959).

Tanah organik terbentuk karena pengaruh iklim dan curah hujan tinggi yang sebenarnya cukup merata sepanjang tahun dengan topografi tidak rata, sehingga memungkinkan terbentuknya depresi-depresi. Sebagai akibat tipe

iklim serupa itu, tidak terjadi perbedaan menyolok pada musim hujan dan kemarau. Vegetasi hutan berdaun lebar dapat tumbuh dengan baik sehingga menghalangi insolasi dan kelembaban yang tinggi dapat dipertahankan di lingkungan tersebut. Pada daerah cekungan dengan genangan air terjadi akumulasi bahan organik. Hal ini disebabkan suasana anaerob menghambat oksidasi bahan organik oleh jasad renik, sehingga proses humifikasi akan terjadi lebih nyata dari proses mineralisasi. Penguraian bahan organik hanya dilakukan oleh bakteri anaerob, cendawan dan ganggang. Kecepatan dekomposisi ini dipengaruhi oleh jenis dan jumlah bakteri anaerob, sifat vegetasi, iklim, topografi dan sifat kimia airnya.

2. Sifat Tanah Organik

Sifat dan ciri tanah organik dapat ditentukan dengan berdasarkan sifat fisik dan kimianya. Adapun sifat dan ciri tersebut antara lain:

a. Warna

Umumnya tanah organik berwarna coklat tua dan kehitaman, meskipun bahan asalnya berwarna kelabu, coklat atau kemerah-merahan, tetapi setelah mengalami dekomposisi muncul senyawa-senyawa humik berwarna gelap. Pada umumnya, perubahan yang dialami bahan organik kelihatannya sama yang dialami oleh sisa organik tanah mineral, walaupun pada tanah organik aerasi terbatas.

b. Berat isi

Dalam keadaan kering tanah organik sangat kering, berat isi tanah organik bila dibandingkan dengan tanah mineral adalah rendah, yaitu 0,2 - 0,3 merupakan nilai umum bagi tanah organik yang telah

mengalami dekomposisi lanjut. Suatu lapisan tanah mineral yang telah diolah berat isinya berkisar 1,25 - 1,45.

c. Kapasitas menahan air

Tanah Organik mempunyai kapasitas menahan air yang tinggi. Mineral kering dapat menahan air $1/5 - 2,5$ dari bobotnya, sedangkan tanah organik dapat 2 – 4 kali dari bobot keringnya. Gambut lumut yang belum terkomposisi sedikit lebih banyak dalam menahan air, sekitar 12 atau 15 bahkan 20 kali dari bobotnya sendiri.

d. Struktur

Ciri tanah organik yang lain adalah strukturnya yang mudah dihancurkan apabila dalam keadaan kering. Bahan organik yang telah terdekomposisi sebagian bersifat koloidal dan mempunyai kohesi dan plastisitasnya rendah. Suatu tanah berbahan organik yang baik adalah *poroous* atau mudah dilewati air, terbuka dan mudah diolah. Ciri-ciri ini sangat diinginkan oleh pertanian tetapi tidak baik untuk bahan konstruksi sipil.

Sebagai akibat dari kemampuan yang besar untuk menahan air, maka apabila terjadi perbaikan drainase dimana dengan adanya pengurangan kadar air akan terjadi pemadatan struktur tanah organik, hal ini akan menurunkan muka tanah dan kalau ada tumbuhan akarnya akan muncul di atas permukaan tanah.

e. Reaksi masam

Pada tanah organik, dekomposisi bahan organik akan menghasilkan asam-asam organik yang terakumulasi pada tubuh tanah, sehingga akan

meningkatkan keasaman tanah organik. Dengan demikian tanah organik akan cenderung lebih masam dari tanah mineral pada kejenuhan basah yang sama.

f. Sifat koloidal

Sifat ini mempunyai kapasitas tukar kationnya lebih besar, serta sifat ini lebih jelas diperlihatkan oleh tanah organik daripada tanah mineral. Luas permukaan dua hingga empat kali daripada tanah mineral.

g. Sifat penyangga

Pada tanah organik lebih banyak diperlukan belerang atau kapur yang digunakan untuk perubahan pH pada tingkat nilai yang sama dengan tanah mineral. Hal ini disebabkan karena sifat penyangga tanah ditentukan oleh besar kapasitas tukar kation, dengan demikian tanah organik umumnya memperlihatkan gaya resistensi yang nyata terhadap perubahan pH bila diandingkan dengan tanah mineral.

3. Identifikasi Organik

Terdapat dua sistem penggolongan utama yang dilakukan, yakni sistem penanggulangan AASHTO (metode AASHTO M 145 atau penandaan ASTM D-3282) dan sistem penggolongan tanah bersatu (penandaan ASTM D-2487). Dalam metode AASHTO, tidak tercantum untuk gambut dan tanah yang organik, sehingga ASTM D-2487 harus digunakan sebagai langkah pertama pada pengidentifikasian gambut.

Berikut adalah tabel untuk pengidentifikasian jenis tanah untuk gambut dan tanah organik:

Tabel 3. Penggolongan Tanah Berdasarkan Kandungan Organik

KANDUNGAN ORGANIK	KELOMPOK TANAH
$\geq 75 \%$	Gambut
25 % - 75 %	Tanah Organik
$\leq 25 \%$	Tanah dengan Kandungan Organik Rendah

(SUMBER : PEDOMAN KONSTRUKSI JALAN DI ATAS TANAH GAMBUT DAN ORGANIK, 1996)

D. Cornice Adhesive

Cornice Adhesive adalah bubuk plaster yang berdaya rekat kuat, sangat dianjurkan dalam aplikasi di atas permukaan papan, semen, dan plasteryglass. Komposisi *Cornice Adhesive* tersebut terdapat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4. Komposisi *Cornice Adhesive*

BAHAN	RUMUS	NO CAS	KADAR
Silika, kristal-kuarsa	Si-O ₂	14808-60-7	< 0,3 %
Kalsium Sulphate Hemihyrate	Ca-O ₄ -S.1/2-H ₂ -O	10034-76-1	> 60 %
Batu Kapur	Ca-CO ₃	1317-65-3	< 30 %
Dekstrin	(C ₆ H ₁₀ O ₅) n x H ₂ O	9004-53-9	< 5 %
Selulosa Thickener	tidak tersedia	tidak tersedia	< 2 %
Synthetic Polimer	tidak tersedia	25213-24-5	< 2 %

(Sumber : http://www.boral.com.au/plasterboard/msds/pdfs/Cornice_Adhesive)

E. Stabilisasi Tanah

Menurut Ingels dan Metcalf (1972), sifat – sifat tanah yang diperbaiki dengan stabilisasi dapat meliputi : kestabilan volume, kekuatan / daya dukung, permeabilitas, dan kekelan / keawetan.

Stabilisasi tanah secara prinsip adalah suatu tindakan atau usaha yang dilakukan guna menaikkan kekuatan tanah, mempertahankan kekuatan gesernya, dan mendapatkan sifat-sifat yang diinginkan dari tanah sehingga sesuai untuk proyek pembangunan. Faktor yang sangat penting dalam penentuan tebal perkerasan yang dibutuhkan pada suatu jalan aspal (*flexible pavement*) atau pondasi suatu gedung adalah tanah dasar. Apabila tanah dasar merupakan tanah lempung yang mempunyai kuat dukung yang rendah dan sangat sensitif terhadap perubahan kadar air, akan menyebabkan ketidakstabilan jalan atau pondasi gedung tersebut. Oleh karena itu diperlukan perbaikan atau stabilisasi pada tanah tersebut.

Tanah yang akan digunakan pada suatu proyek bangunan teknik sipil (pondasi gedung, perkerasan jalan) harus memiliki sifat-sifat fisik maupun teknis yang baik. Namun kenyataan menunjukkan bahwa tidak semua tanah dalam kondisi aslinya memiliki sifat-sifat yang diinginkan.

Apabila tanah bersifat sangat lepas atau sangat mudah tertekan, permeabilitas yang terlalu tinggi, dan sifat-sifat lain yang tidak diinginkan sehingga tidak sesuai untuk proyek pembangunan, maka tanah tersebut harus distabilisasi.

Stabilisasi dapat dikelompokkan berdasarkan empat jenis klasifikasi utama, yaitu :

1. Fisiomekanikal, contohnya dengan melakukan pemadatan.
2. Granulometrik, contohnya dengan pencampuran tanah berkualitas buruk dan tanah dengan kualitas yang lebih baik.
3. Fisiokimia, contohnya pencampuran tanah dengan semen, kapur, atau aspal.

4. Elektrokimia, contohnya dengan menggunakan bahan kimia sebagai zat *additive*.

Stabilisasi tanah dapat terdiri dari satu atau kombinasi dari pekerjaan-pekerjaan:

1. Mekanis, yaitu pemadatan dengan berbagai jenis pemadatan mekanis, seperti mesin gilas, benda berat yang dijatuhkan, pemanasan, dan sebagainya.
2. Bahan pencampur (*additive*), seperti kerikil untuk tanah kohesif, lempung untuk tanah berbutir dan pencampur kimia seperti semen, gamping, abu batu bara, dan lain-lain (Bowles, 1991).

Salah satu usaha stabilisasi yaitu dengan pemadatan untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel. Tujuan pemadatan itu sendiri adalah untuk memperbaiki sifat-sifat teknis massa tanah.

Beberapa keuntungan yang didapatkan :

1. Mengurangi penurunan permukaan tanah.
2. Menambah kuat geser tanah.
3. Mengurangi kompresibilitas.
4. Mengurangi permeabilitas.
5. Mengurangi penyusutan (Bowles, 1991).

Metode atau cara memperbaiki sifat – sifat tanah ini juga sangat bergantung pada lama waktu pemeraman, hal ini disebabkan karena di dalam proses perbaikan sifat –sifat tanah terjadi proses kimia yang dimana memerlukan waktu untuk zat kimia yang ada didalam aditif untuk bereaksi. Pada penelitian ini peneliti mencoba melakukan stabilisasi tanah dengan menggunakan bahan aditif yaitu

Cornice adhesive dimana komposisi kimia yang terkandung dalam *Cornice Adhesive* salah satunya adalah Silika (SiO_2) yang merupakan unsur pembentukan utama dalam pembuatan semen.

F. Pemadatan Tanah

Pemadatan (*compaction*) adalah proses naiknya kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antarpartikel sehingga terjadi reduksi volume udara : tidak terjadi perubahan volume air yang cukup berarti pada tanah ini (R.F. Craig, 1989). Pemadatan merupakan usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel (Bowles, 1991). Usaha pemadatan tersebut akan menyebabkan volume tanah akan berkurang, volume pori berkurang namun volume butir tidak berubah. Hal ini bisa dilakukan dengan cara menggilas atau menumbuk.

Manfaat dari pemadatan tanah adalah memperbaiki beberapa sifat teknik tanah, antara lain :

1. Memperbaiki kuat geser tanah yaitu menaikkan nilai θ dan C ,
2. Mengurangi kompresibilitas yaitu mengurangi penurunan oleh beban,
3. Mengurangi permeabilitas yaitu mengurangi nilai k ,
4. Mengurangi sifat kembang susut tanah (lempung organik).

Adapun prosedur dinamik laboratorium yang standar digunakan untuk pemadatan tanah biasanya disebut uji "**Proctor**". Berdasarkan tenaga pemadatan yang diberikan, pengujian *proctor* dibedakan menjadi 2 macam :

1. Proctor Standar
2. Proctor Modifikasi

Rincian mengenai persamaan ataupun perbedaan dari kedua *proctor* tersebut, diperlihatkan dalam Tabel 4 berikut ini :

Tabel 5. Elemen-elemen Uji Pemadatan di Laboratorium

	Proctor Standar (ASTM D-698)	Proctor Modifikasi (ASTM D-1557)
Berat palu	24,5 N (5,5 lb)	44,5 N (10 lb)
Tinggi jatuh palu	305 mm (12 in)	457 mm (18 in)
Jumlah lapisan	3	5
Jumlah tumbukan/lapisan	25	25
Volume cetakan	1/30 ft ³	
Tanah	saringan (-) No. 4	
Energi pemadatan	595 kJ/m ³	2698 kJ/m ³

Sumber : Bowles, 1991.

G. Kuat Geser Tanah

Kuat geser tanah adalah kemampuan tanah melawan tegangan geser yang terjadi pada saat terbebani. Keruntuhan geser (*Shear failur*) tanah terjadi bukan disebabkan karena hancurnya butir-butir tanah tersebut. Pada peristiwa kelongsoran suatu lereng berarti telah terjadi pergeseran dalam butir-butir tanah tersebut. Kekuatan geser yang dimiliki oleh suatu tanah disebabkan oleh:

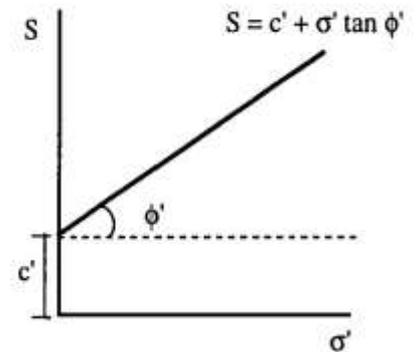
1. Pada tanah berbutir halus (kohesif) misalnya lempung organik kekuatan geser yang dimiliki tanah disebabkan karena adanya kohesi atau lekatan antara butir-butir tanah (c soil).
2. Pada tanah berbutir kasar non kohesif), kekuatan geser disebabkan karena adanya gesekan antara butir-butir tanah sehingga sering disebut sudut gesek dalam (ϕ soil).

3. Pada tanah yang merupakan campuran antara tanah halus dan tanah kasar (c dan ϕ soil), kekuatan geser disebabkan karena adanya lekatan (karena kohesi) dan gesekan antara butir-butir tanah (karena ϕ).

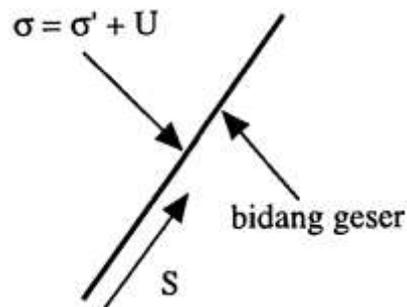
$$S = c' + \sigma' \tan \phi'$$

dimana :

- S = Kekuatan geser tanah.
- U = Tekanan air pori.
- σ = Tegangan total.
- σ' = Tegangan efektif.
- ϕ' = Sudut geser dalam efektif.
- c' = Kohesi.



Hubungan antara tegangan total, tegangan efektif dan tekanan air pori adalah sebagai berikut :



Pengujian kuat geser dimaksudkan untuk mencari parameter-parameter dari tanah yang diperlukan dalam menentukan kuat geser. Percobaan untuk menentukan kuat geser dibagi menjadi :

1. *Drained Test*

Sampel tanah diberi tegangan normal dan selama percobaan air dialirkan. Tegangan geser diberikan dengan air tetap terbuka dan tegangan pori dijaga supaya tetap nol.

2. *Undarined Test*

Pada percobaan ini tekanan air pori tidak diukur dan selama percobaan air tidak diperbolehkan mengalir. Hanya kekuatan geser undrained yang dapat ditentukan.

3. *Consolidated Undrained Test*

Sampel tanah diberikan tegangan normal sampai konsolidasi selesai dan air diperbolehkan mengalir dari sampel. Konsolidasi dianggap selesai jika sudah tidak ada perubahan pada isi sampel. Setelah itu jalan air ditutup dan sampel diberi tegangan geser secara undrained. Tegangan normal tetap bekerja dan tegangan pori diukur.

H. **Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*)**

Kuat tekan bebas adalah besarnya gaya aksial per satuan luas pada saat sampel tanah mengalami keruntuhan atau pada saat regangan aksial telah mencapai 20% (pilih yang lebih dahulu tercapai saat pengujian).

Uji kuat tekan bebas adalah salah satu cara untuk mengetahui geser tanah. Uji kuat tekan bebas bertujuan untuk menentukan kekuatan tekan bebas suatu jenis tanah yang bersifat kohesif, baik dalam keadaan asli (*undisturbed*), buatan (*remoulded*) maupun tanah yang dipadatkan (*compacted*). Konsistensi tanah lempung dapat ditentukan berdasarkan kekuatan kompresinya (q_u). sebagaimana dalam tabel 8 terlihat bahwa konsistensi dibagi menjadi 6 kategori dari sangat lunak sampai keras, yaitu antara nilai kompresibilitas (q_u) antara 0 sampai dengan lebih besar dari 4. Tabel ini dapat digunakan sebagai acuan untuk tanah kohesif yang lain.

Tabel 6. Deskripsi Lempung Berdasarkan Kompresibilitas

Konsistensi	Nilai q_u (kg/cm²)
Sangat Lunak	< 0,25
Lunak	0,25 – 0,50
Sedang	0,50 – 1,0
Kaku	1,0 – 2,0
Sangat Kaku	2,0 – 4,0
Keras	> 4,0

(Sumber : Terzaghi & Peck, 1967)