

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Tanah

Secara umum tanah dapat diklasifikasikan menjadi tanah tidak kohesif dan tanah kohesif atau tanah yang berbutir kasar dan tanah berbutir halus, sedang istilah tanah dalam bidang teknik sipil dapat dibagi menjadi : batu kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*), dan lempung (*clay*). Untuk membedakan serta menunjukkan nama dan sifat-sifat yang tepat dari tanah tersebut digunakan *sistem klasifikasi* (Wesley,1977).

Sistem Klasifikasi Tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan sub kelompok-sub kelompok berdasarkan pemakaiannya.

Dari beberapa sistem klasifikasi, ada dua buah sistem klasifikasi yang sering dipakai oleh para teknisi teknik sipil yaitu Sistem Klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) dan Sistem Klasifikasi Tanah Terpadu.

2.1.1 Sistem Klasifikasi AASHTO

Dalam sistem klasifikasi AASHTO ini tanah diklasifikasikan ke dalam tujuh kelompok besar yaitu : A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, dan A-7. Tanah yang diklasifikasikan ke dalam A-1, A-2, dan A-3 adalah tanah berbutir dengan 35 %

atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos saringan No. 200. Tanah dimana lebih dari 35% butirannya lolos saringan No. 200 diklasifikasikan ke dalam A-4, A-5, A-6, dan A-7. Sistem Klasifikasi ini berdasar kriteria :

1. Ukuran Butir

- **Kerikil**, butiran tanah yang lolos saringan \varnothing 75 mm dan tertahan saringan No. 10 (2 mm)
- **Pasir**, butiran tanah yang lolos saringan No. 10 (2 mm) dan tertahan saringan No. 200 (0,074 mm)
- **Lanau atau lempung**, butiran tanah yang lolos saringan No. 200

2. Plastisitas

- **Berlanau**, butiran yang lolos saringan No. 200 mempunyai $PI \leq 10$
- **Berlempung**, butiran yang lolos saringan No. 200 mempunyai $PI \geq 11$

3. Bila ditemukan batuan (> 75 mm) di dalam contoh tanah, maka batuan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu dan prosentasenya dicatat.

Tabel 2.1 Klasifikasi Tanah untuk Lapisan Tanah Dasar Jalan Raya (AASHTO)

Klasifikasi Umum	Tanah Berbutir ($\leq 35\%$ lolos saringan No. 200)							Tanah Lanau – Lempung ($>35\%$ lolos saringan 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				
Analisis saringan (% lolos) No. 10 No. 40 No. 200	max 50 max 30 max 15	----- max 50 max 25	----- max 51 max 10	----- ----- max 35	----- ----- max 35	----- ----- max 35	----- ----- max 35	----- ----- min 36	----- ----- min 36	----- ----- min 36	----- ----- min 36
Sifat fraksi yang lolos saringan No. 40	-----		-----	max 40	max 41	max 40	min 41	max 40	max 41	max 40	min 41
Batas Cair Indeks Plastisitas	max 6		NP	max 10	max 10	min 11	min 10	max 10	max 10	min 11	min 11
Jenis material yang dominan	batu pecah, kerikil dan pasir		pasir halus	kerikil dan pasir yang berlanau/berlempung				tanah berlanau		tanah berlempung	
Tingkatan sebagai <i>subgrade</i>	Baik sekali sampai baik							biasa sampai jelek			

Sumber : Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah, 1986

2.1.2 Sistem Klasifikasi Tanah Terpadu

Sistem Klasifikasi Tanah Terpadu (*Unified Soil Classification System*) ini pertama kali diusulkan oleh Cassagrande (1942), kemudian direvisi oleh kelompok teknisi USBR (*United State Bureau of Reclamation*).

Sistem Klasifikasi Tanah Terpadu memberikan klasifikasi berdasarkan percobaan di laboratorium berupa Analisa Ukuran Butir dan Batas-batas Atterberg. Analisa Ukuran Butir dibagi ke dalam dua kelompok besar, yaitu : Tanah Berbutir Kasar (*Coarse Grained Soil*) dan Tanah Berbutir Halus (*Fined Grained Soil*).

1. Tanah Berbutir Kasar (*Coarse Grained Soil*)

Tanah Berbutir Kasar adalah tanah yang kurang dari 50% berat total

contoh tanah lolos saringan No. 200 (0,074 mm). Simbol untuk kelompok ini yaitu G untuk tanah berkerikil dan S untuk tanah berpasir. Selanjutnya masing-masing dibagi menjadi empat kelompok yaitu W - bergradasi baik, P - bergradasi buruk, C - lempungan dan M - kelanauan.

2. Tanah Berbutir Halus (*Fined Grained Soil*).

Tanah Berbutir Halus adalah tanah yang lebih dari 50% berat total contoh tanah lolos saringan No. 200 (0,074 mm). Tanah Berbutir Halus ini kemudian diklasifikasikan atas dasar plastisitasnya yaitu : L untuk batas cair rendah ($< 50\%$) dan H untuk batas cair tinggi ($>50\%$). Selanjutnya masing-masing dibagi berdasarkan kadar persenyawaan organiknya, yaitu : M - lanau anorganik, C - lempung anorganik, dan O - lempung dan lanau organik.

Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi Tanah Terpadu

KELOMPOK		SIM BOL	N A M A	
Tanah berbutir kasar (kurang dari 50% lolos saringan No. 200)	Kurang dari 50% lolos saringan No. 4 (kerikil)	Kerikil Bersih	GW	• kerikil bergradasi baik dan sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
		Kerikil dengan Butiran Halus	GP	• kerikil bergradasi buruk dan sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
			GM	• kerikil berlanau, terdapat campuran kerikil, pasir dan lanau
		Lebih dari 50% lolos saringan No. 4 (pasir)	Pasir Bersih	GC
	SW			• pasir bergradasi baik dan sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
	Pasir dengan Butiran Halus		SP	• pasir bergradasi buruk dan sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
			SM	• pasir berlanau, terdapat campuran pasir dengan lanau
	Tanah berbutir halus (lebih dari 50% lolos saringan No. 200)	Batas cair kurang dari 50%		SC
ML				• lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung
CL				• lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berpasir, lempung berkerikil, lempung berlanau, lempung kurus (<i>lean clay</i>)
Batas cair lebih dari 50%			OL	• lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah
			MH	• lanau anorganik atau pasir halus diatomae atau lanau diatomae, lanau yang elastis
			CH	• lanau anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk (<i>fat clay</i>)
Tanah dengan kandungan organik yang sangat tinggi			OH	• lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi
			PT	• gambut (<i>peat</i>), muck dan tanah tanah dengan kandungan organik tinggi

Sumber : Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah, 1986

2.2 Stabilisasi Tanah

Dalam suatu pekerjaan jalan raya, tanah dasar atau subgrade disyaratkan mampu mendukung beban konstruksi dan beban lalu lintas di atasnya. Seringkali tanah dasar tidak memenuhi syarat-syarat tersebut, sehingga perlu ada usaha untuk memperbaiki atau merubah sifat-sifat tanah yang disebut *Stabilisasi Tanah*.

Stabilisasi tanah dasar bertujuan untuk merubah struktur tanah atau sifat tanah sehingga dapat memenuhi persyaratan dalam meningkatkan daya dukung tanah. Tanah yang tidak memenuhi persyaratan tersebut mungkin bersifat sangat lepas, mempunyai sifat perembesan yang tinggi, daya dukung sangat rendah atau sifat-sifat lain yang membuat tanah tersebut tidak sesuai digunakan sebagai tanah dasar.

Bowles (1986) menyatakan bahwa stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan salah satu cara berikut :

1. Meningkatkan kepadatan tanah
2. Menambah material yang tidak aktif sehingga meningkatkan kohesi dan atau tahanan gesek yang timbul
3. Menambah material untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan fisik dari material tanah
4. Menurunkan muka air tanah (drainase tanah)
5. Mengganti tanah-tanah yang buruk

Stabilisasi tanah dasar bukan hanya perbaikan tanah yang tidak memenuhi syarat, akan tetapi sering juga dimanfaatkan untuk meningkatkan mutu dari tanah dasar yang sebenarnya sudah tergolong baik, sehingga ketebalan lapisan-lapisan

konstruksi jalan di atasnya dapat diperkecil. Secara garis besar stabilisasi tanah dapat dibagi menjadi tiga bagian yaitu : stabilisasi mekanik, stabilisasi fisik, dan stabilisasi kimia (Ingels dan Metcalf, 1972)

2.2.1 Stabilisasi mekanik

Stabilisasi mekanik adalah suatu metode untuk meningkatkan daya dukung tanah tanpa mempengaruhi sifat-sifat fisik tanah itu sendiri. Cara ini berupa pemadatan, penggetaran dan tekanan statis.

Alat-alat yang biasa digunakan pada stabilisasi mekanik ini adalah mesin gilas beroda halus (*smooth wheel roller*), mesin gilas beroda karet, mesin gilas kaki domba (*sheepsfoot roller*) serta pelat getar.

2.2.2 Stabilisasi fisik

Stabilisasi fisik adalah merubah sifat-sifat fisik dari tanah dengan cara pemanasan (*heating*), pendinginan (*cooling*), dan menggunakan arus listrik (*electricity*). Salah satu jenis stabilisasi fisik yang sering dipakai yaitu cara pemanasan. Pada pemanasan dengan temperatur yang tinggi (diatas 900°C), tanah lempung yang sudah mengeras tidak dapat dirubah lagi dan selanjutnya jika direndam dalam air tidak akan mengurangi kekuatannya (Ingels dan Metcalf, 1972).

2.2.3 Stabilisasi kimia

Stabilisasi kimia adalah stabilisasi dengan cara penambahan bahan kimia padat atau cair pada tanah, sehingga terjadi perubahan-perubahan sifat pada tanah

tersebut. Bahan yang dapat dipakai pada stabilisasi kimia ini antara lain : semen, kapur, abu batubara, sodium, kalsium klorida dan limbah padat pabrik kertas (Bowles, 1986).

2.3 Stabilisasi Dengan PC

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI, 1982).

Semen sering digunakan untuk tujuan-tujuan meningkatkan mutu dari bahan pencampurnya karena sifat semen bisa mengikat bahan lain dan mempunyai kuat tekan yang tinggi apabila mengeras. Semen juga banyak dipakai sebagai bahan stabilisasi bagi tanah dasar yang jelek untuk tujuan pembangunan konstruksi jalan. Keuntungan dari stabilisasi dengan PC ini yaitu bahwa kestabilan tanah tidak tergantung dari gradasi butir ataupun kohesi antar butir, melainkan sepenuhnya disebabkan oleh pengerasan semen dan daya ikatnya.

Semen yang dipakai pada stabilisasi tanah biasanya Portland Cement yang mengandung 45% trikalsium silikat (Ca_3S) dan 27% dikalsium silikat (Ca_2S). Umur perawatan memiliki peranan yang sangat penting karena nilai kuat tekan bebas dari tanah uji meningkat dengan bertambahnya waktu curing (Ingels dan Metcalf, 1977). Pada penelitian stabilisasi tanah lempung yang dilakukan Saerin dan Jazim (1995) dengan menggunakan bahan stabilisator semen sebanyak 6% dari berat kering tanah, kadar bair pada sekitar batas cair, serta masa curing 6 hari memberikan nilai CBR 9,39%. Ingels

dan Metcalf (1972) memberikan saran kadar campuran semen untuk dipakai sebagai bahan stabilisator pada berbagai jenis tanah seperti dalam tabel 2.3.

Tabel 2.3 Rekomendasi kadar semen untuk berbagai jenis tanah lempung (Ingels dan Metcalf, 1972)

Jenis Lempung	Kadar PC
• Lempung berkerikil gradasi baik	2% - 4%
• Pasir gradasi baik	2% - 4%
• Lempung keras	4% - 6%
• Pasir gradasi buruk	4% - 6%
• Lempung berpasir	6% - 8%
• Lempung berlanau	8% - 12%
• Lempung sangat keras	12% - 15%
• Tanah organik	10% - 15%

Sumber : Soil Stabilization, 1972

2.4 Stabilisasi Dengan Kapur

Kapur merupakan bahan yang memiliki sifat adhesif, sehingga cukup baik digunakan sebagai bahan perekat untuk bangunan-bangunan yang berkaitan dengan teknik sipil. Di samping itu kapur masih relatif banyak tersedia di alam dengan harga yang cukup murah

Mutu kapur diukur dari persentase dari jumlah oksida (Ca atau Mg) yang ada di kapur. Jenis kapur yang baik digunakan untuk stabilisasi tanah (*soil lime stabilization*) adalah *hydrated lime* atau kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) dan *quicklime* atau kalsium oksida (CaO) (Ingels dan Metcalf, 1972).

Berdasarkan penyelidikan Ingels dan Metcalf (1972), stabilisasi tanah

dengan menggunakan kapur menghasilkan nilai kuat tekan bebas yang meningkat seiring dengan bertambahnya kadar kapur, biasanya sampai sekitar 8% dari berat kering tanah. Setelah penambahan melebihi 8%, laju peningkatan nilai kuat tekan bebas berkurang sampai tidak ada penambahan kekuatan lagi (konstan).

Untuk stabilisasi tanah lempung dengan menggunakan kapur, Ingels dan Metcalf (1972) merekomendasikan penggunaan kadar kapur (Ca(OH)_2) antara 2%-8% tergantung jenis tanahnya (tabel 2.4). Bambang dan Nur (1995) pada penelitian tanah lempung yang mempunyai nilai CBR 0,70%, yang kemudian distabilisasi dengan kadar kapur 6% pada kadar air di sekitar batas cair menghasilkan nilai CBR 1,55%.

Tabel 2.4 Rekomendasi kadar kapur untuk berbagai jenis tanah lempung (Ingels dan Metcalf, 1972)

Jenis Lempung	Kadar Kapur
• Lempung berkerikil gradasi baik	~ 3%
• Lempung berpasir	~ 5%
• Lempung berlanau	2% - 4%
• Lempung keras	3% - 8%
• Lempung sangat keras	3% - 8%

Sumber : Soil Stabilization, 1972