

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Sifat Tanah

Sifat-sifat tanah sangat bergantung pada ukuran butirnya. Besarnya butiran dijadikan dasar untuk pemberian nama dan klasifikasi tanahnya (Hardiyatmo, H.C.,1992). Oleh sebab itu analisis ukuran butir merupakan pengujian yang sangat sering dilakukan dan digunakan secara luas.

Analisis ukuran butiran tanah adalah penentuan persentase berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu (Hardiyatmo,H.C.,1992).

1. Tanah berbutir kasar

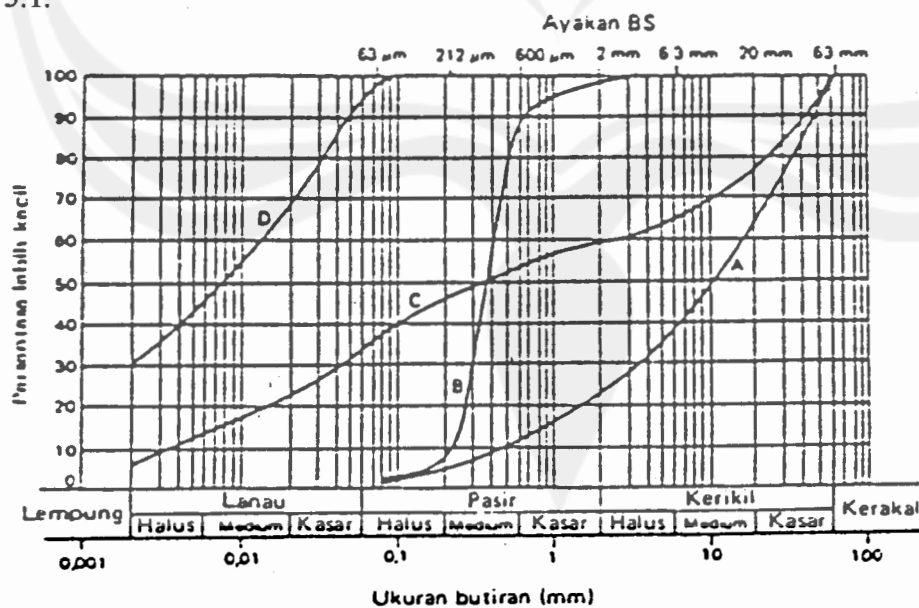
Distribusi ukuran butir dari tanah berbutir kasar dapat ditentukan dengan cara menyaringnya. Tanah benda uji disaring lewat saringan standar untuk pengujian tanah. Berat tanah yang tinggal pada masing-masing saringan ditimbang dan persentase terhadap berat kumulatif pada tiap saringan dihitung.

2. Tanah berbutir halus

Untuk menentukan distribusi ukuran butir dari tanah berbutir halus ditentukan dengan cara hidrometer, yaitu dengan memperhitungkan berat jenis suspensi yang tergantung dari berat butiran tanah dalam suspensi pada waktu tertentu. Pengujian laboratorium dilakukan dengan menggunakan gelas ukuran dengan

kapasitas 1000 ml yang diisi dengan larutan air, bahan pendispersi dan tanah yang akan diuji.

Distribusi ukuran partikel tanah dapat digambarkan dengan sebuah kurva di atas kertas semi logaritmik, di mana ordinatnya adalah persentase berat partikelnya yang lebih kecil dari ukuran absisnya yang diketahui. Makin landai kurva distribusi, makin besar rentang distribusinya; makin curam kurva, makin kecil rentang distribusinya. Tanah berbutir kasar dideskripsikan bergradasi baik jika tidak ada partikel-partikel yang ukurannya menyolok dalam suatu rentang distribusi dan jika masih terdapat partikel-partikel yang berukuran sedang. Secara umum tanah bergradasi baik diwakili oleh kurva distribusi yang cembung dan mulus. Tanah berbutir kasar dideskripsikan bergradasi buruk, jika ukurannya seragam dan jika tidak atau jarang terdapat partikel berukuran sedang (terdapat loncatan ukuran tanah). Contoh kurva distribusi ukuran butiran diperlihatkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kurva Distribusi Ukuran Butiran
Sumber : Hardiyatmo, H.C., 1992

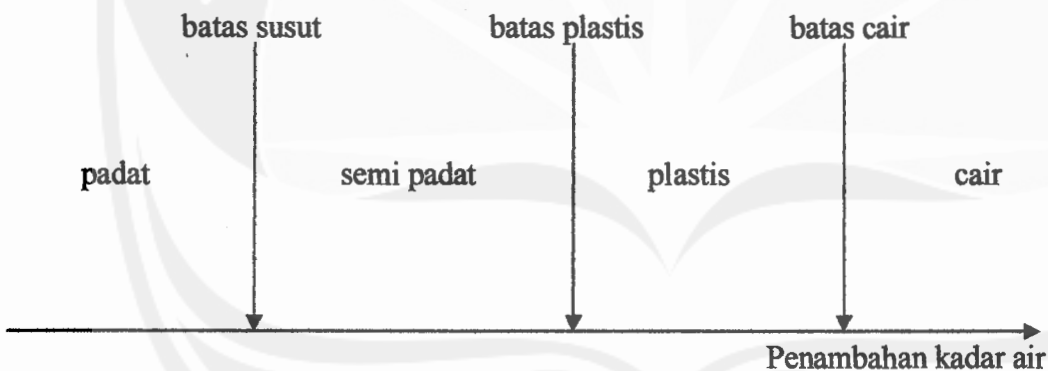
Dari bentuk kurva sesuatu tanah dapat dibaca keadaan gradasinya sebagai berikut:

1. Ambil satu titik yang terletak pada kurva, misal mempunyai absis D mm dan ordinat P %, maka berarti: P % dari tanah ini ukuran butirnya kurang dari D mm.
2. Makin ke kanan kurva suatu tanah berarti makin kasar butir-butirnya, makin ke kanan makin halus.
3. Tanah dengan kurva makin tegak berarti variasi ukuran butir-butirnya makin sedikit, atau butir-butirnya makin seragam (*uniform*) seperti pada kurva B.
4. Kurva makin landai berarti ukuran butir makin banyak variasinya, gradasi makin baik seperti pada kurva C.
5. Persentase dari masing-masing fraksi tanah ditunjukkan ordinat (garis tegak).
 - a. Kerikil : 75 mm # 3"
 - b. Pasir : 4,75 mm # 4"
 - c. Lanau : 0,075 mm # 200"
 - d. Lempung : 0,005 mm
6. Banyaknya (persentase) suatu fraksi yang ada dalam tanah dapat diketahui dari perpotongan kurva dengan batas-batas butir fraksi.
7. Di alam tanah selalu terdiri atas campuran dari beberapa fraksi, namun tanah tersebut akan dinamakan sebagai berikut:
 - a. Jika kandungan fraksi $> \# 200$ lebih dari 50 % disebut tanah butir kasar.
 - b. Jika kandungan fraksi $< \# 200$ lebih dari 50 % disebut tanah butir halus.

3.2 Batas-batas Atterberg

Menurut Peck, R.B., et.al, 1973 sebenarnya pada campuran tanah-air yang melewati satu ke keadaan yang lain tidak terjadi perubahan mendadak dalam sifat-sifat fisisnya. Oleh karena itu pengujian batas-batas Atterberg merupakan pengujian bandingan yang dipakai untuk menentukan nilai-nilai batas.

Tergantung pada kadar airnya, tanah mungkin berbentuk cair, plastis, semi padat, atau padat. Kedudukan kadar air transisi bervariasi pada berbagai jenis tanah. Kedudukan fisik tanah berbutir halus pada kadar air tertentu disebut konsistensi (Hardiyatmo, H.C., 1992).



Gambar 3.2 Batas-batas Atterberg
Sumber : Hardiyatmo, H.C., 1992

1. Batas Cair (*Liquid Limit*)

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

Batas cair biasanya ditentukan dari pengujian Casagrande.

Tanah dengan :

$LL < 50\%$ → disebut tanah plastisitas rendah

LL > 50% → disebut tanah plastisitas tinggi

2. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis (PL), didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antar daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air tanah dengan diameter silinder 3 mm mulai retak-retak ketika digulung.

3. Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Batas susut (SL), didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara semi padat dan padat, yaitu persentase kadar air di mana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanahnya. Tanah dengan SL makin kecil menunjukkan tanah bersifat kembang susut makin besar.

4. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks plastisitas (PI) adalah selisih batas cair dan batas plastis, atau $PI = LL - PL$. Indeks plastisitas akan merupakan interval kadar air di mana tanah masih bersifat plastis. Karena itu indeks plastis menunjukkan sifat keplastisan tanahnya. Jika tanah mempunyai interval kadar air daerah plastis yang kecil, maka keadaan ini disebut dengan tanah kurus. Kebalikannya, jika tanah mempunyai interval kadar air daerah plastis yang besar disebut tanah gemuk. Hubungan antara potensi pengembangan tanah dan indeks plastisitas (Peck, R.B., et.al, 1973) dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Hubungan antara Potensi Pengembangan Tanah dan Indeks Plastisitas

Potensi Pengembangan	Indeks Plastisitas
Rendah	0 – 15
Sedang	10 – 35
Tinggi	20 – 55
Sangat Tinggi	35 dan lebih

Sumber : Peck, R.B., et.al, 1973

Akibat perubahan kadar air, selain konsistensinya volume tanah juga berubah mengembang bila kadar airnya naik dan menyusut bila kadar airnya berkurang.

3.3 Klasifikasi Tanah

Dalam menentukan sifat-sifat tanah ada dua sistem klasifikasi yang dapat digunakan, yaitu Sistem Klasifikasi *Unified (Unified Soil Classification System)* dan Sistem Klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official Classification*).

1. Sistem Klasifikasi *Unified*

Sifat indeks (sifat pengenal) yang digunakan untuk mengklasifikasikan adalah:

- a. Perbandingan banyaknya butir kasar dan butir halus, banyaknya fraksi kerikil dan pasir.
- b. Gradasi tanah.
- c. Batas konsistensi tanah butir halus.
- d. Sifat organik tanah.

Menurut sistem *Unified* ini tanah berbutir kasar dibagi menjadi :

- a. Kerikil dan tanah berkerikil; simbol G.
- b. Pasir dan tanah berpasir; simbol S.

Kerikil dan pasir masing-masing dibagi lagi menjadi empat kelompok:

- a. Material bergradasi baik, cukup bersih; simbol W.
- b. Material bergradasi baik dengan pengikat lempung istimewa; simbol C.
- c. Material bergradasi jelek, cukup bersih; simbol P.
- d. Material kasar mengandung butiran halus, tidak termasuk dalam kelompok-kelompok sebelumnya; simbol M.

Tanah berbutir halus dibagi menjadi tiga kelompok :

- a. Tanah anorganis berlanau dan berpasir sangat halus; simbol M.
- b. Lempung anorganis; simbol C.
- c. Lanau dan lempung organik; simbol O.

Masing-masing dari tiga kelompok tanah berbutir halus ini dibagi lagi menurut batas cairnya menjadi :

- a. Tanah berbutir halus dengan batas cair 50 atau kurang; yaitu dengan kompresibilitas rendah hingga medium; simbol L.
- b. Tanah berbutir halus dengan batas cair lebih besar daripada 50; yaitu dengan kompresibilitas tinggi; simbol H.

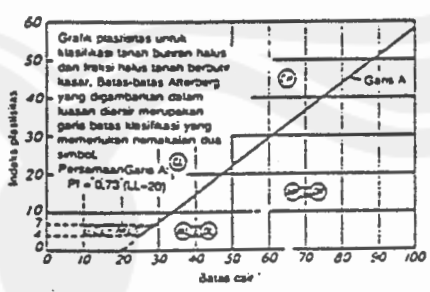
Tanah sangat organik, yang biasanya berserat, seperti tanah gambut dan tanah rawa dengan kompresibilitas tinggi; simbol Pt, tidak dibagi lagi dan ditempatkan pada satu kelompok berdasarkan identifikasi visual (Peck,R.B.,et.al,1973).

Sistem klasifikasi *Unified* dapat dilihat dalam tabel 3.2.

Tabel 3.2 Sistem Klasifikasi Tanah *Unified*

Pembagian Utama	Simbol Kelompok	Nama Tipikal	Kriteria Klasifikasi
Tanah Butir Kasar lebih atau S _{1/2} . Kriteria ayakan No. 200 Kerikil S _{1/2} atau lebih fraksi kasarnya ketimbang ayakan No. 4 Tanah Butir Halus lebih atau S _{1/2} fraksi kasarnya lebih ayakan No. 4 Pisir dengan fraksi halus Pisir berkerikil Pisir dengan fraksi halus Pisir berkerikil	GW	Kerikil dan campuran kerikil pasir, sedikit atau tanpa fraksi halus, bergradasi baik	$C_u = D_{60}/D_{10}$ Lebih besar dari 4 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Di antara 1 dan 3
	GP	Kerikil dan campuran kerikil pasir, sedikit atau tanpa fraksi halus, bergradasi jelek	Tidak memenuhi kedua kriteria bagi GW
	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir lanau	Batas-batas Atterberg di bawah grs. "A" atau indeks plastisitas kurang dari 4
	GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir lempung	Batas-batas Atterberg di atas grs. "A" atau indeks plastisitas lebih dari 7
	SW	Pasir dan pasir berkerikil, sedikit atau tanpa fraksi halus, bergradasi baik	$C_u = D_{60}/D_{10}$ Lebih besar dari 6 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Di antara 1 dan 3
	SP	Pasir dan pasir berkerikil, sedikit atau tanpa fraksi halus, bergradasi jelek	Tidak memenuhi kedua kriteria bagi SW
	SM	Pasir berlanau, campuran pasir lanau	Batas-batas Atterberg di bawah grs. "A" atau indeks plastisitas kurang dari 4
	SC	Pasir berlempung, campuran pasir lempung	Batas-batas Atterberg di atas grs. "A" atau indeks plastisitas lebih dari 7
Tanah Butir Halus 50% atau lebih lewat ayakan No. 200 Lanau dan Lempung Halus cair 50% atau kurang Lanau dan Lempung Halus cair lebih besar dari 50%	ML	Lanau, pasir sangat halus, bubuk batu, pasir halus berlanau atau berlempung, tak organis	
	CL	Lempung dgn. plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus, tak organis	
	OL	Lanau organis dan lempung berlanau organis dengan plastisitas rendah	
	MH	Lanau, pasir halus atau lanau mengandung mika atau diatom, lanau elastisitas, tak organis	
	CH	Lempung dgn. plastisitas tinggi lempung gemuk, tak organis	
	OH	Lempung dgn. plastisitas sedang sampai tinggi, organis	
Tanah sangat organis	Pt	Gambut, humus dan tanah sangat organis lainnya	Identifikasi secara manual-visual

Klasifikasi berdasarkan persentase fraksi halus Kurang dari 5% lulus ayakan No. 200; GW, GP, SW, SP Lebih dari 12% lulus ayakan No. 200; GM, GC, SM, SC 5% sampai 12% lulus ayakan No. 200; Perbaikan Klasifikasi perlu menggunakan simbol ganda



2. Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Official Classification) berguna untuk menentukan kualitas tanah guna perencanaan timbunan jalan, *subbase* dan *subgrade* (Hardiyatmo, H.C.,1992).

Sistem klasifikasi tanah AASHTO membagi tanah dalam 7 kelompok. A-1 sampai A-7 termasuk sub-sub kelompok. Pengujian yang digunakan hanya analisis saringan dan batas-batas Atterberg. Pada garis besarnya tanah dikelompokkan menjadi 2 kelompok besar yaitu kelompok tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus (Sukirman, S.,1992).

Kelompok tanah berbutir kasar dibedakan atas:

- A-1, adalah kelompok tanah yang terdiri dari kerikil dan pasir kasar dengan sedikit atau tanpa butir halus, dengan atau tanpa sifat-sifat plastis.
- A-3, adalah kelompok tanah yang terdiri dari pasir halus dengan sedikit sekali butir-butir halus lolos No.200 dan tidak plastis.
- A-2, sebagai kelompok batas antara kelompok tanah berbutir kasar dengan tanah berbutir halus.

Kelompok A-2 ini terdiri dari campuran kerikil/pasir dengan tanah berbutir halus yang cukup banyak (< 35%).

Sedangkan kelompok tanah berbutir halus dibedakan atas:

- A-4, adalah kelompok tanah lanau dengan sifat plastisitas rendah.
- A-5, adalah kelompok tanah lanau yang mengandung lebih banyak butir-butir plastis, sehingga sifat plastisnya lebih besar dari kelompok A-4.

A-6, adalah kelompok tanah lempung yang masih mengandung butir-butir pasir dan kerikil, tetapi sifat perubahannya cukup besar.

A-7, adalah kelompok tanah lempung yang bersifat plastis. Tanah ini mempunyai sifat perubahan yang cukup besar.

Kelompok tanah A-4 sampai dengan A-7 (tanah > 35% lolos No.200) sangat ditentukan dari sifat plastisitas tanahnya.

Sistem klasifikasi AASHTO dapat dilihat dalam tabel 3.3.

Tabel 3.3 Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO

Klasifikasi Umum ^a	Material Granuler (35 persen atau Kurang Lewat No. 200)						Material Lempung-Latau (Lebih dari 35 persen Lewat No. 200)				
	A-1		A-2	A-2			A-4	A-5	A-6	A-7	
Klasifikasi Kelompok	A-1-a	A-1-b	A-2	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5, A-7-6
Analisis ayakan persen lewat:											
No. 10	50 maks										
No. 40	30 maks	50 maks	51 min								
No. 200	15 maks	25 maks	10 maks	35 maks	35 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min
Karakteristik fraksi yang lewat No. 40:											
Sangat cair				40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min
Indeks plastisitas	6 maks		N.P. ^b	10 maks	10 maks	11 min	11 min	10 maks	10 maks	11 min	11 min
Jenis yang umum dari material yang utuh	Fragmen batu—kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir bertanah atau berlempung			Tanah lempunan		Tanah lempungan		
Pemilihan umum sebagai bahan subgrade	Sempurna sampai baik						Cukup sampai jelek				

^aProsedur klasifikasi: Dengan memperhatikan data hasil pengujian yang diperlukan, bergerak dalam tabel dari kiri ke kanan; kelompok yang cocok akan ditemukan dengan proses eliminasi. Kelompok pertama dari kiri yang konsisten dengan data hasil pengujian merupakan klasifikasi yang tepat. Kelompok A-7 dibagi menjadi A-7-5 atau A-7-6 bergantung pada batas plastis. Untuk $w_p < 30$, klasifikasinya adalah A-7-6; untuk $w_p \geq 30$, A-7-5.

^bN.P. berarti nonplastis.

Sumber : Peck, R.B., et.al, 1973