

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tanah Lempung**

Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel yang mempunyai ukuran-ukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi yang merupakan unsur-unsur penyusun batuan dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Pelapukan tanah akibat reaksi kimia tersebut akan menghasilkan susunan kelompok partikel yang berukuran koloid dengan diameter ukuran butiran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel lempung berbentuk seperti lembaran yang memiliki lembaran khusus sehingga lempung mempunyai sifat yang sangat dipengaruhi oleh gaya-gaya permukaan (Hardiyatmo H.C, 1992).

#### **2.2 Sifat Mineral Lempung**

Menurut Bowles J.E (1984), sifat mineral lempung dibedakan atas :

##### **1. Hidrasi**

Hidrasi adalah kondisi partikel lempung dikelilingi oleh lapisan-lapisan molekul air yang disebut "Air teradsorpsi". Lapisan tersebut umumnya mempunyai dua molekul yang disebut "lapisan difusi", "lapisan difusi ganda", "lapisan ganda". Air tertarik ke lapisan ini dengan cukup kuat, dan

atau mengandung ion-ion logam. Difusi "kation teradsorpsi" dari mineral lempung meluas keluar dari permukaan sampai kelapisan air.

Pengaruhnya adalah pengadaaan muatan netto (+) di dekat partikel mineral dan mineral (-) pada jarak yang lebih jauh.

## 2. Aktifitas

Di bagian-bagian tepi mineral lempung terdapat muatan negatif netto yang mengakibatkan terjadinya usaha untuk menyeimbangkan muatan ini dengan tarikan kation. Tarikan ini akan sebanding dengan kekurangan muatan-muatan netto dan dapat dihubungkan dengan aktifitas lempung.

Aktifitas ini dapat didefinisikan sebagai :

$$Aktifitas = \frac{IP}{C} \dots\dots\dots(2.1)$$

IP = Indeks Plastsitas

C = Persentase berat dari fraksi tanah lempung

## 3. Flokulasi dan Dispersi

Hampir semua mineral lempung menghasilkan larutan tanah air yang bersifat alkalin ( $pH > 7$ ) sebagai akibat muatan negatif netto pada satuan mineral. Akibat adanya muatan ini, ion  $H^+$  di dalam air dan partikel berukuran kecil akan bersama-sama tertarik dan bersinggungan atau bertabrakan di dalam larutan itu. Beberapa partikel yang tertarik tersebut akan membentuk "flok" yang berorientasi secara acak atau struktur yang berukuran lebih besar yang akan mengendap di dalam larutan dengan cepat dan membentuk sedimen yang sangat lepas. Flokulasi tanah yang

terdispersi dapat dinetralkan dengan menambah ion  $H^+$  yang diperoleh dari bahan yang mengandung asam.

#### 4. Pengaruh Air

Fase air yang berada di dalam tanah lempung sangat menentukan sifat plastis tanah lempung. Massa tanah yang sudah mengering dari suatu kadar air awal mempunyai kekuatan yang cukup besar. Apabila bongkahan tanah tersebut dipecah-pecah menjadi partikel yang kecil-kecil, maka tanah tersebut akan berperilaku suatu bahan yang tidak kohesif. Namun jika ditambahkan air maka bahan tersebut akan menjadi plastis dengan kekuatan yang lebih rendah dibandingkan dengan bongkahan tanah yang kering.

### 2.3 Stabilisasi

Keanekaragaman jenis dan sifat tanah terkadang menjadi problema dalam pelaksanaan bangunan konstruksi. Problema yang terjadi biasanya dikarenakan jenis dan sifat tanah yang tidak memenuhi syarat sebagai tanah yang memiliki daya dukung yang cukup baik. Masalah tersebut dapat diatasi dengan melakukan perbaikan tanah dengan menggunakan metode stabilisasi tanah.

Menurut Bowles J.E (1984), usaha stabilisasi tanah bertujuan untuk :

- (a) Meningkatkan kuat dukung tanah dengan meningkatkan kepadatan (*density*) tanah,
- (b) Menurunkan nilai permeabilitas tanah,
- (c) Menurunkan nilai kompresibilitas.

## 2.4 Jenis-jenis Stabilisasi Tanah

Dalam suatu pekerjaan konstruksi bangunan gedung, tanah disyaratkan mampu mendukung beban konstruksi di atasnya. Seringkali tanah tidak memenuhi syarat-syarat tersebut, sehingga perlu adanya usaha untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang disebut Stabilisasi Tanah.

Stabilisasi dapat berupa penambahan atau penggantian material baru, penambahan bahan kimia, pemadatan, pemanasan, dan pendinginan. Secara garis besar ada tiga bagian stabilisasi yaitu stabilisasi mekanik, stabilisasi fisik dan stabilisasi kimia.

Ingels dan Metcalf (1977) memberikan beberapa metode pelaksanaan stabilisasi tanah dibawah ini :

### 1. Stabilisasi Mekanik

Stabilisasi mekanik adalah stabilisasi yang dilakukan untuk mendapatkan kepadatan tanah yang maksimum yang dilakukan dengan menggunakan peralatan mekanis seperti mesin gilas (*roller*), benda berat yang dijatuhkan (*pounder*), ledakan (*eksplosif*), tekanan statis, tekstur, pembekuan, pemanasan dan sebagainya.

### 2. Stabilisasi Fisik

Stabilisasi fisik adalah stabilisasi yang dilakukan untuk merubah sifat-sifat tanah dengan cara pemanasan (*heating*), pendinginan (*cooling*) dan menggunakan arus listrik.

Salah satu jenis stabilisasi fisik yang sering dipakai adalah pemanasan.

### 3. Stabilisasi Kimia

Stabilisasi kimia adalah stabilisasi yang dilakukan dengan cara memberikan bahan kimia pada tanah sehingga mengakibatkan terjadinya perubahan sifat-sifat tanah tersebut. Pencampuran kimia yang sering dilakukan seperti dengan menggunakan semen Portland, kapur, abu batubara, semen dan lain-lain

#### 2.5 Stabilisasi Tanah Lempung

Bowles J.E (1984) berpendapat bahwa pemuaian yang terjadi pada tanah lempung dikarenakan kadar air bertambah dari referensinya, namun tanah lempung tersebut akan menyusut jika kadar air berkurang dari nilai referensinya hingga pada batas susut. tanah lempung akan mempunyai perubahan volume yang besar (*ekspansif*) apabila indeks plastisitas  $IP > 20$ . Untuk menstabilkan jenis tanah lempung ini terdapat beberapa prosedur antara lain :

- 1) Penambahan bahan stabilisator seperti kapur, semen, aspal dan lain-lain.
- 2) Memadatkan tanah pada keadaan yang lebih basah dari optimum, agar menjamin terdapatnya struktur lempung yang terdispersi dan menghasilkan kerapatan kering dari tanah lempung merupakan parameter yang penting.
- 3) Mengontrol perubahan kadar air dari nilai referensinya ( $w$  pada saat lempung itu digunakan sebagai pendukung bangunan konstruksi).

Tanah Lempung memiliki sifat-sifat yang dibagi menjadi empat kelompok yaitu sifat fisik, sifat kimia, sifat elektromagnetik dan sifat mekanik.

## 2.6 Sifat Fisik

Menurut Craig R.F (1991) Sifat fisik tanah lempung selain mempunyai partikel berukuran kurang dari 0,002 mm dan berbentuk lempeng pipih. Mineral lempung berbentuk lempengan yang mempunyai permukaan spesifik (perbandingan antara luas permukaan dengan massa) yang tinggi. Bentuk lain dari partikel mineral lempung adalah seperti jarum, tetapi jarang terdapat dibandingkan dengan bentuk lempengan.

## 2.7 Sifat Kimia

Menurut Das B.M (1994), mineral lempung merupakan senyawa aluminium silikat yang kompleks, terdiri dari satu atau dua sifat silika tetrahedra dan aluminium tetrahedra. Setiap unit tetrahedra terdiri dari empat atom oksigen yang mengelilingi satu atom silikon. Kombinasi dari unit-unit silika tersebut dipakai bersama oleh *tetrahedra-tetrahedra* yang bersebelahan. Unit-unit *oktahedra* terdiri dari enam gugus ion hidroksil (OH) yang mengelilingi sebuah atom aluminium dan kombinasi dari unit-unit hidroksil aluminium berbentuk *oktahedra* itu membentuk lembaran *oktahedra* (lembaran *gibbsite*).

## 2.8 Sifat Elektromagnetik

Menurut Das B.M (1994), Umumnya partikel tanah lempung mempunyai muatan negatif pada permukaannya. Molekul air tertarik ke permukaan sehingga menyebabkan adanya ikatan hidrogen (*hidrogen bonding*), dimana setiap hidrogen atom pada molekul dipakai bersama oleh atom oksigen pada permukaan partikel lempung.

## 2.9 Sifat Mekanik

Menurut Craig R.F (1991), Mineral tanah lempung menghasilkan sifat plastis bila dicampur dengan air, karena mineral lempung mengalami dispersi (menyebar) di dalam air. Apabila diberi beban, mineral akan menyebar menjauh dari permukaan beban tersebut, beban akan mengalami penurunan. Disimpulkan tanah lempung cenderung tidak stabil dan membahayakan struktur di atasnya bila tidak ada penangan secara khusus pada kondisi ini.

## 2.10 Penelitian Stabilisasi Tanah Lempung

Beberapa penelitian laboratorium yang ditinjau sebagai bahan pertimbangan dan acuan penelitian ini, sebagai berikut :

1. Penelitian Laboratorium, Analisis Stabilisasi Tanah Lempung dengan Semen dan Kapur di sekitar batas cair pada *subgrade* jalan raya diperoleh kesimpulan bahwa nilai-nilai CBR tertinggi didapat pada campuran dengan kadar air paling rendah dan masa curing paling lama (Utomo R. R. S dan Jatnika A, 1995).
2. Penelitian Laboratorium, Analisis Stabilisasi Tanah Lempung dengan menggunakan Limbah pupuk ZA untuk Subgrade Jalan Raya diperoleh kesimpulan bahwa limbah pupuk ZA yang struktur kimianya berbentuk padat dan seperti kapur relatif dapat digunakan untuk perbaikan Stabilisasi Tanah (*subgrade*) dengan kadar penambahan limbah maksimal 20 % terhadap berat kering tanah (Rendra dan Legiman H, 1999).

3. Penelitian Laboratorium, Pengaruh Kadar Air terhadap Stabilisasi Tanah Lempung dengan Semen pada Subgrade Jalan Raya diperoleh kesimpulan kadar semen 2 % dan 5 % serta kadar air 5 % didapat nilai Kuat Tekan Bebas ( $q_u$ ) cukup tinggi, air sebagai pengikat antara lempung dengan semen proses pemadatan dengan hasil akhir yang optimal (Prasetyo M.A dan Arifudin R, 1995).
4. Penelitian Laboratorium, Pengaruh Variasi Semen untuk Stabilisasi Subgrade Tanah Lempung terhadap Kebutuhan Tebal Perkerasan Lentur diperoleh kesimpulan kadar semen 7,5 % dan air 2,5 % memberikan Nilai CBR rencana maksimal, daya dukung tanah dasar besar maka ketebalan perkerasan yang dibutuhkan dapat berkurang (Solmi. D dan Takwanto D. Y, 1995).
5. Penelitian Laboratorium, Asbuton B20 Dengan Bahan Peremaja Oli Bekas Sebagai Stabilisator Tanah Lempung Untuk Subgrade Jalan Raya diperoleh kesimpulan bahwa stabilisator tipe B20 dengan peremaja oli bekas dapat digunakan untuk stabilisasi tanah lempung dengan metode Slow Curing. (Darmawan. S dan Dedy. A. R, 2003).

### **2.11 Serbuk Kulit Kerang**

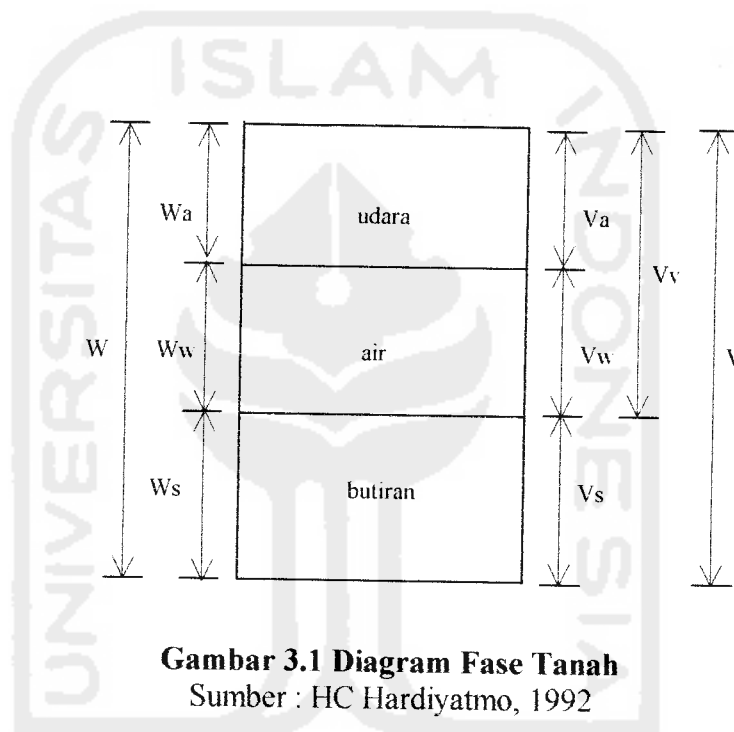
Serbuk kulit kerang didapatkan dari kulit kerang laut (*Bivalvia*) dari kelas *moluska* yang dihaluskan melalui proses penumbukan sampai dapat melewati saringan No. 40. Kulit kerang laut (*Bivalvia*) memiliki kandungan kapur yang cukup baik hanya saja pemanfaatannya selama ini lebih banyak diperuntukan sebagai campuran pakan ternak seperti burung, ikan dan lainnya.



### BAB III

## LANDASAN TEORI

### 3.1 Penelitian Sifat Fisik Tanah



**Gambar 3.1 Diagram Fase Tanah**  
Sumber : HC Hardiyatmo, 1992

Istilah-istilah umum yang dipakai untuk hubungan berat adalah kadar air (*moisture content*) dan berat volume (*unit weight*). Definisi dari istilah-istilah tersebut adalah sebagai berikut :

a. Kadar Air ( $w$ )

Kadar air ( $w$ ), juga disebut water content didefinisikan sebagai perbandingan antara berat air dan berat butiran padat dari volume tanah yang diselidiki.

$$w = \frac{w_w}{w_s} \times 100\% \dots\dots\dots (3.1)$$

Dengan :  $w$  = kadar air

$w_w$  = berat

$w_s$  = berat butiran

#### b) Berat Volume Tanah

Berat Volume ( $\gamma$ ) adalah berat tanah per satuan volume, dengan rumus dasar :

$$\gamma = \frac{w_w + w_s}{V} \dots\dots\dots (3.2)$$

Dengan :  $\gamma$  = berat volume

$V$  = volume total

#### c) Berat Volume Tanah Kering

Berat Volume Kering ( $\gamma_k$ ) didapatkan dari rumus :

$$\gamma_k = \frac{\gamma_b}{1 + w} \dots\dots\dots (3.3)$$

#### d) Berat Jenis (*Specific Gravity, G<sub>s</sub>*)

Berat jenis adalah perbandingan antara volume butiran tanah dengan berat volume air.

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{w_w}{V_s \cdot \gamma_s} \dots\dots\dots (3.4)$$

dengan :  $\gamma_s$  = berat volume tanah

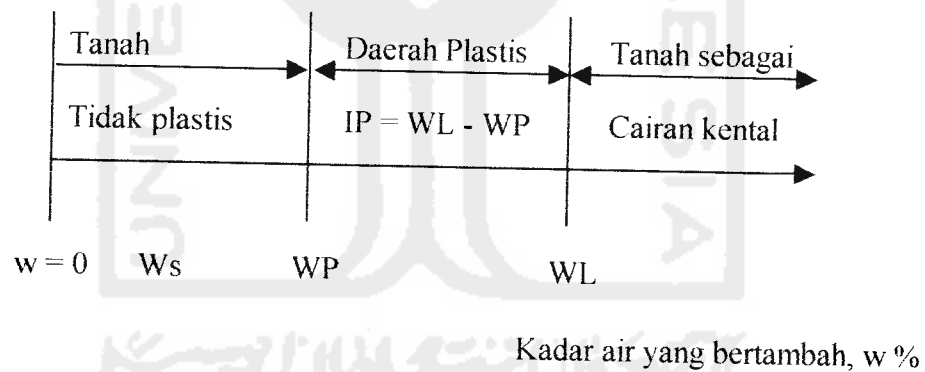
$\gamma_w$  = berat volume air

$V_s$  = volume tanah

### 3.2 Batas-batas Atterberg

Tanah yang berbutir halus biasanya memiliki sifat plastis. Sifat plastis tersebut merupakan kemampuan tanah menyesuaikan perubahan bentuk tanah setelah bercampur dengan air pada volume yang tetap. Tanah tersebut akan berbentuk cair, plastis, semi padat atau padat tergantung jumlah air yang bercampur pada tanah tersebut.

Batas Atterberg memperlihatkan terjadinya bentuk tanah dari benda padat hingga menjadi cairan kental sesuai dengan kadar airnya. Dari test batas Atterberg akan didapatkan parameter batas cair, batas plastis, batas lengket dan batas kohesi yang merupakan keadaan konsistensi tanah. Batas-batas Atterberg dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut :



**Gambar 3.2 Batas-batas Atterberg**

Sumber : Bowles, J E, (1984)

#### 3.2.1 Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair ( $W_L$ ) adalah kadar air tanah yang untuk nilai-nilai di atasnya, tanah akan berperilaku sebagai cairan kental (batas antara keadaan cair dan keadaan keadaan plastis), yaitu batas atas dari daerah plastis.

### 3.2.2 Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis (WP) adalah kadar air yang untuk nilai-nilai dibawahnya, tanah tidak lagi berperilaku sebagai bahan yang plastis. Tanah akan bersifat sebagai bahan yang plastis dalam kadar air yang berkisar antara WL dan WP. Kisaran ini disebut indeks plastisitas.

### 3.2.3 Indeks Plastisitas

Indeks Plastisitas merupakan interval kadar air, yaitu tanah masih bersifat plastis. Karena itu, indeks plastis menunjukkan sifat keplastisan tanahnya. Jika tanah mempunyai interval kadar air daerah plastis kecil, maka keadaan ini disebut dengan tanah kurus. Kebalikannya, jika tanah mempunyai interval kadar air daerah plastis besar disebut tanah gemuk. Nilai indeks plastisitas dapat dihitung dengan persamaan 3.5 berikut :

$$IP = WL - WP \dots\dots\dots( 3.5 )$$

Batasan mengenai indeks plastis, sifat, macam tanah, dan kohesi diberikan oleh Atterberg terdapat dalam Tabel 3.1 berikut :

**Tabel 3.1. Batasan Indeks Plastisitas menurut Atterberg**

INDEKS PLASTISITAS (%)	SIFAT	MACAM TANAH	NILAI KOHESI
0	Nonplastis	Pasir	Nonkohesif
<7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif sebagian
7 – 17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesif
>7	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

Sumber : Hardiyatmo. H.C (1992)

### 3.2.4 Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Batas susut (WS) adalah kadar air yang untuk nilai-nilai dibawahnya tidak akan terdapat perubahan volume tanah apabila dikeringkan terus.

### 3.2.5 Batas Lengket (*Stick Limit*)

Batas lengket adalah kadar air tanah yang tanahnya kehilangan sifat adhesi dan tidak dapat lengket lagi pada benda lainnya.

### 3.2.6 Batas Kohesi (*Cohesion Limit*)

Batas kohesi adalah kadar air yang butiran tanahnya tidak dapat melekat lagi, yaitu pada pengambilan tanah tidak dapat menghasilkan lempengan-lempengan yang bersatu.

Adapun nilai batas Atterberg dari mineralogi tanah lempung dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut :

**Tabel 3.2. Harga-harga Batas Atterberg untuk Mineral Lempung**

Mineral	Batas cair	Batas Plastis	Batas kerut
Montmrollonite	100-900	50-100	8.5-1.5
Nontronite	37-72	19-27	
Illite	60-120	35-60	15-17
Kaolinite	30-110	25-40	25-29
Halloysite terhidrasi	50-70	7-60	
Halloysite	35-55	30-45	
Attapulgit	160-230	100-120	
Chlorite	44-47	36-40	
Allophane	200-250	130-140	

Sumber : Das B.M (1994)

Kulit kerang banyak ditemui hampir diseluruh pantai di perairan Indonesia. Dengan adanya penelitian ini diharapkan kapur dari kulit kerang laut juga dapat dijadikan salah satu alternatif bahan untuk konstruksi.



### 3.2.7 Aktifitas

Skempton (1953) mendefinisikan parameter  $A$  (aktifitas) tanah lempung merupakan perbandingan nilai indeks plastisitas dengan persentase dari fraksi tanah lempung tersebut. Nilai  $A$  (Aktifitas) dapat dicari dengan persamaan 3.6 berikut :

$$A = \frac{IP}{C} \dots\dots\dots(3.6)$$

dengan :

$A$  = Aktifitas tanah

$IP$  = Indeks Plastisitas

$C$  = Persentase dari fraksi tanah lempung

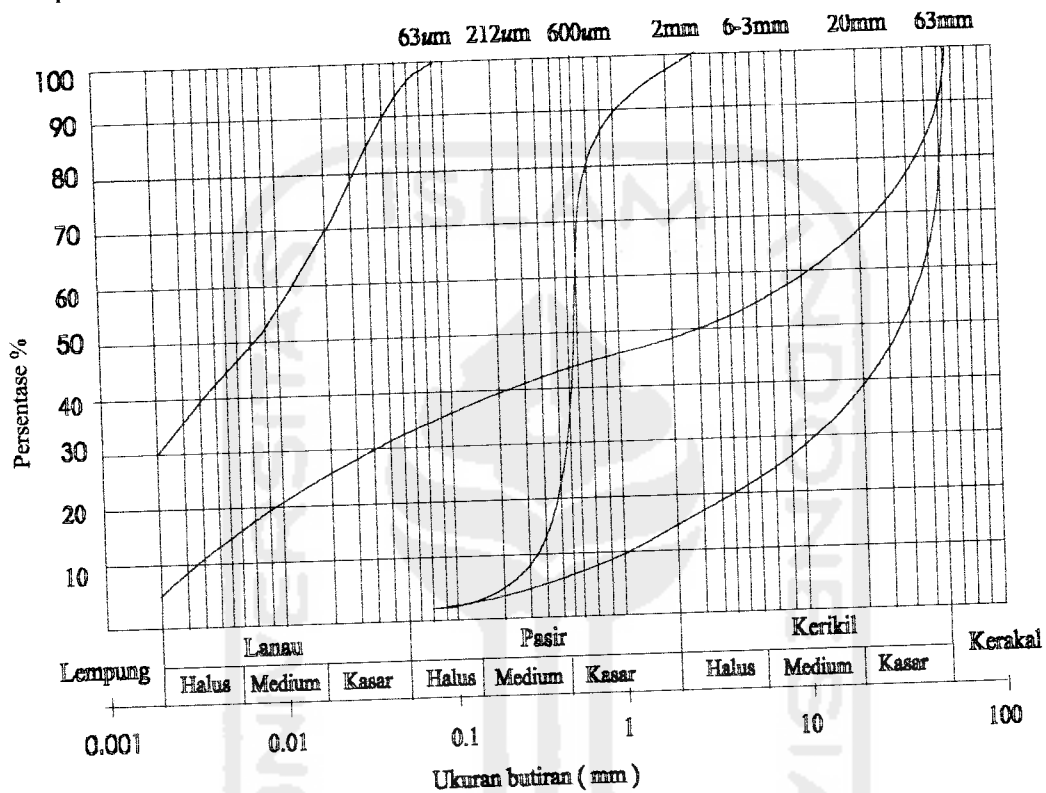
### 3.3 Klasifikasi Tanah

Secara umum tanah lempung dapat diklasifikasikan sebagai tanah kohesif, namun juga dapat didasarkan atas ukuran butiran tanah yang diperoleh dari analisis saringan dan indeks plastisitasnya.

Klasifikasi tanah berguna untuk mengelompokkan tanah-tanah sesuai dengan perilaku umum dari tanah tertentu pada kondisi fisik. Tanah yang dikelompokkan dalam urutan berdasarkan atas suatu kondisi fisik tertentu akan mempunyai urutan yang tidak sama sehingga dapat memberikan tuntunan yang sangat berguna dalam menentukan ukuran dan sifat fisis tanah.

Terdapat berbagai sistem klasifikasi yang dapat digunakan diantaranya adalah *Unified Soil Classification System*. Sistem klasifikasi tanah digunakan untuk menentukan dan mengidentifikasi sifat-sifat fisis tanah yang sederhana

seperti jenis tanah, analisis ukuran butir, batas cair dan indeks plastisitasnya. Selain itu terdapat juga sistem klasifikasi AASHTO, pada sistem ini tanah diklasifikasikan ke dalam tujuh kelompok besar, yaitu A-1 sampai dengan A-7. Pada penelitian ini digunakan sistem klasifikasi AASHTO.



**Gambar 3.3. Kurva Distribusi Ukuran Butir (Sistem Unified)**  
Sumber : Bowles, J E (1984)

### 3.3.1 Klasifikasi Tanah AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials Classification*) bertujuan untuk menentukan kualitas tanah yang baik sehingga dapat digunakan sebagai lapisan dasar untuk konstruksi bangunan. Sistem klasifikasi tanah menurut AASHTO dapat dilihat pada Tabel 3.3.



Tabel 3.3 Klasifikasi Sistem AASHTO

KLASIFIKASI UMUM	BAHAN BERBUTIR KASAR 35 % atau kurang lewat No. 200							BAHAN BERBUTIR HALUS 35 % atau lebih lewat No. 200			
	A - 1			A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7
	A - 1-a	A - 1-b	A - 3	A - 2-4	A - 2-5	A - 2-6	A - 2-7				
Analisa saringan (% lolos ) No. 10 No. 40 No. 200	50 max 30 max 15 max	50 max 25 max	51 min 10 max	35 max	35 max	36 min	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min
Sifat fraksi yang lewat No. 40 Batas Cair Indeks Plastisitas	6 max		NP	40 max 10 max	41 max 10 max	40 max 11 min	41 min 11 min	40 max 10 max	40 max 10 min	40 max 11 min	41 min 11 min
Indeks Kelompok ( GI )	0		0	0	0	4 max		8 max	12 max	16 max	20 max
Jenis Umum	Fragemen batuan Kerikil dan pasir	Sangat baik sampai baik	Pasir Halus	Kerikil atau pasir lanauan atau lempungan				Tanah Lanauan	Tanah Lanauan	Tanah lempungan	
Tingkat Umum sbg tanah dasar											Cukup sampai buruk

Catatan :  
 Kelompok A - 7 dibagi atas A - 7 - 5 dan A - 7 - 6 bergantung pada batas plastisnya (PL)  
 Indeks plastisnya untuk sub kelompok A - 7 - 5 < LL - 30, sedang  
 Indeks Plastisitas untuk sub kelompok A - 7 - 6 > LL - 30  
 Sumber : Hardiyatmo. HC, ( 1992 )

Secara umum sistem klasifikasi ini menilai tanah sebagai :

1. Lebih buruk untuk dipakai dalam konstruksi apabila kelompoknya berada lebih kekanan dalam Tabel 3.2 yaitu tanah A – 6 lebih tidak memuaskan jika dibandingkan dengan tanah A – 5 .
2. Lebih buruk untuk dipakai dalam konstruksi apabila indeks kelompoknya bertambah untuk sub kelompok tertentu, misalnya tanah A – 6 (3) lebih tidak memuaskan dibanding tanah A – 6 (1).

Indeks kelompok AASHTO (*Group Index*, GI) dipakai untuk menentukan tingkatan relatif dari bahan suatu sub kelompok. Indeks kelompok merupakan fungsi dari persentase tanah yang lolos saringan no. 200 dan batas Atterberg. Indeks kelompok dapat dihitung dengan persamaan 3.7 berikut :

$$GI = ( F - 35 ) [ 0,2 + 0,005 ( LL - 40 ) ] + 0,01 ( F - 15 ) ( PI - 10 ) \dots\dots\dots (3.7)$$

Dengan :

GI = Indeks kelompok (*Group Index*)

F = Persen material lolos saringan no. 200

LL = Batas cair

PI = Indeks plastisitas

Khusus kelompok A – 1, A – 3, A – 2 – 4 , dan A – 2 – 5 nilai GI tidak diperhitungkan. GI yang diperoleh nilainya dibulatkan tanpa desimal. Jika nilainya negatif, maka GI dihitung dari persamaan 3.6. Makin rendah nilai GI, maka semakin baik bahan tersebut untuk konstruksi.

### 3.4 Pengujian Kepadatan

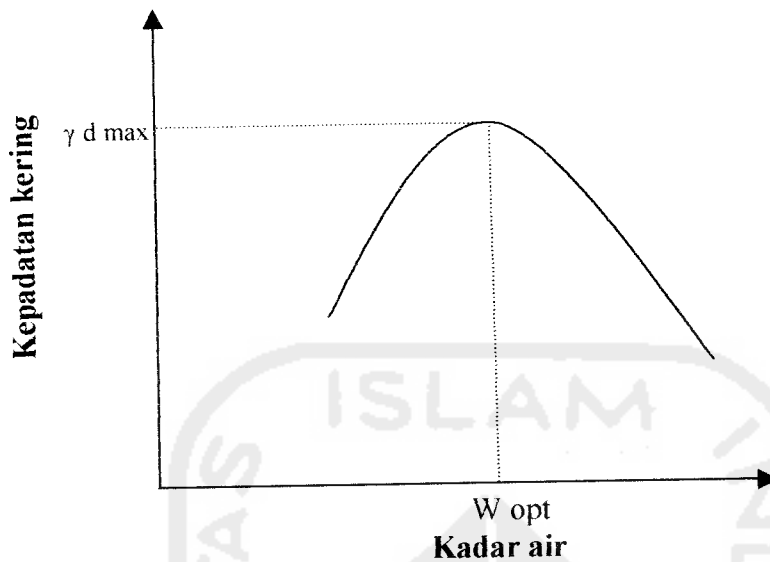
Pemadatan merupakan usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan mengeluarkan udara pada pori-pori tanah yang biasanya menggunakan energi mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel. Di lapangan, usaha pemadatan dihubungkan dengan jumlah gilasan dari mesin gilas, jumlah jatuhan dari benda yang dijatuhkan, atau hal lain yang prinsipnya sama untuk suatu volume tanah tertentu. Di laboratorium, pemadatan ini didapat dari tumbukan, remasan, atau dengan tekanan statis. Selama pemadatan, suatu palu dijatuhkan dari ketinggian tertentu beberapa kali pada beberapa lapisan tanah dalam suatu cetakan.

Tujuan pemadatan adalah untuk memadatkan tanah dalam keadaan dalam kadar air optimum, sehingga udara di dalam pori-pori tanah akan keluar.

Beberapa keuntungan yang didapatkan dengan adanya pemadatan ini adalah :

- a) Menaikkan kekuatan tanah
- b) Memperkecil pengaruh air terhadap tanah.
- c) Berkurangnya penurunan permukaan (*subsidence*), yaitu gerakan vertikal didalam massa tanah itu sendiri akibat berkurangnya angka pori.

Pada tanah yang mengalami pengujian pemadatan akan terbentuk grafik hubungan berat volume kering dengan kadar air. Kemudian dari grafik hubungan antara kadar air dan berat volume kering ditentukan kepadatan maksimum dan kadar air optimum yang dapat dilihat pada gambar 3.4 berikut :



**Gambar 3.4. Hubungan kepadatan kering – kadar air**  
 Sumber : Craig. R. F (1991)

**3.5 Pengujian UCS (*Unconfined Compression Strength*)**

Kuat Tekan Bebas adalah besarnya tekanan axial yang diperlukan untuk menekan suatu silinder sampel tanah hingga 20 % untuk mengetahui kuat tekan bebas dari sampel tanah. Pengujian tekan bebas akan diperoleh secara langsung nilai kuat tekan bebas ( $q_u$ ) dan sudut pecah ( $\alpha$ ), sedangkan sudut gesek dalam ( $\Phi$ ) dan kohesi ( $c$ ) didapat persamaan 3.8 dan 3.9 :

$$\Phi = 2(\alpha - 45^\circ) \dots\dots\dots ( 3.8 )$$

$$c = \frac{q_u}{2\text{tg}\alpha} \dots\dots\dots ( 3.9 )$$

Benda uji berbentuk silinder dengan tinggi antara 2 sampai 3 kali diameter yang ditempatkan pada alat tekan bebas kemudian diberi beban tekanan dengan kecepatan deformasi 1,5 mm tiap detik. Kemudian data hasil pengujian dibuat grafik hubungan antara tekanan dan deformasi yang digunakan untuk menentukan

nilai kuat tekan bebas tanah. Pengujian ini identik dengan pengujian triaxial dengan cara terkonsolidasi dan atau tanpa terkonsolidasi.

Nilai kuat tekan bebas ( $q_u$ ) untuk beberapa jenis tanah lempung dapat dilihat tabel 3.4 berikut :

**Tabel 3.4 Nilai Kuat Tekan Bebas**

No.	Kondisi Tanah Lempung	$Q_u$ ( kg/cm <sup>2</sup> )
1	Lempung keras	> 4,00
2	Lempung sangat kaku	2,00 – 4,00
3	Lempung kaku	1,00 – 2,00
4	Lempung sedang	0,50 – 1,00
5	Lempung lunak	0,25 – 0,50
6	Lempung sangat lunak	< 0,25

Sumber : Hardiyatmo (1992)

### 3.6 Pengujian Triaxial (*Unconsolidated - Undrained*)

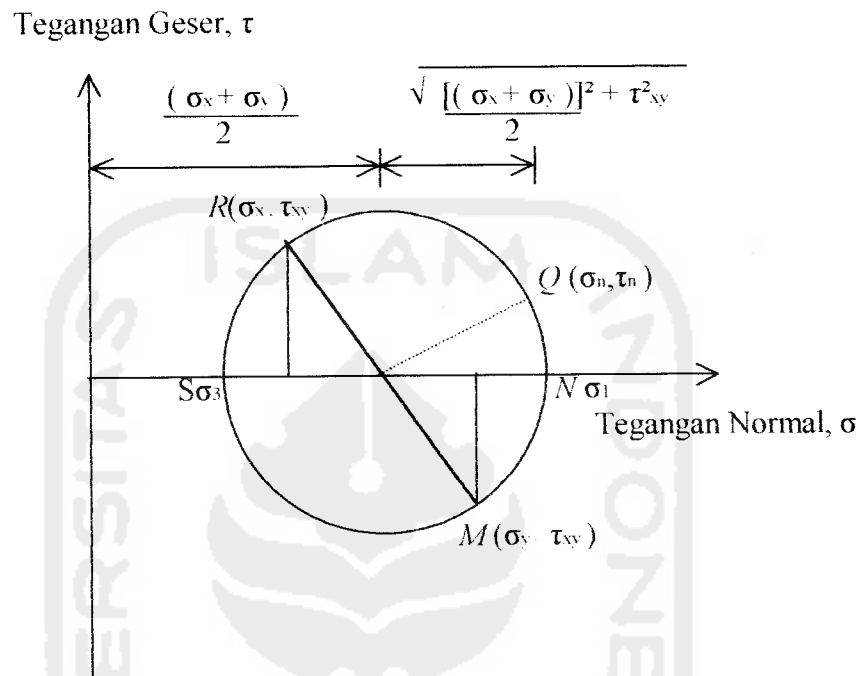
Pengujian Triaxial adalah pengujian tanah dengan tiga dimensi tekanan. Pada pengujian ini disamping dapat diketahui tegangan geser ( $\sigma_1$ ) juga diperoleh tegangan normal ( $\sigma_3$ ). Kegunaan pengujian ini adalah untuk mendapatkan nilai kohesi ( $c_u$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi_u$ ) dari suatu contoh tanah. Dengan persamaan

$$\sin \phi_u = \text{tga} \dots \dots \dots (3.10)$$

$$C_u = \frac{b}{\cos \phi_u} \dots \dots \dots (3.11)$$

Benda uji sekurang-kurangnya tiga buah, berupa silinder dengan perbandingan antara tinggi dengan diameter 2 : 1 sampai 3 : 1. Kemudian data dari pengujian dibuat kurva hubungan antara tegangan dan regangan. Kemudian untuk mendapatkan nilai  $c_u$  dan  $\phi_u$  digambarkan lingkaran Mohr. Nilai nilai

$c_u$  dan  $\phi_u$  didapat dari ordinat  $\frac{(\sigma_1 - \sigma_3)}{2}$  dan absis  $\frac{(\sigma_1 + \sigma_3)}{2}$  seperti pada gambar 3.5 berikut



**Gambar 3.5 Prinsip-prinsip lingkaran Mohr.**  
Sumber : Das B. M (1994)

### 3.7. Hipotesis

Seperti yang telah diuraikan dalam landasan teori mengenai karakteristik dan mineralogi tanah lempung, maka diharapkan bahwa serbuk kulit kerang sebagai bahan stabilisator tanah lempung dapat memperbaiki kualitas tanah, karena :

1. Hasil pencampuran tanah lempung dengan serbuk kulit kerang akan menaikkan nilai kuat tekan dan mempengaruhi parameter geser tanah

lempung yang ditunjukkan dari hasil pengujian UCS (*Unconfined Compression Strength*).

2. Pencampuran tanah lempung dengan serbuk kulit kerang akan memberikan nilai tegangan normal dan parameter geser lebih tinggi dibandingkan dengan tanah lempung sebelum adanya stabilisasi tanah. Hal ini diindikasikan dengan hasil pengujian Triaxial (*Unconsolidated Undrained*).
3. Bahan stabilisator serbuk kulit kerang pada proses stabilisasi tanah lempung, diharapkan dapat memperbaiki kualitas tanah lempung, sehingga dapat digunakan sebagai tanah pondasi pada suatu bangunan konstruksi.

