

**ANALISA CAMPURAN TANAH LEMPUNG ( CLAY )  
DENGAN ABU CANGKANG KERANG TERHADAP  
PENINGKATAN DAYA DUKUNG TANAH**

**( STUDI PENELITIAN )**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Memenuhi Peryaratan  
Ujian Sarjana**

**Oleh :**

**DEDY SYAFRIZAL BATUBARA**

**NIM : 09.811.0012**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2012**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

## LEMBAR PENGESAHAN

# ANALISA CAMPURAN TANAH LEMPUNG ( CLAY ) DENGAN ABU CANGKANG KERANG TERHADAP PENINGKATAN DAYA DUKUNG TANAH

( STUDI PENELITIAN )

Disusun oleh :

**DEDY SYAFRIZAL BATUBARA**

**09.811.0012**

Disetujui Oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

  
Ir. H. Edy Hermanto. MT

  
Ir. Kamaluddia Lubis. MT

Disyahkan Oleh :

Ka. Prodi Teknik Sipil



  
Dekan PT UMA  
Istikomah Aniza. MT

  
Ir. Kamaluddin Lubis. MT

Tanggal Lulus

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

## ABSTRAK

Lempung merupakan salah satu jenis tanah yang sangat dipengaruhi oleh kadar air. Dalam bidang konstruksi, tanah merupakan media yang terpenting dalam memulai suatu pekerjaan fisik, contoh sederhana adalah pondasi dan tanah dasar pada perkerasan jalan raya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan campuran *abu cangkang kerang* dalam memperbaiki tanah lempung terhadap nilai *California Bearing Ratio* (CBR) tanah. Abu cangkang kerang yang mengandung silikat tinggi dapat bersifat sementasi, dengan memaksimalkan sifat ini diharapkan abu cangkang kerang dapat mengendalikan ketidakstabilan tanah lempung.

Dalam hal ini variasi campuran abu cangkang kerang sebesar 0%, 4%, 6%, 8%, 10%. Penambahan campuran abu cangkang kerang dapat mengubah sifat fisis tanah menjadi lebih baik. Perlu juga untuk diketahui bahwa cangkang kerang mengandung kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dalam kadar yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan batu gamping, cangkang telur, keramik, atau bahan lainnya. Nilai CBR yang meningkat pada penambahan campuran 4% abu cangkang kerang sebesar 3% dari nilai masing – masing tanah dasar, yaitu pada variasi campuran 0% sebesar 3.6%, pada variasi campuran 4% sebesar 6%, variasi campuran 6% sebesar 7%, variasi campuran 8% sebesar 8.6% dan pada variasi campuran 10% sebesar 9.3%.

Dari hasil pengujian yang didapat bahan stabilisasi abu cangkang kerang ternyata dapat meningkatkan kualitas tanah. Hal ini ditunjukkan pada daya dukung tanah pada subgrade jalan raya yang mengalami peningkatan yang signifikan pada campuran 4% abu cangkang kerang sebesar 1.13, dilihat dari variasi campuran 0% sebesar 4.09, pada variasi campuran 4% sebesar 5.22, variasi campuran 6% sebesar 5.33, variasi campuran 8% sebesar 5.72 dan pada variasi campuran 10% sebesar 5.86. Peningkatan yang signifikan pada daya dukung tanah sama dengan peningkatan CBR, hal ini dikarenakan daya dukung tanah pada subgrade jalan dipengaruhi oleh nilai CBR.

**Kata Kunci :** Perkerasan Jalan, Tanah Lempung

## ABSTRACT

Clay is one of the types of soil that is strongly influenced by the water content. In the field of construction, land is the most important media in starting a physical task, the simplest example is the foundation and pavement subgrade on the highway. The purpose of this study was to determine the effect of adding a mixture of gray seashell in clay soil improve the value of California Bearing Ratio (CBR) of land. Abu silicate shells containing high can be cemented, by maximizing the expected properties of these shells can control gray clay instability.

In this case a mixture of ash shells variation of 0%, 4%, 6%, 8%, 10%. The addition of a mixture of ash shells can alter the physical properties of the soil the better. It is also necessary to note that the shells contain calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ) in the higher levels when compared to limestone, egg shells, ceramic, or other materials. CBR values increased on addition of a mixture of 4% ash shells of 3% of the value of each - each basic land, ie 0% mixed variation of 3.6%, the variation of the mixture of 4% 6%, 6% mixed variation of 7%, mixture of 8% variation of 8.6% and a mixture of 10% on a variation of 9.3%.

From the test results obtained ash stabilizing agent shells it can improve soil quality. This is shown on the carrying capacity of the land on highway subgrade experiencing a significant increase in mix 4% ash shells at 1:13, seen from the variation of 0% at 4:09 mixture, the mixture of 4% variation of 5.22, a mixture of 6% variation of 5.33, mixture of 8% variation of 5.72 and a mixture of 10% on a variation of 5.86. Significant increase in the carrying capacity of the land together with the increase in CBR, it is because the carrying capacity of the land to be affected by the road subgrade CBR value.

Keywords: Pavement Road, Clay Soil

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
ABSTRAK .....	ii
ABSTRACT .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GRAFIK .....	ix
DAFTAR NOTASI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	2
1.3. Permasalahan .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Metode Pengambilan Data .....	3
1.6. Kerangka Berpikir .....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Defenisi Tanah .....	6
2.2 Mineral Tanah Lempung .....	7
2.3 Hubungan Antar Berat Spcifik ( <i>GS</i> ) dan Tanah Lempung .....	8
2.3.1 Pori-Pori .....	10
2.3.2 Hubungan Antara Kadar Air, Berat Jenis dan Kerapatan ...	12
2.3.3 Batas – Batas Konsistensi .....	15
2.3.4 Hubungan Batas – Batas Konsistensi dan Potensi	
Perubahan Volume .....	18
2.4 Sifat Mekanis Tanah .....	18
UNIVERSITAS MEDAN AREA Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan Ukuran Butir .....	19

2.4.2	Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS .....	21
2.4.3	Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO .....	24
2.5	Stabilisasi Tanah .....	26
2.6	Kerang .....	27
2.7	Cangkang Kerang .....	28
2.7.1	Ciri – Ciri Umum .....	28
2.8	Stabilisasi Tanah Dengan Bahan Abu Cangkang Kerang .....	30
2.9	Pemadatan Tanah .....	32
2.9.1	Percobaan Proctor .....	32
2.9.2	Prosedur Dilapangan .....	34
2.10	CBR (California Bearing Ratio) .....	35
2.10.1	Percobaan Laboratorium .....	36
2.10.2	Percobaan lapangan .....	37
2.11	Daya Dukung Tanah .....	38
<b>BAB III. METODE PENELITIAN .....</b>		<b>40</b>
3.1	Pelaksanaan Penelitian .....	40
3.2	Tahapan Persiapan .....	40
3.2.1	Lokasi Pengambilan Contoh Tanah .....	40
3.2.2	Prosedur Pengambilan Contoh Tanah .....	41
3.2.3	Abu Cangkang Kerang .....	41
3.2.4	Air .....	42
3.2.5	Tempat Penelitian .....	43
3.2.6	Rancangan Penelitian .....	43
3.2.7	Persiapan Alat dan Bahan .....	43
3.3	Tahapan Pengujian Pendahuluan .....	45
3.3.1	Kadar air ( $w$ ) .....	45
3.3.2	Ukuran Partikel Tanah .....	45
3.3.3	Berat Jenis ( $G_s$ ) .....	45



3.3.4 Batas Cair ( <i>LI</i> ) dan Batas Plastis ( <i>PI</i> ) .....	46
3.3.5 Density Test .....	48
3.3.6 Pemadatan ( <i>Compaction Test</i> ) .....	48
3.4 Tahapan Pengujian Utama .....	49
3.4.1 CBR Test ( California Bearing Ratio) .....	49
<b>BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>51</b>
4.1 Kondisi Tanah Asli .....	51
4.2 Karakteristik Tanah Lempung yang Dicampur dengan Abu Cangkang Kerang .....	54
4.2.1 Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Kerang Terhadap Sifat Fisik Tanah .....	54
4.2.2 Pengaruh Penambahan Campuran Abu Cangkang Kerang Terhadap Berat Jenis Tanah dan Pemadatan .....	57
4.3 Karakteristik Tanah Lempung yang Dicampur dengan Abu Cangkang Kerang Terhadap Daya Dukung Tanah .....	60
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>66</b>
5.1 Kesimpulan .....	66
5.2 Saran .....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Tanah dalam pengertian teknik secara umum, dapat didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat mineral – mineral padat yang tidak tersementasi atau terikat secara kimia satu sama lain dan dari bahan – bahan organik yang telah melapuk disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang – ruang kosong diantara partikel – partikel padat tersebut. Dalam bidang konstruksi, tanah merupakan media yang terpenting dalam memulai suatu pekerjaan fisik, contoh sederhana adalah pondasi dan tanah dasar pada perkerasan jalan raya. Karena merupakan media yang akan memikul beban yang diterima oleh konstruksi yang direncanakan, maka tanah harus mampu menerima beban yang diteruskan oleh pondasi. Suatu syarat sederhana yang harus dimiliki oleh tanah adalah memiliki daya dukung yang mampu memikul beban struktur yang direncanakan. Tanah yang tidak baik atau tidak layak adalah permasalahan yang sering ditemukan dilapangan, contohnya adalah tanah lempung. Hal ini dikarenakan oleh sifat tanah lempung yang mempunyai indeks konsistensi rendah serta mempunyai daya serap air yang tinggi.

Stabilisasi tanah merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk memperbaiki tanah. Stabilisasi tanah adalah suatu cara untuk memperbaiki tanah dengan menambah material tambahan yang berfungsi meningkatkan kekuatan tanah. Penelitian ini menggunakan tanah lempung yang berasal dari wilayah Lau

Dendang Kabupaten Deli Serdang. Untuk meningkatkan daya dukung tanah



lempung daerah ini akan di coba distabilisasi dengan menambahkan *abu Cangkang Kerang*.

Permasalahan daya dukung sering muncul saat struktur dibangun diatas tanah lempung. Tanah lempung adalah suatu tanah yang berbutir halus, yang memiliki sifat kohesi dan plastisitas cukup baik serta memiliki jumlah bahan kasar yang sedikit. Tekanan mengembang (*swell pressure*) yang terjadi pada tanah lempung diakibatkan terdapatnya kandungan air yang cukup banyak didalamnya. Walaupun memiliki tekanan mengembang yang cukup besar, namun daya dukung tanah terhadap struktur yang dibangun diatasnya sangat rendah. Hal ini sangat berbahaya karena akan terjadi pergeseran struktur tersebut, bahkan kemungkinan akan terjadi keruntuhan total. Oleh karena itu, sebelum membangun konstruksi, tanah lempung tersebut harus terlebih dahulu di stabilisasi. Untuk hal ini tanah lempung yang di gunakan diambil dari wilayah Lau Dendang Kabupaten Deli Serdang.

Dengan melakukan stabilisasi tanah lempung dengan abu Cangkang Kerang akan dilihat bagaimana karakteristik tanah tersebut dan juga pengaruhnya terhadap kekuatan tanah lempung setelah distabilisasi.

## 1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Adapun maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mendapatkan data kekuatan tanah lempung setelah distabilisasi dengan abu Cangkang Kerang. Sedangkant tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat sejauh mana pengaruh campuran abu Cangkang Kerang terhadap daya dukung

tanah (ASME yang akan di lakukan dari CBR test untuk mendapatkan kestabilan tanah.

### 1.3 Permasalahan

Permasalahan yang ditimbulkan berkaitan dengan judul skripsi ini antara lain : Karakteristik tanah. Pengaruh pencampuran tanah lempung dengan abu Cangkang Kerang terhadap daya dukung tanah (DDT). Pengaruh pencampuran tanah lempung yang ditinjau dari CBR test. Persentase Pencampuran bahan stabilisasi.

### 1.4 Batasan Masalah

Untuk memberikan hasil yang baik dan terarah dalam penelitian ini, maka permasalahan dibatasi pada : Karakteristik tanah yang dipergunakan adalah tanah lempung. Pengaruh pencampuran tanah lempung ditinjau dari CBR test.. Pencampuran bahan stabilisasi Abu Cangkang Kerang dengan persentasi 0%, 4%, 6%, 8%, 10%.

### 1.5 Metodologi Pengambilan Data

#### 1. Metode penelitian

Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode pengujian (*eksperimen*) di laboratorium.

#### 2. Tempat penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium Politeknik Negeri Medan, Sumatera Utara.

### 3. Jenis tanah (*Sampel*)

Jenis tanah (*sampel*) yang akan diuji adalah tanah lempung (*clay*) dari wilayah Lau Dendang Kabupaten Deli Serdang.

### 4. Teknik pengambilan contoh tanah (*Sampel*)

Pengambilan contoh tanah dilakukan dengan cara *terganggu (disturb sampel)*.

Contoh tanah diambil dengan cara dicangkul pada kedalaman tanah 0.5 – 1 m.

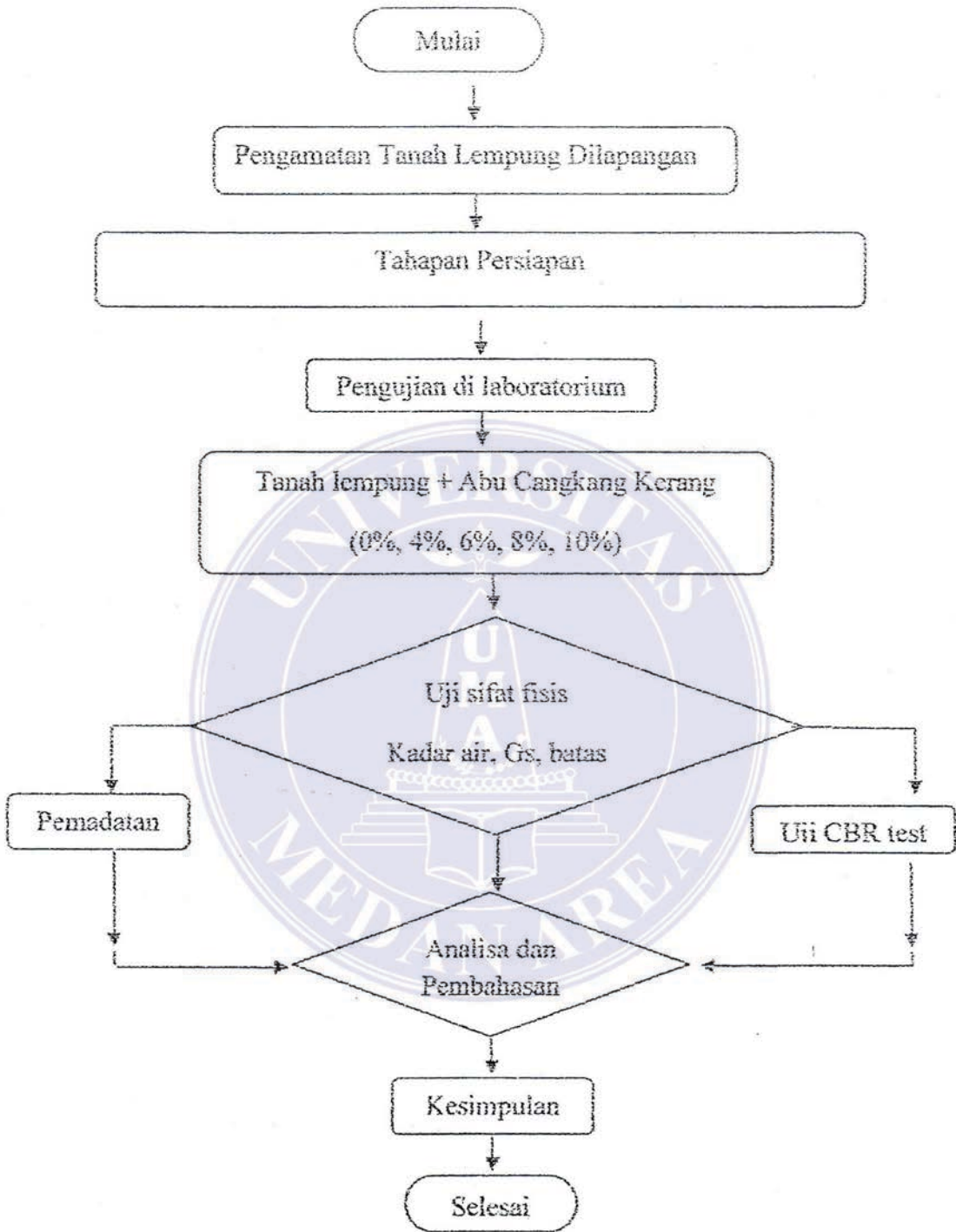
Komposisi campuran abu cangkang kerang dengan tanah adalah 0%, 4%, 6%, 8%, 10%.

### 5. Jenis pengujian

Pengujian awal berupa pengujian sifat fisik tanah untuk mengetahui parameter tanah seperti : ukuran partikel tanah, kadar air ( $W$ ), berat jenis ( $G_s$ ), berat volume ( $\gamma$ ), berat volume kering ( $\gamma_d$ ), batas cair ( $LL$ ), batas plastis ( $PL$ ), daya dukung tanah (DDT).

### 6. Teknik pengumpulan data

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara mengambil data dari hasil uji laboratorium terhadap sampel.



Gambar 1.1 Bagan alir penelitian

## BAB. II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Definisi Tanah

Untuk keperluan – keperluan teknis, tanah dianggap merupakan suatu lapisan sedimen lepas seperti kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*), lempung (*clay*) atau suatu campuran dari bahan – bahan tersebut. Dalam ilmu mekanika tanah yang disebut ”*tanah*” ialah semua endapan alam yang berhubungan dengan teknik sipil, kecuali batuan tetap. Batuan tetap menjadi ilmu tersendiri yaitu mekanika batuan (*rock mechanics*). Endapan alam tersebut mencakup semua bahan, dari tanah lempung (*clay*) sampai berangkal (*boulder*).

Dalam hal ini akan di jelaskan tentang tanah lempung yang merupakan sebagian besar terdiri dari partikel *mikroskopis* dan *submikroskopis* yang berbentuk lempengan – lempengan pipih dan merupakan partikel – partikel dari *mika*, mineral – mineral lempung (*clay mineral*), dan mineral – mineral yang sangat halus lain.

Dari segi mineral yang disebut tanah lempung ialah yang mempunyai partikel – partikel mineral tertentu yang “menghasilkan sifat – sifat plastis pada tanah bila dicampur air”. Jadi dari segi mineral, tanah dapat juga disebut tanah bukan lempung (*non – clay soils*) meskipun terdiri dari partikel – partikel yang sangat kecil partikel – partikel *quartz*, *feldspar*, dan *mika* dapat berukuran *submikroskopis*, tetapi umumnya mereka tidak dapat menyebabkan terjadinya sifat plastis tanah.

## 2.2 Mineral tanah lempung

Mineral lempung merupakan senyawa aluminium silikat yang kompleks yang terdiri dari satu atau dua unit dasar yaitu :

1. *Silika tetrahedra*
2. *Aluminium oktahedra*

Setiap unit tetrahedra (bersisi empat) terdiri dari empat atom oksigen mengelilingi satu atom silikon, kombinasi dari unit – unit silika tetrahedra tersebut membentuk *lembaran silika*. Tiga atom oksigen pada dasar setiap tetrahedra tersebut dipakai bersama oleh tetrahedra – tetrahedra yang bersebelahan. Unit – unit oktahedra (bersisi delapan) terdiri dari enam gugus ion hidroksil (OH) yang mengelilingi sebuah atom aluminium dan kombinasi dari unit – unit hidroksi aluminium berbentuk oktahedra itu membentuk *lembaran oktahedra*. Adapun mineral – mineral yang terdapat pada tanah lempung yaitu :

1. *Mineral kaolinite*
2. *Mineral illite*
3. *Mineral montmorillonite*
4. *Mineral chlorite*
5. *Mineral halloysite*
6. *Mineral vermiculite*
7. *Mineral attapulgite*.



### 2.3 Hubungan Antara Berat Spesifik (Gs) Dan Mineral Tanah Lempung

Harga berat spesifik dari butiran tanah sering di butuhkan dalam bermacam-macam keperluan perhitungan dalam mekanika tanah. Tabel 2.1 menunjukkan harga-harga berat spesifik beberapa mineral lempung yang umum terdapat pada tanah.

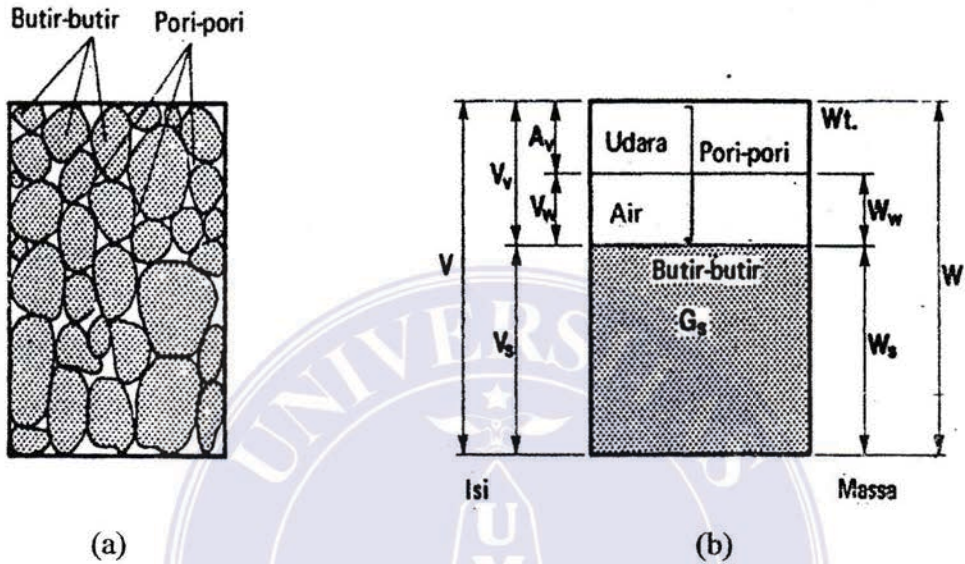
Tabel 2.1 Berat spesifik Mineral Lempung

Mineral	Berat spesifik (Gs)
Kaolinite	2,6
Illite	2,8
Montmorillonite	2,65-2,80
Chlorite	2,6-2,9
Halloysite	2,0-2,55
Vermiculite	-
Attapulgitte	-

Sumber : Rachman Sutanto, Dasar – Dasar Ilmu Tanah 2005

## Sifat – Sifat Fisik Tanah

Adapun bagian-bagian tanah dapat digambarkan dalam fase seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1 dibawah ini :



Gambar 2.1 Bagian – Bagian Tanah  
Sumber : A.S. Muntohar, Rekayasa Geoteknik, 1996

Dimana :

$W_w$  = berat air

$W_s$  = berat butiran padat

$V_s$  = volume butiran padat

$V_w$  = volume air

$A_v$  = volume udara

$V_v$  = volume pori



### 2.3.1 Pori - Pori

Tanah terdiri dari butir – butir bermacam-macam ukuran yang dijadikan satu, dengan ruang-ryang diantara butir-butir dikenal sebagai pori – pori (lihat Gambar 2.1(a)). Pori – pori pada umumnya merupakan suatu campuran dari udara dan air, akan tetapi pada keadaan – keadaan khusus dapat berupa udara seluruhnya atau air seluruhnya.

#### 1. Angka pori (*Void rati*)

Perbandingan antara isi pori dengan isi butir dikenal sebagai angka pori.

$$e = \frac{V_v}{V_s} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

$e$  = Angka pori  $V_v$  = Volume pori

$V_s$  = Volume butiran padat

Untuk memudahkan, dapat dianggap bahwa semua butir didalam suatu contoh dapat ditekan bersama – sama dan isinya dianggap sama dengan isi satuan. Hal ini dapat diperlihatkan dalam suatu diagram blok (lihat Gambar 2.1(b)).

$$V_v = 1 \dots\dots\dots(2.2)$$

$$E = \frac{V_v}{1} \dots\dots\dots(2.3)$$

## 2. Porositas (*Porosity*)

Porositas suatu tanah didefinisikan sebagai perbandingan antar isi butir dengan isi contoh seluruhnya.

$$N = \frac{V_v}{V} \dots\dots\dots(2.4)$$

yang mana, dengan memperlihatkan Gambar 2.1(b), dan mengambil

$V_s = 1$  memberikan

$$N = \frac{e}{1+e} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

$N$  = Porositas

$e$  = Angka pori

## 3. Derajat Kejenuhan (*Degree of Saturation*)

Perbandingan antara isi air dengan isi pori dikenal sebagai derajat kejenuhan.

$$S_r = \frac{V_w}{V_v} \times 100\% \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

$S_r$  = Derajat kejenuhan

$V_w$  = Volume air

$V_v$  = Volume Pori

Pada tanah berbutir halus air akan naik disebabkan oleh aksi kapiler diantara butir – butir, dan tanah untuk suatu tinggi tertentu diatas muka air tanah mungkin

menjadi jenuh. Bagaimanapun diatas muka air tanah selalu akan ada suatu selaput tipis dari air mengelilingi butir – butir tanah individu. Hal ini dikenal sebagai air terserap (*absorbed water*).

### 2.3.2 Hubungan Antara Kadar Air, Berat Jenis, Dan Kerapatan

Metode – metode untuk menentukan berat jenis butir – butir tanah, kadar air dan kerapatan menyeluruh (*bulk density*) dari suatu contoh tanah diberikan secara terperinci didalam B.S 1377:1975 (*Methods of testing soils for civil engineering purpose*). Oleh sebab itu disini hanya diberikan ringkasan, dan untuk detail -- detail yang lebih lengkap hendaknya dipelajari *British Standart* tersebut.

Ketiga sifat tanah ini harus ditetapkan pada semua lokasi penyelidikan dan percobaan laboratorium.

#### 1. Kadar air tanah

Derajat kejenuhan jangan sampai dikacaukan dengan kadar air, yaitu perbandingan antara berat isi dalam contoh tanah dengan berat butir.

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

W = Kadar Air

$W_w$  = Berat air

$W_s$  = Berat butiran padat

#### 2. Berat jenis dari butir – butir tanah

Berat jenis suatu bahan didefinisikan sebagai perbandingan antara berat bahan tersebut yang isinya tertentu dengan berat air yang isinya sama untuk mengetahui besarnya berat jenis bahan dari butir – butir tanah.

Apabila sifat ini  $G_s$  diketahui, dan berat kering butir-butir tanah  $W_s$  diketahui, maka isi butir  $V_s$  dapat ditentukan.

$$\frac{W_s}{V_s} = G_s \gamma_w \dots\dots\dots(2.8)$$

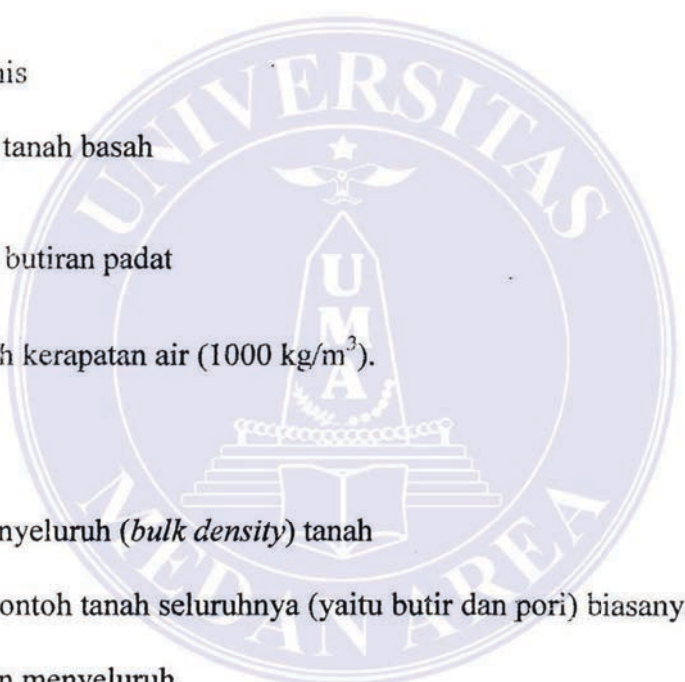
Dimana :

$G_s$  = Berat jenis

$\gamma_w$  = Berat isi tanah basah

$V_s$  = Volume butiran padat

dimana  $\gamma_w$  adalah kerapatan air ( $1000 \text{ kg/m}^3$ ).



### 3. Kerapatan menyeluruh (*bulk density*) tanah

Kerapatan dari contoh tanah seluruhnya (yaitu butir dan pori) biasanya dinyatakan sebagai kerapatan menyeluruh.

$$\gamma = \frac{W}{V} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana :

$\gamma$  = Kerapatan

$V$  = Volume tanah

Dari penjelasan diatas didapat hubungan angka pori, kadar air, volume kering yang diperlihatkan pada Tabel 2.2 untuk beberapa tipe tanah

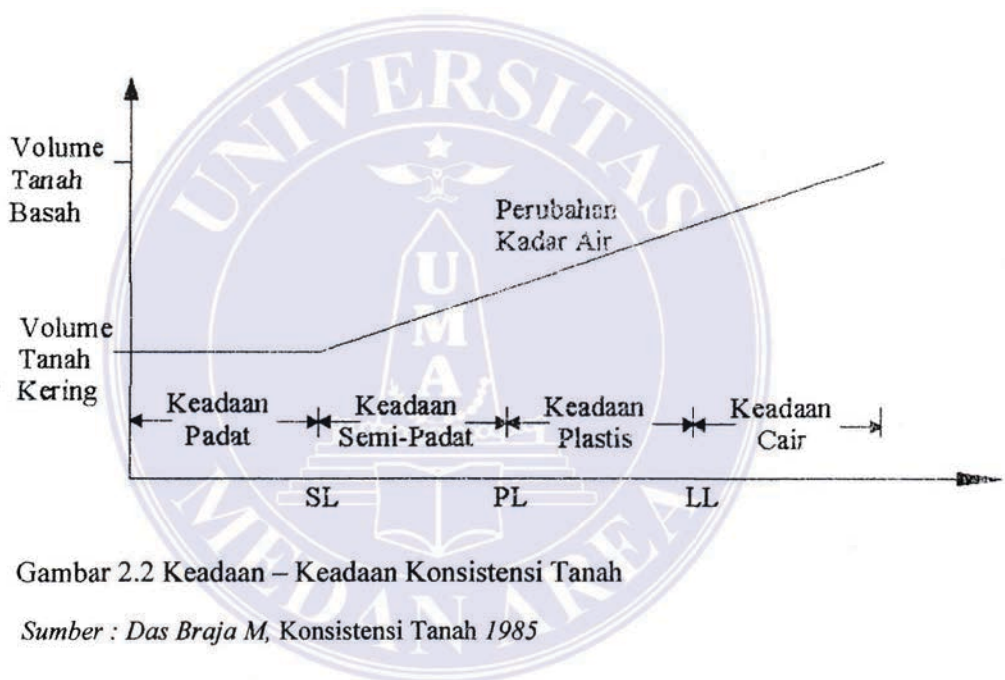
Tabel 2.2 Angka Pori, Kadar Air, Dan Berat Volume Kering Untuk Beberapa Tipe Tanah

Tipe Tanah	Angka Pori	Kadar Air Dalam Keadaan Jenuh (%)	Berat Volume Kering ( $\gamma_d$ )	
			(lb/ft <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )
Pasir Lepas	0,8	30	92	14,5
Pasir Padat	0,45	16	115	18
Pasir Berlanau Lepas	0,65	25	102	16
Pasir Berlanau Padat	0,4	15	121	19
Lempung Kaku	0,6	21	108	17
Lempung Lembek	0,9-1,4	30-50	73-93	11,5-14,5
Tanah	0,9	25	86	13,5
Lempung Organik Lembek	2,5-3,2	90-120	38-51	6-8
Glacial Till	0,3	10	134	21

Sumber : Rachman Sutanto, Dasar – Dasar Ilmu Tanah 2005

### 2.3.3 Batas – Batas Konsistensi

Apabila tanah berbutir halus mengandung mineral lempung, maka tanah tersebut dapat diremas – remas (*remolded*) tanpa menimbulkan retakan. Sifat kohesif ini disebabkan karena adanya air yang terserap (adsorbed water) disekeliling permukaan dari partikel lempung. Oleh karena itu, atas dasar air yang dikandung tanah, tanah dapat dipisahkan kedalam empat keadaan dasar, yaitu: padat, semi padat, plastis, dan cair, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.2



Gambar 2.2 Keadaan – Keadaan Konsistensi Tanah

Sumber : Das Braja M, Konsistensi Tanah 1985

Cara untuk menggambarkan batas-batas konsistensi dari tanah berbutir halus dengan mempertimbangkan kandungan kadar airnya. Batas – batas tersebut yaitu :

### 1. Batas cair (LL)

Batas cair (LL), didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis. Persentase kadar air dibutuhkan untuk menutup celah sepanjang 12,7 mm pada dasar cawan, sesudah 25 kali pukulan didefinisikan sebagai batas cair tanah tersebut.

### 2. Batas plastis (PL)

Batas plastis didefinisikan sebagai kadar air, dinyatakan dalam persen, dimana tanah apabila digulung sampai diameter 1/8 in (3,2 mm) menjadi retak – retak. Batas plastis merupakan batas terendah dari tingkat keplastisan suatu tanah. Cara pengujiannya adalah sangat sederhana, yaitu dengan cara menggulung massa tanah berukuran *elipsoidal* dengan telapak tangan diatas kaca datar.

### 3. Batas Susut (SL)

Batas menyusut menunjukkan kadar air atau batas dimana tanah dalam keadaan jenuh yang sudah kering tidak akan menyusut lagi, meskipun dikeringkan terus. Percobaan batas susut (*shrinkage limit*) ini bertujuan untuk mengetahui batas menyusut tanah.

$$SL = \left( \frac{M_1 - M_2}{M_2} \right) \times 100\% - \left[ \frac{(V_i - V_f) \rho_w}{M_2} \right] \times 100\% \dots \dots \dots (2.10)$$

$M_1$  = Massa tanah basah dalam mangkok pada saat pengujian

$M_2$  = Massa tanah kering

$V_i$  = Volume contoh tanah basah pada saat pengujian

$V_f$  = Volume tanah kering sesudah dikeringkan dalam oven

$\rho_w$  = Kerapatan Air

#### 4. Indeks plastis (PI)

Indeks plastis (*plasticity index*) adalah perbedaan antara batas cair dan batas plastis suatu tanah.

$$PI = LL - PL \dots \dots \dots (2.11)$$

Dari harga – harga batas konsistensi diatas dapat diketahui jenis material lempung seperti terlihat pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Harga – Harga Batas Atterberg untuk Mineral Lempung

Mineral	Batas Cair (%)	Batas Plastis (%)	Batas Kerut (%)
Montmorillonite	100-900	50-100	8,5
Nontronite	37-72	19-27	
Illite	60-120	35-60	15-17
Kaolinite	30-110	25-40	25-29
Halloysite terhidrasi	50-70	47-60	-
Halloysite	35-55	30-45	-
Attapulgit	160-230	100-120	-
Chlorite	44-47	36-40	-
Allophane	200-250	130-140	-

Sumber : Rachman Sutanto, Dasar – Dasar Ilmu Tanah 2005



### 2.3.4 Hubungan Antara Batas – Batas Konsistensi Dan Potensi Perubahan Volume

Perubahan volume berhubungan langsung dengan batas susut dan sebagian berkaitan pula dengan batas plastis dan batas cair. Tabel 2.4 memberikan hubungan kasar yang telah dijumpai dan cukup dapat diandalkan untuk meramalkan terjadinya perubahan volume.

Tabel 2.4 Hubungan Batas – Batas Atterberg dan Potensi Perubahan Volume

Potensi Perubahan Volume	Indeks Plastisitas (%)		Batas Susut $W_s$ (%)
	Daerah Kering	Daerah Lembab	
Kecil	0-15	0-30	>12
Sedang	15-30	30-50	10-12
Tinggi	>30	>50	<10

Sumber : Bowles, J.E, Analisis Dan Desain Pondasi 1991

## 2.4 Sifat Mekanis Tanah

Suatu klasifikasi mengenai tanah merupakan gambaran sepintas mengenai sifat – sifat tanah dalam menghadapi perencanaan dan pelaksanaan. Jadi, untuk maksud pemanfaatan contoh – contoh perencanaan dan pelaksanaan dimasa yang

lampau atau ketelitian penggunaan syarat – syarat perencanaan yang digunakan dalam peraturan perencanaan (spesifik perencanaan), ternyata diperlukan suatu klasifikasi tanah yang dikelompokkan menurut suatu kriteria yang sama. Klasifikasi tanah diperlukan antara lain bagi hal – hal sebagai berikut :

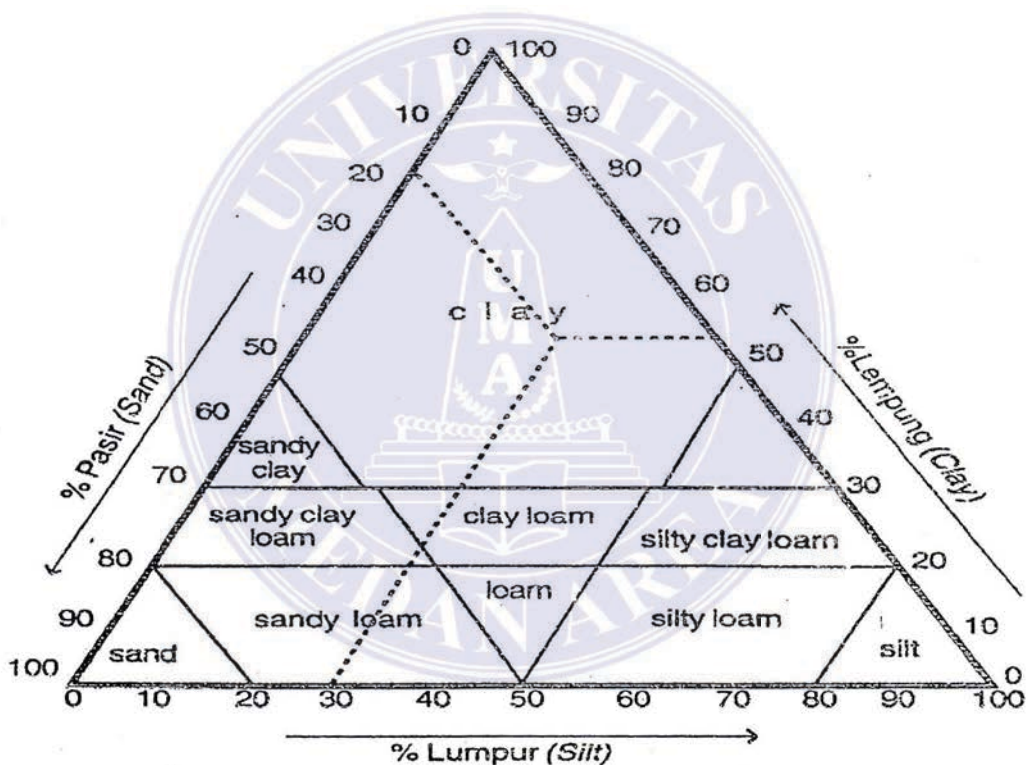
1. Perkiraan hasil *eksplorasi* tanah
2. Perkiraan standar kemiringan lereng dari penggalian tanah atau tebing
3. Perkiraan pemilihan bahan (penentuan tanah yang harus disingkirkan, pemilihan tanah dasar, bahan dasar timbunan)
4. Perkiraan persentasi muai dan susut
5. Pemilihan jenis konstruksi dan peralatan untuk konstruksi
6. Perkiraan kemampuan peralatan untuk konstruksi
7. Rencana pekerjaan / pembuatan lereng dan tembok penahan tanah

Sistem klasifikasi tanah digunakan untuk mengelompokkan tanah – tanah sesuai dengan perilaku umum dari tanah pada kondisi fisis tertentu. Tanah – tanah yang dikelompokkan dalam urutan berdasarkan suatu kondisi – kondisi fisis tertentu bisa saja mempunyai urutan tidak sama jika berdasarkan pada kondisi – kondisi fisis yang lainnya.

#### 2.4.1 Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan Susunan Butir

Sistem klasifikasi berdasarkan persentase susunan butir tanah (*Textural classification system*). Seperti diketahui bahwa dalam ini tanah terdiri dari susunan butir-butir antara lain : Pasir, lumpur dan lempung yang persentasenya berlainan.

Klasifikasi tekstur ini dikembangkan oleh departemen Pertanian Amerika Serikat (*U.S Department of Agriculture*) dan deskripsi batas-batas susunan butir tanah dibawah sistem U.S.D.A. Kemudian dikembangkan lebih lanjut dan digunakan untuk pekerjaan jalan raya yang lebih dikenal dengan klasifikasi tanah berdasarkan persentase susunan butir tanah oleh *U.S Public Roads Administration* seperti ditunjukkan Gambar 2.3.



Sumber : Das Braja M, Klasifikasi Tanah 1985

Gambar 2.3 Klasifikasi tanah berdasarkan tekstur Departemen Pertanian Amerika

## 2.4.2 Sistem Klasifikasi Berdasarkan USCS

Sistem klasifikasi berdasarkan hasil – hasil percobaan laboratorium yang paling banyak dipakai secara meluas adalah sistem kesatuan tanah (*Unified Soil Classification System*). Tanah – tanah berbutir halus kemudian diklasifikasikan atas dasar plastisitasnya dan kadar persenyawaan organiknya. Semua tanah diberi dua huruf penunjuk berdasarkan hasil – hasil percobaan ini.

Huruf - huruf yang dipakai untuk tanah – tanah berbutir halus adalah sebagai berikut:

Huruf pertama

O = Organik (*Organik*)

C = Lempung (*Clay*)

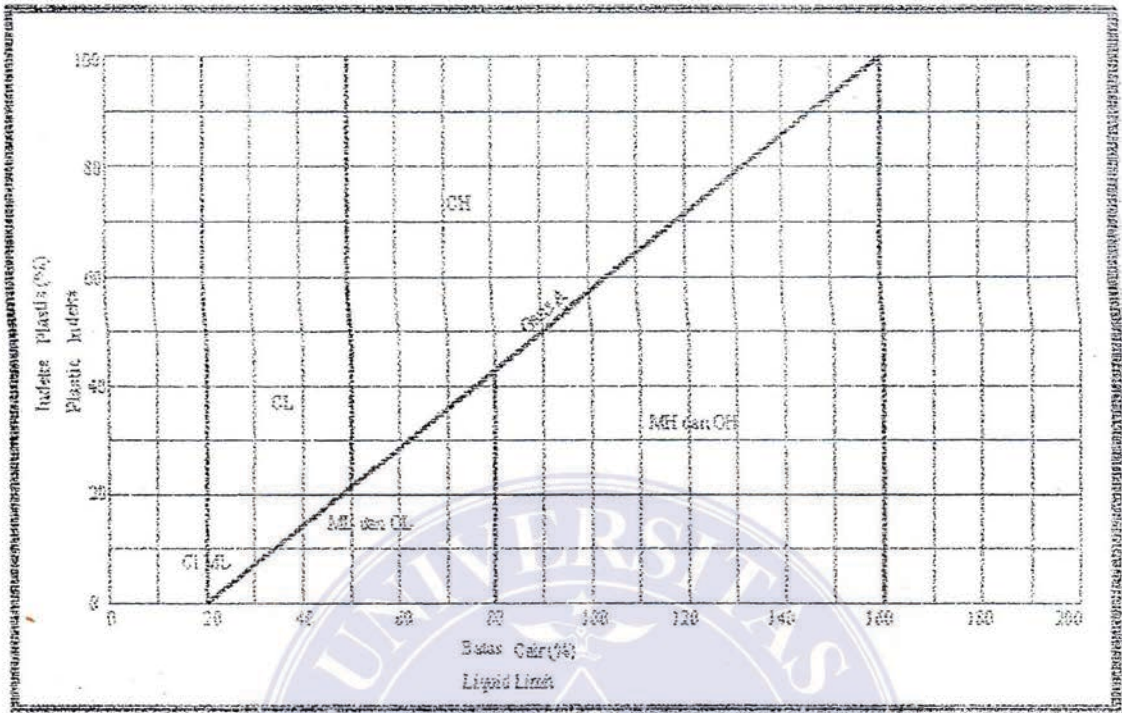
M = Lumpur/lanau (*Mud/Silt*)

Huruf kedua

H = Batas cair tinggi (*High Liquid Limit*)

L = Batas cair rendah (*Low Liquid Limit*)

Dengan mengkombinasikan huruf pertama dan kedua, maka enam kelompok yaitu: OH, OL, CH, CL, MH, dan ML. Klasifikasikan ke dalam golongan lanau dan lempung dilakukan dengan menggunakan diagram plastisitas (*Plasticity Chart*) seperti terlihat pada Gambar 2.4.



Sumber : Craig, R.F. Mekanika Tanah 1991

Gambar 2.4 Grafik plastisitas sistem USCS

Garis A adalah batas empiris antara lempung anorganik yang khas (CL dan CH) dengan lanau anorganik yang khas (ML dan MH) atau tanah organik (OL dan OH). Dari Gambar 2.4 dapat dilihat klasifikasi tanah menurut USCS pada Tabel 2.5 dibawah ini:

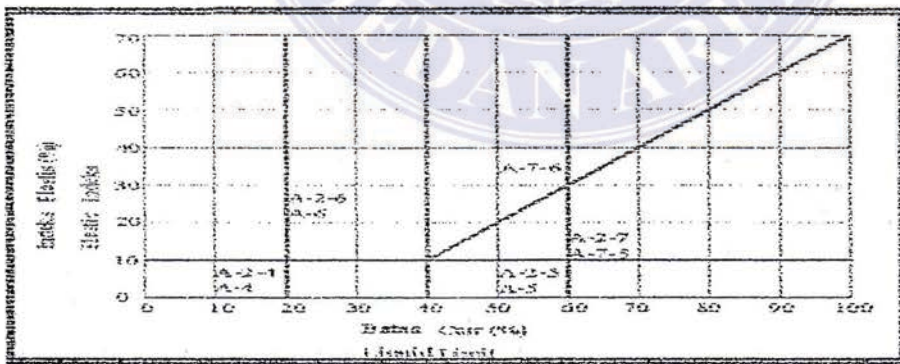
Tabel 2.5 Klasifikasi Tanah Sistem USCS

Divisi Utama			Simbol Kelompok	Nama Umum
Tanah berbutir kasar lebih dari 50% butiran pada ayakan no. 200	Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lolos ayakan No. 4	Kerikil bersih (hanya kerikil)	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
			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
			GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung
	Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar tertahan pada ayakan No.4	Pasir bersih (hanya pasir)	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
			SP	Pasir bergradasi-buruk dan pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
		Pasir dengan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung
Tanah berbutir kasar lebih dari 50% butiran pada ayakan no. 200	Lanau dan Lempung Batas cair 50% atau kurang	ML	Lanau Anorganik, pasir halus, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau lempung	
		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 lebih dari 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	
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi			PT	Peat (gambut), muck, dan tanah-tanah dengan kandungan organik tinggi

Sumber : Bowles, J.E., Analisis Dan Desain Pondasi 1991

### 2.4.3 Sistem Klasifikasi AASHTO (*AASHTO classification system*)

Klasifikasi tanah sistem ini dikembangkan pada tahun 1929 oleh *Public Road Administration Classification System*. Dengan beberapa kali perubahan, sekarang telah digunakan dan dianjurkan oleh *Committee on Classification of Materials for Subgrade and granular type Roads of the Highway Reserch Board* pada tahun 1945. Tanah – tanah yang diklasifikasikan dalam kelompok A-1, A-2 dan A-3 adalah tanah-tanah berbutir kasar dimana 35% atau kurang butir-butir tersebut melalui ayakan No.200. Tanah – tanah dimana 35% atau lebih yang melalui ayakan No. 200 diklasifikasikan dalam kelompok A-4, A-5, A-6, A-7. Pada umumnya tanah-tanah ini adalah lumpur dan lempung. Gambar 2.5 menunjukkan gambaran daerah yang berhubungan dengan batas cair dengan indeks plastisitas tanah yang termasuk dalam kelompok-kelompok: A-2, A-4, A-5, A-6, A-7.



Sumber : AASHTO pada tahun 2000

Gambar 2.5 Nilai-nilai Batas Atterberg untuk subkelompok A-4, A-5, A-6,

Dari Gambar 2.5 dapat dilihat klasifikasi tanah yang ditunjukkan pada tabel 2.6 dibawah ini :

Tabel 2.6 Sifat-Sifat Tanah Untuk Jalan Raya Dan Landasan Udara

Luruf	Warna	Nilai kekuatan sebagai			Kompresibilitas & Pengembangan	Sifat Drainase	Alat Pemasad	$\gamma_d$ gr/cm <sup>3</sup>	Nilai Perencanaan	
		Tanah Dasar	Pondasi Bawah	Pondasi Atas					CBR	K N/cm <sup>3</sup>
GW	Merah	Sangat Baik	Sangat Baik	Baik	Hampir tidak ada	Sangat Baik	Traktor	2,00-2,35	40-80	80-135
GP		Baik - Sangat baik	Baik	Sedang - Baik	Hampir tidak ada	Sangat Baik	Idem	1,75-2,25	30-60	80-135
GM d	Kuning	Baik - Sangat baik	Baik	Sedang - Baik	Sangat Kecil	Sedang sampai buruk	Pemasad Karet	2,00-2,35	40-60	80-135
GM u		Baik	Sedang	Buruk - Tidak bisa	Kecil	Baik sampai praktis kedap	Idem	1,85-2,25	20-30	55-135
GC		GC	Sedang	Buruk - Tidak bisa	Kecil	Baik sampai praktis kedap	Idem	2,10-2,35	20-40	55-135
SW	Merah	Baik	Sedang sampai baik	Buruk	Hampir tidak ada	Sangat Baik	Traktor	1,75-2,10	20-40	55-110
SP		Sedang sampai baik	Sedang	Buruk sampai tidak bisa	Hampir tidak ada	Sangat Baik	Idem	1,75-2,15	10-40	40-110
SM d	Kuning	Sedang sampai baik	Sedang sampai buruk	Buruk sampai tidak bisa	Sangat Kecil	Sedang sampai buruk	Pemasad Karet	1,90-2,15	15-40	40-110
SM u		Sedang	Buruk sampai sedang	Tidak bisa	Kecil sampai sedang	Buruk sampai praktis kedap	Idem	1,60-2,15	10-20	27-80
SC		Buruk	Buruk	Tidak bisa	Kecil sampai sedang	Buruk sampai praktis kedap	Idem	1,45-2,10	5-20	27-20
ML	Hijau	Buruk sampai sedang	Tidak bisa	Tidak bisa	Kecil sampai sedang	Sedang sampai buruk	Idem	1,45-2,10	<15	27-55
CL		Buruk	Tidak bisa	Tidak bisa	Sedang	Praktis kedap	Idem	1,45-1,70	<15	14-40
OL		Buruk	Tidak bisa	Tidak bisa	Sedang sampai besar	Buruk	Idem	1,30-1,70	<5	14-40
MH	Biru	Buruk	Tidak bisa	Tidak bisa	Besar	Sedang sampai buruk	Pemasad roda karet	1,45-1,85	<10	14-40
CH		Buruk sampai sedang	Tidak bisa	Tidak bisa	Besar	Praktis kedap	Idem	1,30-1,75	<15	14-40



Untuk menilai kualitas tanah sebagai bahan subgrade jalan raya dapat ditentukan dengan angka indeks kelompok (*Group Index = GI*) yang menentukan kelompok dan sub kelompok. Sumber.

Indeks kelompok dapat dihitung dengan persamaan:

$$GI = (F-35) [ 0,2 + 0,005 (LL-40) ] + 0,01 (F-15) (PI-10) \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana :

F = Persentase butir yang lolos ayakan No. 200

LL = Batas cair

PI = Indeks plastisitas

Pada umumnya makin besar nilai indeks kelompoknya, makin kurang baik tanah tersebut untuk dipakai dalam pembangunan jalan raya, untuk tanah – tanah didalam sub kelompok tersebut.

## 2.5 Stabilisasi Tanah

Berhubung sifat – sifat tanah di lapangan tidak selalu memenuhi harapan dalam merencanakan suatu konstruksi, maka apabila dijumpai tanah yang sifatnya sangat jelek, tanah tersebut harus distabilisasikan sehingga dapat memenuhi syaratnya teknis yang diperlukan.

## 2.6 Kerang

*Kerang* adalah hewan air yang termasuk hewan bertubuh lunak (mollusca), pengertian kerang bersifat umum dan tidak memiliki arti secara biologi namun penggunaannya luas dan dipakai dalam kegiatan ekonomi. Dalam pengertian paling luas, kerang berarti semua moluska dengan sepasang cangkang. Dengan pengertian orang menyebutnya kerang – kerangan dan sepadan dengan arti *clam* yang dipakai di Amerika, padahal menurut kajian literatur cangkang kerang mengandung kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) sehingga dapat digunakan sebagai pemisah air dengan ion logam.

Phylum mollusca sudah ada sejak zaman kambrian, kira – kira 450 juta tahun yang lalu, hal ini terbukti dengan banyaknya penemuan fosil mollusca yang berasal dari zaman kambria. Phylum hewani ini merupakan golongan kedua terbesar didunia hewan (*regnum animalia*), semuanya tersebar baik didarat (teresterial) maupun di air (akuatik). Hewan yang termasuk phylum mollusca memiliki tubuh lunak, tidak beruas ruas (segmen), dengan ciri tubuh bagian atas (anterior) adalah kepala (caput), sisi bawah (ventral) berfungsi sebagai kaki muscular, dan massa visceranya terdapat pada sisi atas (dorsal).

Mollusca berasal dari kata "molls" yang artinya lunak, kalau ditinjau dari keadaan yang primitif, tubuh mollusca menunjukkan simetris bilateral (dimana bagian sebelah kiri merupakan bayangan dari sebelah kanan).

## 2.7 Cangkang Kerang

Dan sebagian besar tubuh hewan molluska yang lunak dilindungi oleh cangkang (*exoskeleton*) yang keras. Cangkang (*exoskeleton*) yang melindungi tubuh hewan mollusca terbuat dari kalsium karbonat ( $CaCO_3$ ) atau zat kapur. Tubuh utama mollusca diselubungi oleh lipatan cangkang yang disebut *cavum valli* (paru). Hewan mollusca telah memiliki sistem organ yang lengkap, kerang tidak memiliki kepala (juga otak) dan hanya samping yang memiliki mata, organ yang dimiliki adalah ginjal, jantung, mulut, dan anus.

### 2.7.1 Ciri – Ciri Umum

#### A. Fisiologi Anatomi

- 1) *Cangkang* adalah rangka luar pada kerang, cangkang ini dibentuk oleh sel – sel cangkang (epitel mantel) yang mengeluarkan *secret*.  
*Cangkang terdiri dari 3 lapisan dari luar kedalam, adalah :*
  - a. *Periostracum*, yang berwarna hitam, terbuat dari bahan tanduk yang disebut *cocchiolin*.
  - b. *Prismatic*, yang tersusun dari kristal – kristal kalsium karbonat (zat kapur yang berbentuk prisma)
  - c. *Lapisan Nacreas* (mutiara), juga terdiri dari kristal – kristal kalsium karbonat (zat kapur yang berbentuk prisma tetapi susunannya lebih rapat).

*Engsel Cangkang* dibentuk oleh jaringan ikat yang disebut ligamentum.

Kedua cangkang dapat membuka dan menutup , karena adanya dua otot adductor, satu terletak di bagian anterior dan satunya lagi terdapat di bagian posterior.

Cangkang kerang mengandung kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dalam kadar yang lebih

tinggi bila dibandingkan dengan batu gamping, cangkang telur, keramik, atau bahan

lainnya. Hal ini terlihat dari tingkat kekerasan cangkang kerang, semakin keras

cangkang maka semakin tinggi kandungan kalsium karbonatnya ( $\text{CaCO}_3$ ), kalsium

karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) merupakan senyawa garam. Terdapat kesamaan antara komposisi

cangkang kerang dan komposisi pada semen (*Ca, Mg, Fe, Na*) Semen hidrolis yang

digunakan pada bangunan

Terdiri dari kapur ( $\text{CaO}$ ), silikat, aluminium besi oksida, Magnesia, Sulfur Trioksida,

Soda, Potasium kandungan terbanyak adalah kapur sebesar 60-80 %Komposisi

kimia : *Kalsium, Fosfor, Besi, Klorida, Magnesium, Kalium, Natrium dan Besi*

Produksi kerang lebih dari hamper 122.000 ton/tahun di Pelabuhan Kota

Tanjungbalai Kab.Asahan, Prov.Sumatera Utara. Kandungan yang terbanyak pada

abu kerang adalah **Kapur sebesar 39,38 %** Subtitusi semen menggunakan limbah

kulit kerang dapat menghasilkan beton uji Limbah abu cangkang kerang dapat

dimanfaatkan sebagai campuran semen *portland* Limbah cangkang kerang sebagai

campuran semen dapat mengatasi masalah lingkungan di sekitar wilayah pantai

(Tanjungbalai)

Tabel 2.7 Pengujian Abu Cangkang Kerang = Kapur

No.	Jenis Uji	Unit	Hasil Analisis	Metode
1.	Na	g/100g	0.69 %	ASS
2.	Ca	g/100g	39.38 %	ASS

Hasil uji LJA, IPB ( 2009 )

Tabel 2.8 Pengujian Abu Cangkang Kerang = Semen

Uji	Komposisi Substitusi (1000gr)	
	Semen	Tepung Kulit Kerang
Kontrol	100	0%
1.	90	10%
2.	80	20%
3.	70	30%
4.	60	40%

Setiap komposisi ditambahkan dengan pasir sebanyak 1500 gr + air 200 ml  
Hasil uji LJA, IPB ( 2009 )

## 2.8 Stabilisasi Tanah dengan Bahan Abu Cangkang Kerang

Sifat – sifat tanah seringkali diperbaiki dengan secara ekonomis dengan menggunakan bahan campuran. Beberapa bahan campuran yang digunakan secara luas meliputi kapur, abu batubara, aspal, abu cangkang kerang dan lain – lain. Kondisi material tanah yang tidak memenuhi syarat ini dapat diperbaiki sifat teknisnya sehingga kekuatannya meningkat dengan menambahkan bahan abu cangkang kerang sehingga material tanah tersebut dapat digunakan sebagai lapisan fondasi. Material tanah yang telah diperbaiki ini akan mengurangi dampak kegagalan

konstruksi. Bahan serbuk pengikat untuk stabilisasi tanah yang banyak dan biasa digunakan di lapangan adalah:

- Semen
- Kapur
- Ground granulated blast furnace slag (GGBFS) dan kapur
- Semen, kapur, dan *abu cangkang kerang*
- Kapur dan abu terbang
- GGBFS, kapur, dan abu terbang

Pada prinsipnya penggunaan bahan serbuk pengikat di atas dapat digunakan untuk memperbaiki sifat – sifat tanah atau yang dikenal dengan stabilisasi tanah. Dalam menggunakan bahan serbuk pengikat cangkang kerang pada stabilisasi tanah harus dicari komposisi masing – masing bahan terhadap campuran stabilisasi melalui suatu perencanaan stabilisasi di laboratorium sehingga akan didapat komposisi yang efektif untuk stabilisasi tanah di lapangan.

Pedoman ini berisi prinsip – prinsip yang perlu diperhatikan dalam menerapkan perencanaan stabilisasi tanah dengan bahan serbuk pengikat untuk konstruksi jalan. Pedoman ini ditekankan hanya untuk jenis bahan serbuk semen dan kapur, sedangkan untuk jenis bahan serbuk lainnya, pedoman ini dapat digunakan sebagai acuan dengan mempertimbangkan ketentuan – ketentuan lain yang disyaratkan dalam penggunaannya. Pedoman ini meliputi ketentuan umum bahan

dan peralatan serta ketentuan khusus untuk kekuatan campuran dan prosedur perencanaan stabilisasi tanah di laboratorium.

## 2.9 Pemadatan Tanah

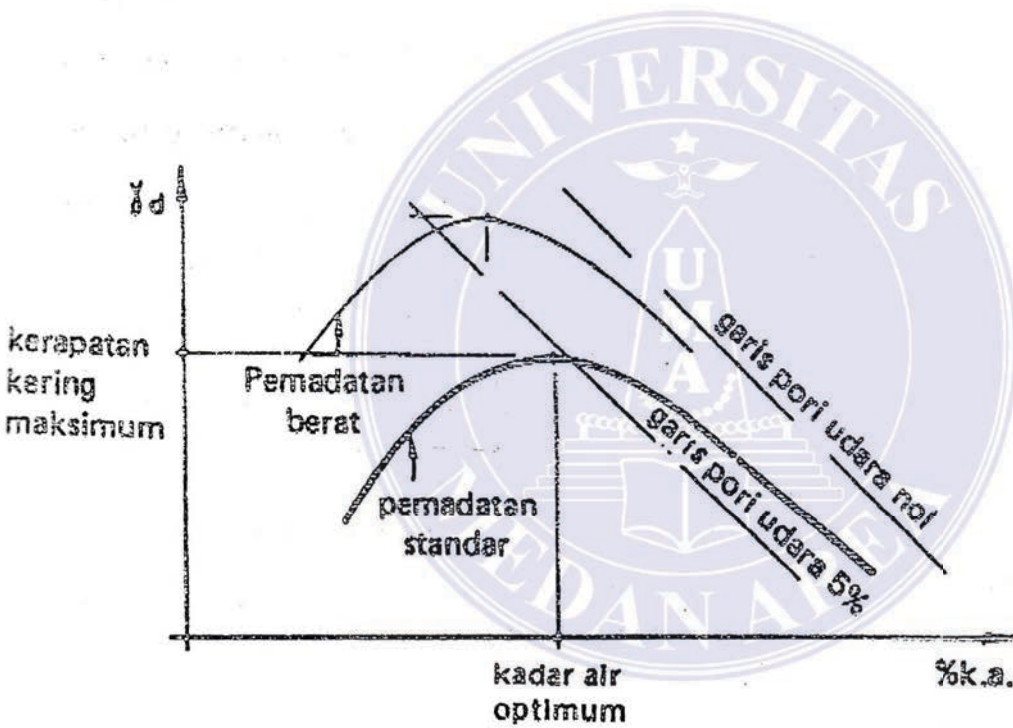
Pemadatan tanah dilakukan dengan menggilas atau menumbuk dan menimbulkan pemampatan tanah dengan mengusir udara dari pori – pori. Adalah tidak mungkin untuk menghilangkan air dari pori – pori dengan pemadatan, akan tetapi penambahan air pada tanah yang sedikit lembab membantu pemadatan dengan mengurangi tarikan permukaan. Akan tetapi terdapat suatu kadar air optimum, diatas mana tambahan air akan menyebabkan meningkatnya pori – pori.

Adapun percobaan – percobaan pemadatan yang dilakukan :

### 2.9.1 Percobaan Proctor

Percobaan proctor standart adalah suatu metoda untuk mencari kadar air optimum untuk pemadatan suatu tanah. Suatu cetakan berbentuk silinder dengan isi  $0,001 \text{ m}^3$  diisi dengan suatu contoh tanah dalam tiga lapis, masing – masing lapis dipadatkan dengan 25 pukulan standart, berat 2,5 kg, tinggi jatuh 300 mm untuk setiap pukulan. Cetakan ini kemudian dirapikan dan ditimbang, karenanya akan memberikan kerapatan menyeluruh dari tanah. Kadar air dari tanah kemudian di tentukan, dan selanjutnya kerapatan kering. Percobaan ini dilakukan dengan tanah pada kadar – kadar air yang berbeda dan digambar suatu grafik hubungan antara kerapatan kering dan kadar air.

Contoh kurva – kurva yang diperoleh diperlihatkan dalam Gambar 2.9. Dari kurva – kurva tersebut dapat dibaca besarnya kadar air optimum pada titik pemadatan maksimum (kerapatan kering).



Sumber : Smith, Kekuatan Tanah, 1982

Gambar 2.9 Hubungan antara Kadar Air Dengan Berat Isi kering Tanah



## 2.9.2 Prosedur Dilapangan

Percobaan Proctor harus dikembangkan hanya sebagai suatu penuntun pada pemadatan dilapangan. Kadar air optimum tidak boleh dispesifikasikan, karena keadaan – keadaan iklim harus diperhitungkan sama seperti kesulitan – kesulitan pengawasan kadar air secara teliti dilapangan.

Adalah lebih umum untuk menspesifikasikan suatu kepadatan relatif dilapangan dimana:

$$\text{Kepadatan relatif} = \frac{\text{harga kerapatan kering dilapangan}}{\text{Kerapatan kering maksimum proctor}} \times 100\%$$

(2.16)

Biasanya disyaratkan suatu kepadatan relatif sebesar 90 – 95% , akan tetapi ini tergantung kepada pekerjaan dan tempat yang dipakai.

Untuk suatu penimbunan, prosedur yang terbaik adalah memadatkan suatu daerah percobaan dan mengukur besarnya kerapatan kering dari daerah ini. Apabila besarnya kepadatan relatif memenuhi, maka jumlah lintasan mesin gilas yang dipakai untuk memadatkan daerah percobaan ditetapkan dipakai untuk penimbunan yang sebenarnya.

## 2.10 CBR (*California Bearing Ratio*)

CBR (*California bearing ratio*) merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan (*test load*) dengan beban standart (*standart load*) dan dinyatakan dalam persentase.

Lebih jelas lagi dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$CBR = \frac{P_t}{P_s} \times 100.$$

(2.17)

Dimana :

$P_t$  = Beban percobaan (*test load*)

$P_s$  = Beban standart (*standart load*)

Berikut ini beban standart yang dipakai untuk percobaan CBR ditunjukkan pada Tabel 2.10.



Tabel 2.10 Beban Standart Percobaan CBR

Penetrasi Plunyer (in)	Beban Standart (lb)	Penetrasi Plunyer (mm)	Beban Standart (kg)	Beban Standart (kN)
0,10	3.000	2,50	1.370	13,50
0,20	4.500	5,00	2.055	20,00
0,30	5.700	7,50	2.630	25,50
0,40	6.900	10,00	3.180	31,00
0,50	7.800	12,50	3.600	35,00

Sumber :Purnomo, *California Bearing Ratio 1993*

Harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standart berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas.

Untuk menentukan nilai CBR dapat dilakukan pada percobaan – percobaan :

### 2.10.1 Percobaan Laboratorium

Percobaan ini disebut CBR laboratorium yang mempunyai tujuan untuk menentukan nilai daya dukung tanah dalam kepadatan maksimum. Dengan demikian daya dukung tanah dasar tersebut merupakan nilai kemampuan lapisan tanah memikul beban setelah tanah tersebut dipadatkan.

Percobaan CBR laboratorium biasanya menggunakan contoh tanah dalam kadar air optimum (OMC) seperti ditentukan dalam percobaan pemadatan standart atau modifikasi. Metoda yang digunakan dalam metoda 2 atau standart ASTM D-70 atau D-1557-70. Diameter 6 inchi (15 cm) dan tinggi 5 sampai 7 inchi (12,50 sampai 17,50 cm).

Nilai CBR dihitung pada harga penetrasi 2,500 dan 5,000 mm dengan beban standart = 13,50 kN dan 20,00 kN. Setelah diadakan koreksi, maka dapat ditentukan nilai CBR-nya, jika nilai CBR dengan penetrasi 5,000 mm lebih besar dari penetrasi 2,500 mm, diambil sebagai CBR rencana (*CBR design*). Umumnya nilai CBR dengan penetrasi 2,500 mm lebih besar dari penetrasi 5,000 mm.

### 2.10.2 Percobaan Lapangan

Percobaan dilapangan disebut juga CBR lapangan untuk menentukan nilai CBR asli dilapangan sesuai dengan kondisi tanah saat itu. Biasanya digunakan untuk perencanaan tebal lapisan perkerasan yang lapisan tanah dasarnya sudah tidak akan dipadatkan lagi. Pemeriksaan dilakukan dalam kondisi kadar air tanah tinggi (musim penghujan) atau dalam kondisi terburuk yang mungkin terjadi. Untuk mengontrol apakah kepadatan yang diperoleh sudah sesuai dengan yang diinginkan. Namun dalam hal ini pengujian yang dilakukan untuk menentukan nilai CBR adalah pengujian yang dilakukan dilaboratorium.

## 2.11 Daya Dukung Tanah

Dalam perencanaan fondasi gedung atau bangunan daya dukung tanah merupakan hal yang harus diperhatikan. Daya dukung tanah adalah kemampuan suatu tanah yang bersangkutan untuk menahan beban fondasi tanpa terjadi keruntuhan akibat menggeser. Tentu saja hal ini tergantung pada kekuatan geser tanah.

Untuk lapisan lempung pembuatan bangunan di atasnya akan menimbulkan tegangan air pori, yang mana tidak akan segera menyusut. Biasanya waktu yang diperlukan untuk penyusutan tegangan air pori jauh lebih lama daripada waktu yang diperlukan untuk mendirikan bangunan di atas lapisan lempung tersebut. Hal ini berarti bahwa kekuatan geser lempung tidak akan mengalami perubahan selama masa pembangunan gedung atau bangunan tersebut. Karena itu daya dukung lempung biasanya dihitung dengan memakai nilai kekuatan geser sebelum mendirikan bangunan, yaitu kekuatan geser. Dengan cara ini dianggap nol dan kekuatan geser  $s=c$ . Maka teori terzaghi menghasilkan sebuah rumus untuk daya dukung tanah lempung sebagai berikut

$$q=cNc+\gamma D. \dots\dots\dots 2.18$$

Dimana :

$q$  = Daya dukung tanah lempung

$c$  = Kohesi

$N_c$  = Faktor daya dukung skempton

$\gamma$  = Berat isi tanah

$D$  = Dalam fondasi

Begitu halnya daya dukung tanah terhadap subgrade tanah dasar pada perkerasan lentur jalan raya yang dinyatakan dengan nilai CBR. Namun dalam perencanaanya daya dukung tanah terhadap nilai CBR yang didapat harus diperhitungkan dengan rumus :

$$DDT = 1,7 + 4,3 \log CBR \dots\dots\dots 2.19$$

Dimana :

DDT = Daya dukung tanah

CBR = Nilai yang didapat pada pengujian CBR test

Nilai daya dukung tanah yang di dapat, dipergunakan untuk menentukan kualitas tanah dalam memikul beban kendaraan pada lajur harian rencana, pemilihan material dan tebal pada setiap lapisan.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Pelaksanaan Penelitian**

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Politeknik Negeri Medan. Adapun tahapan pelaksanaan penelitian ini meliputi:

1. Tahapan Persiapan
2. Tahapan Pengujian Pendahuluan
3. Tahapan Pengujian Utama

#### **3.2 Tahapan Persiapan**

Pada tahapan ini dilakukan persiapan contoh tanah yang akan digunakan seperti penentuan lokasi terpilih, prosedur tanah dilapangan, serta pembuatan benda uji dilaboratorium.

##### **3.2.1 Lokasi Pengambilan Contoh Tanah**

Pengambilan sample dilakukan di wilayah Lau Dendang Kabupaten Deli Serdang. Pengambilan tanah lempung ini diambil sebanyak 200 kg dengan menggunakan tangan dan cangkol yang kemudian dimasukkan dalam karung untuk diangkut dengan menggunakan transport roda empat.

### 3.2.2 Prosedur Pengambilan Contoh Tanah

Contoh tanah yang digunakan dalam penelitian ini memakai contoh tanah terganggu (*disturb sample*) dan contoh tanah tak terganggu (*undisturb sample*). Pengambilan contoh tanah tak terganggu dilakukan dengan menggunakan tabung pipa yang berdiameter 10 cm dan panjang 20 cm dengan tujuan untuk menjaga kadar air tanah asli.

Contoh tanah terganggu yang telah diambil dikeringkan selama 2 – 4 hari dengan menggunakan oven, kemudian contoh tanah tersebut ditumbuk dengan menggunakan palu karet agar butiran – butiran tanah terpisah tetapi tidak mengakibatkan tanah hancur sehingga mendapatkan hasil yang sempurna pada saat melakukan pengujian di Laboraturium, setelah penumbukan contoh tanah diayak dengan menggunakan saringan No. 40

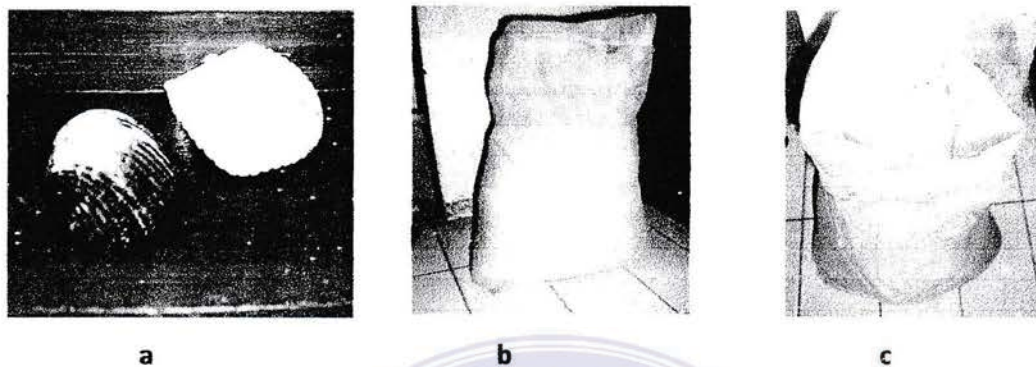
Untuk sebagian contoh tanah terganggu proses pengeringan dilakukan dengan menggunakan sinar matahari selam 3 – 4 hari lalu ditumbuk dan diayak menggunakan saringan No. 4, contoh tanah digunakan untuk pengujian pemadatan dan CBR test.

### 3.2.3 Abu Cangkang Kerang

Cangkang Kerang adalah cangkang kerang yang dibeli dari penjual campuran-campuran tanah di Kecamatan Medan Sunggal yang masih berbentuk cangkang, namun sudah dimasak sehingga cangkang kerang lebih rapuh & lebih



mudah untuk dihaluskan. Cangkang kerang tersebut kemudian disaring menggunakan saringan No. 200 lalu dikemas dalam kantong plastik.



Gambar 3.2.a. Cangkang kerang normal, b & c Cangkang Kerang yang lolos saringan 200

### 3.2.4 Air

Air yang diambil dari laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Medan yaitu air Tirtanadi.

### 3.2.5 Tempat penelitian

Tempat penelitian dilakukan dan CBR test di laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Medan.

### 3.2.6 Rancangan penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan variasi campuran (*mixing*). Variasi campuran meliputi campuran abu cangkang kerang. Variasi campuran yang digunakan adalah 0%, 4%, 6%, 8%, 10%.

### 3.2.7 Persiapan alat dan bahan

#### 1. Kadar Air

Alat yang digunakan adalah oven listrik dengan suhu  $110^{\circ}\text{C}$ , neraca ketelitian 0,01gr, cawan penimbang, desikator, spatula.

#### 2. Analisa Saringan (*shieve analysis*)

Alat yang digunakan adalah neraca dengan ketelitian 0,01 gr, satu set saringan No. 4, 8, 16, 30, 50, 100, dan 200, alat penggetar dan oven.

#### 3. Berat Jenis Tanah

Alat yang digunakan adalah picnometer, termometer, desikator, neraca ketelitian 0,01 gr, tanah ayakan No 40, tungku listrik, air suling.

#### 4. Batas Cair dan Batas Plastis

### 3.3 Tahapan Pengujian Pendahuluan

Adapun tahapan pengujian yang dilakukan pada tahapan pendahuluan ini yaitu antara lain:

#### 3.3.1 Kadar Air (w)

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kadar air tanah asli. Pedoman yang dipakai adalah ASTM D-2216-71. Cara pengujian adalah cawan di timbang dan kemudian masuk sample tanah kedalam cawan lalu timbang, setelah itu masuk dalam oven dengan suhu  $110^{\circ}\text{C}$  di amkan selama 24 jam setelah itu timbang tanah dan cawan.

#### 3.3.2 Ukuran Partikel Tanah

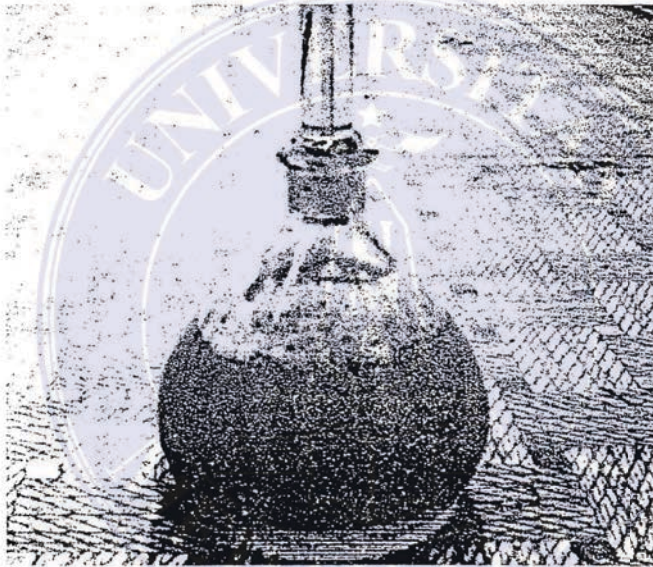
Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui analisa gradasi tanah atau agregat. Cara pengujian ini adalah benda uji dikeringkan sebanyak 1500 gr lalu tumbuk tanah sampai gumpalan – gumpalan terpisah. Masing – masing saringan ditimbang dan disusun sesuai urutannya. Masukkan benda uji pada saringan lalu guncang selama 15 menit secara konstant, setelah selesai pengguncangan biarkan selama 5 menit untuk memberi kesempatan debu-debu mengendap, lalu timbang masing saringan dan tanah yang tertahan. Pada pengujian ini dilakukan hanya pada keadaan tanah asli untuk mengetahui gradasi butiran tanah.

#### 3.3.3 Berat Jenis (Gs)

Tujuan pengujian ini adalah menyatakan perbandingan antara berat isi tanah dengan berat isi air murni. Pedoman yang dipakai adalah ASTM D-854-72. Cara

pengujian adalah picnometer di timbang bersama tutupnya . lalu masukkan contoh tanah yang diayuk dengan saringan no 40 kedalam picnometer dan timbang.

picnometer yang berisi tanah diisi air sampai kira setengah isinya lalu panaskan ke tungku listrik agar udara yang tersekap keluar, setelah itu tambahkan air sampai penuh tutup dan rendamkan selama 24 jam. Setelah 24 jam tambahkan air lalu timbang, setelah selesai bersihkan picno lalu isi dengan air yang bersuhu konstan timbang bersama tutupnya. Pengujian ini dilakukan pada setiap variasi campuran tanah.



Gambar 3.4 Pengujian berat jenis setelah dipanaskan dengan tungku listrik

### 3.3.4 Batas Cair (LL) dan Batas Plastis (PL)

1. Tujuan pengujian batas cair adalah unntuk mengetahui nilai batas cair suatu tanah. Cara pengujian adalah tanah yang melalui ayakan No 40 dicampur dengan air sampai homogen/merata beaul serta jenuh, setelah itu contoh tanah

diambil sebagian kerakkan dicawan *Casagrande* di ratakan di belah dengan *grooving tool*, kemudian alat pemutar *casagrande* diputar dengan kecepatan  $\pm 2$  putaran/detik, banyaknya putaran dihitung sampai kedua sisi tanah yang terbelah tadi bertaut kembali.

2. Setelah selesai tanah diambil sebagian untuk dihitung kadar airnya. Sebagai standart kadar air pada putaran 25 kali merupakan batas cair tanah tersebut



Gambar 3.5 Sample tanah yang telah dibelah dengan colet pada alat liquid limit device

3. Tujuan pengujian batas plastis ini adalah untuk mengetahui batas plastis suatu contoh tanah. Cara pengujian ini adalah tanah yang di pakai untuk percobaan batas plastis diambil sebagian diberi air diaduk sampai homogen, kemudian dibuat gelintiran di atas plat kaca, apabila gelintiran sudah dicapai maka gelintiran dimasukkan kedalam mangkok dan dihitung kadar airnya. Pengujian ini dilakukan pada setiap variasi campuran.



### 3.3.5 Density Test

Tujuan percobaan ini adalah untuk mengetahui berat isi, angka pori, derajat kejenuhan. Cara pengujian ini adalah tanah yang lolos saringan No 40 diaduk dengan air sampai keadaan jenuh dan homogen. Sample tanah tersebut dimasukkan dalam ring dan dipadatkan.

Ratakan permukaan tanah dikedua ujung ring dan timbang lalu sample di ovenkan dengan suhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam, setelah itu timbang kembali untuk mendapatkan berat tanah kering. Pengujian ini dilakukan pada setiap variasi campuran.

### 3.3.6 Pemadatan (*Compaction Test*)

Tujuan percobaan ini adalah untuk menentukan hubungan antara kadar air optimum (*Optimum Moisture Content = OMC*) dan berat isi maksimum dari kadar air dan berat isi kering percobaan tersebut, pedoman yang dipakai adalah ASTM D – 698.

Cara pengujian ini adalah tanah yang lolos saringan No.4 sebanyak 1500 gr dicampur dengan air sampai keadaan jenuh dan homogen lalu dimasukkan dalam plastik dan diamkan selama 24 jam agar air meresap rata ketanah. Setelah 24 jam masukkan tanah kedalam mould tumbuk sebanyak 25 kali pukulan per tiga lapis lalu timbang dan ambil sebagian tanah masukkan kedalam cawan dan ovenkan untuk mendapatkan kadar airnya.

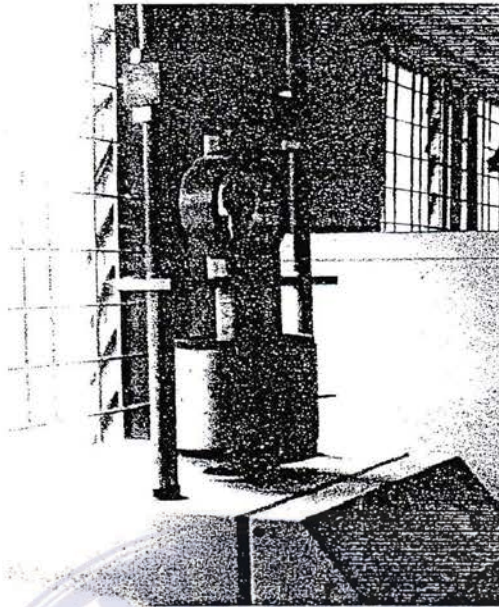
Dalam pengujian ini dilakukan sebanyak lima sample dalam satu variasi campuran dengan kadar air yang berbeda .

### 3.4 Tahapan Pengujian Utama

#### 3.4.1 CBR Test (*California Bearing Ratio*)

Tujuan Pengujian ini adalah untuk menentukan kuat penahan tanah terhadap penetrasi dengan cara yang digunakan oleh California Bearing Ratio, pedoman yang dipakai adalah ASTM D-698.

air yang didapat dari kadar air optimum dari pemadatan lalu diamkan selama 24 jam agar air dapat meresap rata dalam tanah. Setelah itu siapkan mold atau tabung cetak dengan menempatkan piringan pengisi (*spacer disc*) pada plat dasar, berikan kertas saring diatas piringan pengisi, lalu pasang tabung cetak dan leher panahan tempatkan diatas landasan tumbuk, masukkan tanah yang didiamkan selam 24 jam kedalam tabung cetak dan tumbuk 56 kali penumbukan pertiga lapis lalu timbang, lalu siapkan untuk pengujian dengan menempatkan tabung cetak dan tanah ke landasan mesin, tempatkan plat pemberat pertama yang berlubang diatas permukaan tanah dalam tabung, tambahkan piringan pemberat yang kedua keatas yang pertama diatas permukaan tanah, atur kedudukan piston sampai bersentuhan ke tanah untuk menandai pembacaan dial, hidupkan tombol atas untuk memulai pembacaan dial, pembacaan dial dilakukan pada penetrasi 0,0125 sampai 0,5 inci. Setelah selesai ambil sedikit tanah yang di uji untuk mendapatkan kadar air tanah. Pengujian ini dilakukan pada masing-masing variasi campuran.



Gambar 3.8 Dial yang dibaca pada pengujian CBR





## BAB V

### Kesimpulan Dan Saran

#### 5.1 Kesimpulan

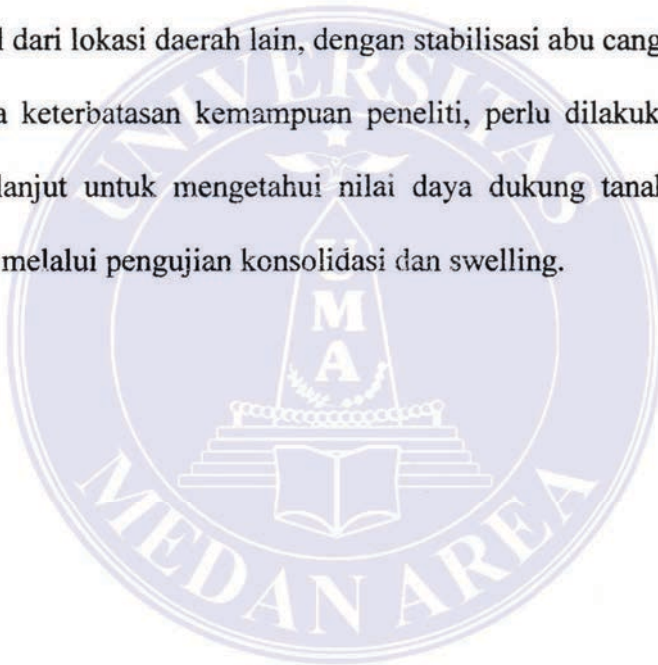
Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Tanah lempung di tempat pengambilan sampel, mempunyai indeks plastisitas sebesar 25.13%. Menurut *Unified Soil Classification System* (USCS), tanah asli ini termasuk tanah kelompok CL yaitu tanah lempung dengan plastisitas rendah, sedangkan menurut *American Of State Highway And Transportation Officials* (AASHTO), tanah asli dalam kelompok A - 7 - 6, merupakan tanah berlempung yang kurang baik yang bergradasi sedang sampai buruk.
2. Hasil uji pengujian CBR yang di campur dengan variasi campuran abu cangkang kerang mengalami kenaikan sebesar 3% pada variasi 4% campuran, sehingga dapat diketahui karekteristik kenaikan maksimum CBR pada variasi campuran abu cangkang kerang dari 4% sampai 10%.
3. Terjadi peningkatan daya dukung tanah pada setiap variasi campuran. Peningkatan dimulai dari sebesar 1.13 pada variasi 4% sampai 1.77 pada variasi 10% campuran, hal ini terjadi karena bahan stabilisasi yang bersifat mengikat membuat daya dukung tanah bertambah yang

## 5.2 **Saran**

Adapun saran-saran yang diberikan untuk penyempurnaan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Adanya penelitian lanjutan untuk mendapatkan penambahan variasi campuran yang paling maksimum pada karakteristik tanah pada setiap variasi campuran abu cangkang kerang.
2. Mengadakan penelitian dengan menggunakan tanah lempung yang berasal dari lokasi daerah lain, dengan stabilisasi abu cangkang kerang.
3. Karena keterbatasan kemampuan peneliti, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui nilai daya dukung tanah yang lebih akurat melalui pengujian konsolidasi dan swelling.



## DAFTAR PUSTAKA

- Craig, Rf. 1994, "*Mekanika Tanah, Edisi Ke Empat*", Erlangga, Jakarta.
- Das, Braja. 1998, "*Mekanika Tanah ( Prinsip – Prinsip Rekayasa Geoteknik )*", Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Material and Test Division Indianapolis, 2002 "*Design procedures for Soil Modification or Stabilization*", Jakarta.
- Purnomo, Edy. J. Ir. S. Dan Soedarmo, Djatniko. Ir,1993, "*Mekanika Tanah 1*", Kanisius, Yogyakarta.
- Sunggono Ir. V Kh, 1984 "*Buku Teknik Sipil*", Penerbit Nova, Bandung.
- Sitanggang, L. Aratua. Ir. 2004, "*Mekanika Tanah*", Universitas Negeri Medan, Sumatera Utara.
- Smith, M. J. Dan Madyayanti, Elly. Ir, 1980, "*Mekanika Tanah, Edisi Ke Empat*", Erlangga, Jakarta.