

3. Penelitian hanya terbatas pada sifat fisik dan mekanis tanah lempung, tidak menganalisis unsur – unsur kimia yang terkandung dalam tanah lempung dan lumpur Lapindo.
4. Penambahan variasi lumpur Lapindo terhadap berat kering tanah lempung menggunakan kadar 5%, 10%, dan 15% dengan waktu pemeraman 1 hari, 3 hari, 7 hari dan 14 hari.
5. Uji yang dilakukan adalah uji Geser Langsung dan uji Triaksial tipe UU.
6. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan penelitian ini diharapkan dapat mengetahui pengaruh yang ditimbulkan oleh penambahan lumpur Lapindo terhadap mekanisme fisik dan mekanis pada tanah lempung, serta dapat melengkapi pengetahuan dan wawasan yang ada tentang penggunaan lumpur panas sebagai alternatif bahan campuran tanah lempung, sehingga dapat diaplikasikan dalam kasus – kasus geoteknik yang ada di lapangan.

3.4.1 Sistem Klasifikasi Unified

Klasifikasi berdasarkan *Unified System*, tanah dikelompokkan ke dalam tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) jika kurang dari 50% lolos saringan no. 200, dan tanah berbutir halus (lanau/lempung) jika lebih dari 50% lolos saringan no. 200. Selanjutnya, tanah diklasifikasikan dalam sejumlah kelompok dan subkelompok.

Simbol – symbol yang digunakan dalam klasifikasi *Unified System*, yaitu :

G = kerikil (*gravel*)

S = pasir (*sand*)

C = lempung (*clay*)

M = lanau (*silt*)

O = lanau atau lempung organik (*organic silt or clay*)

Pt = tanah gambut dan tanah organik tinggi (*peat and highly organic soil*)

W = gradasi baik (*well-graded*)

P = gradasi buruk (*poorly-graded*)

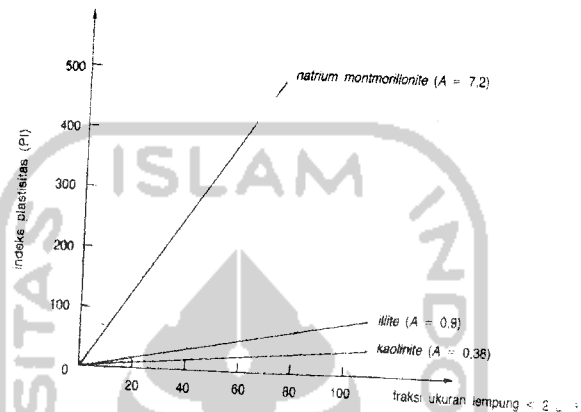
H = plastisitas tinggi (*high-plasticity*)

L = plastisitas rendah (*low-plasticity*)

Di bawah ini dapat dilihat dengan jelas pada table 3.3 sistem klasifikasi berdasarkan *Unified Sytem*.

$$A = \frac{PI}{C} \dots\dots\dots(3.12)$$

Dengan C adalah persentase berat fraksi ukuran tanah lempung (ukuran butiran $< 2 \mu\text{m}$) dalam tanah. Variasi indeks plastisitas dengan persentase fraksi lempung untuk berbagai macam lempung, dapat dilihat pada gambar 3.6 di bawah ini :



Gambar 3.6 Variasi indeks plastisitas dengan persen fraksi lempung
(Sumber : *Mekanika Tanah I, Hardiyatmo, H.C. 1992, hal.39*)

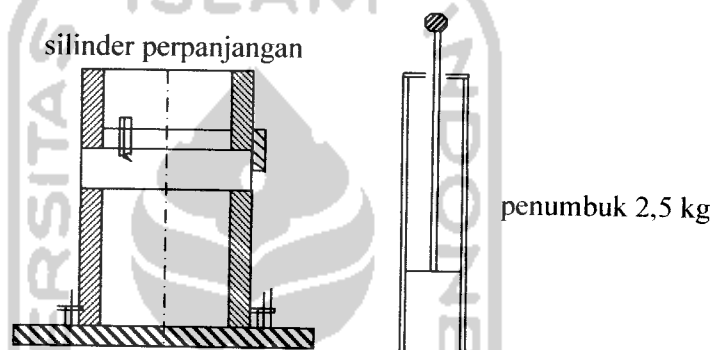
Beberapa kelompok mineral pada lempung yang perlu diketahui antara lain :

1. *Kaolinite*, merupakan mineral dari kelompok kaolin, terdiri dari susunan satu lembar silika tetrahedral dengan satu lembar alumunium oktahedra, dengan susunan setebal $7,2 \text{ \AA}$ ($1 \text{ Angstrom} = 10^{-10}$).
2. *Montmorillonite*, yaitu mineral yang dibentuk oleh dua lembar silika dan satu lembar alumunium. Tanah-tanah yang mengandung monmorillonite sangat mudah mengembang oleh pengaruh tambahan kadar air.
3. *Illite*, merupakan bentuk mineral lempung yang terdiri dari mineral-mineral kelompok illite. Bentuk susunan dasarnya terdiri dari sebuah lembaran alumunium oktahedra yang terikat diantara dua lembaran silika tetrahedra.

3.8 Uji Pemadatan

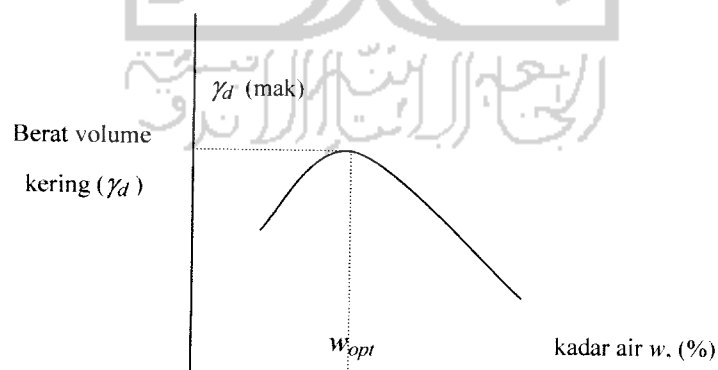
Pengujian ini dilakukan untuk menentukan hubungan kadar air dan berat volume, serta mengevaluasi tanah agar memenuhi persyaratan kepadatan. Pada berbagai macam jenis tanah pada umumnya, terdapat satu nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai berat volume kering maksimumnya. Hubungan antara berat volume kering (γ_d) dengan berat volume basah (W_s) dan kadar air (w), dapat dilihat pada persamaan 3.6.

Berikut ini adalah gambar alat uji standard Proctor dan kurva hasil dari pengujian yang memperlihatkan nilai kadar air yang terbaik (w_{opt}) untuk mencapai berat volume kering terbesar atau kepadatan maksimum.



Gambar 3.7 Alat uji standard Proktor.

(Sumber : Mekanika Tanah I, Hardiyatmo, H.C. 1992 ,hal.61).



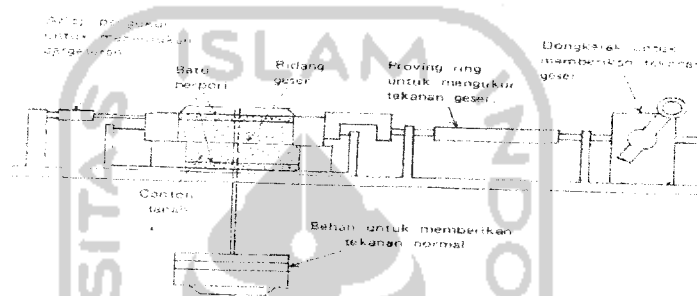
Gambar 3.8 Kurva hubungan kadar air dan berat volume kering

(Sumber : Mekanika Tanah I, Hardiyatmo, H.C. 1992 ,hal.62).

3.9 Uji Geser Langsung (*Direct shear test*)

Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan besarnya parameter tanah dengan alat geser langsung pada kondisi “*Unconsolidated Undrained*”. Parameter tanah terdiri atas sudut gesek dalam (ϕ) dan kohesi (c).

Kondisi *Unconsolidated* berarti pelaksanaan penggeseran dilakukan sebelum mengalami konsolidasi. Sedangkan kondisi *Undrained* berarti selama penggeseran, air pori tanah tidak diberi kesempatan untuk mengalir keluar. “*Consolidated-drained test*” dapat disebut juga “*slow test*”. Pada gambar 3.9 di bawah ini dapat dilihat alat uji geser langsung :



Gambar 3.9 Alat uji Geser Langsung.

(Sumber : TSP-FTSP UII Yogyakarta, *Panduan praktikum mekanika tanah*, hal.64)

Menurut teori Mohr (1910) kondisi keruntuhan suatu bahan terjadi oleh akibat adanya kombinasi keadaan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser. Hubungan fungsi antara tegangan normal dan tegangan geser pada bidang runtuhnya dinyatakan dalam persamaan:

$$\tau = f(\sigma) \quad \dots\dots\dots (3.13)$$

dengan :

τ = tegangan geser (pada saat terjadinya keruntuhan/kegagalan)

σ = tegangan normal (pada kondisi di atas)

Pada pengujian tertentu, tegangan normal dapat dihitung sebagai berikut :

$$\sigma \text{ Tegangan normal} = \frac{\text{Gaya normal}}{\text{Luas penampang lintang sampel tanah}} \quad \dots\dots (3.14)$$

Tegangan geser yang melawan pergerakan geser dapat dihitung sebagai berikut:

$$\tau = \text{Tegangan geser} = \frac{\text{Gaya geser yang melawan gerakan}}{\text{Luas penampang lintang sampel tanah}} \dots (3.15)$$

Menurut Coulomb (1776) kekuatan geser tanah dinyatakan dengan persamaan berikut ini.

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \dots (3.16)$$

dengan :

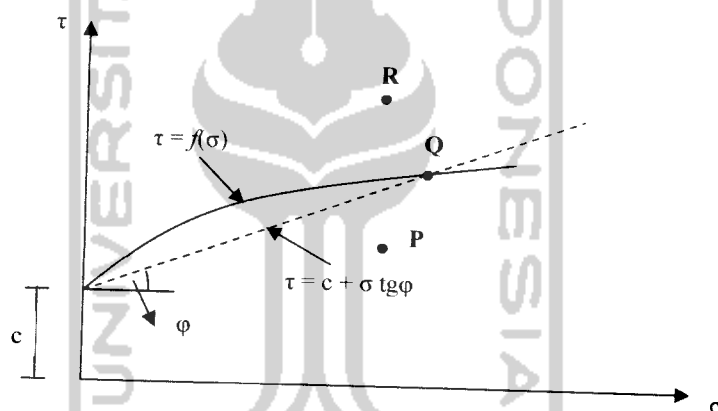
τ = kuat geser tanah

σ = tegangan normal pada bidang tanah

c = kohesi tanah

ϕ = sudut gesek dalam tanah

Hubungan antara keruntuhan Mohr dan Coulomb dapat dilihat pada gambar berikut ini :



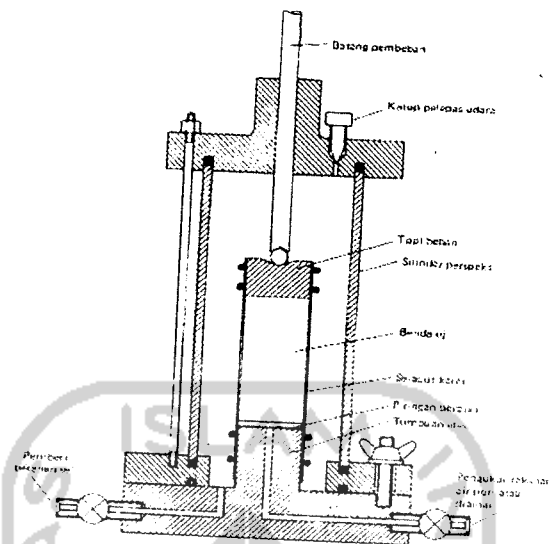
Gambar 3.10 Kriteria kegagalan Mohr dan Coulomb

(Sumber: Hardiyatmo HC, 2002, hal. 284)

3.10 Uji Triaksial Tipe UU

Pengujian Triaksial (*triaxial test*) yaitu pengujian tanah dengan tiga dimensi tekanan. Pengujian ini disamping dapat diketahui tegangan geser (σ_1) juga diperoleh tegangan normal (σ_3). Kegunaan dari pengujian ini adalah untuk mendapatkan nilai kohesi (c_u) dan sudut geser dalam (ϕ_u) dari suatu contoh tanah.

Pada gambar 3.10 di bawah ini dapat dilihat alat uji triaksial :

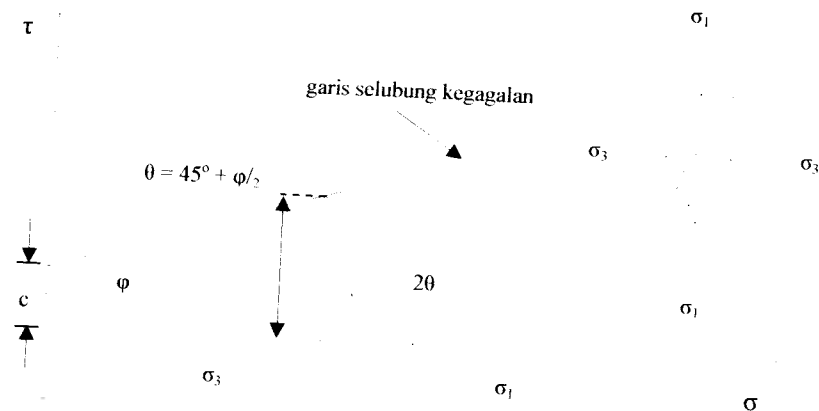


Gambar 3.11 Alat uji Triaksial.

(Sumber : Mekanika Tanah I, Hardiyatmo, H.C. 1992 ,hal.292).

Tegangan – tegangan yang bekerja pada benda uji dinotasikan dengan σ_1 , σ_2 dan σ_3 . Tegangan σ_1 disebut *tegangan utama mayor (major principal stress)*, tegangan σ_3 disebut *tegangan utama minor (minor principal stress)*. Tegangan utama tengah (*intermediate principal stress*) $\sigma_2 = \sigma_3$, merupakan tegangan kekang atau tegangan sel (*confining stress*). Karena yang ditinjau hanya dua dimensi, tegangan σ_2 sering tidak diperhitungkan. Tegangan yang terjadi dari selisih σ_1 dan σ_3 atau $(\sigma_1 - \sigma_3)$ disebut tegangan deviator (*deviator stress*) atau beda tegangan (*stress difference*). (Hardiyatmo, H.C, 2002, Mekanika Tanah I).

Untuk mengetahui jenis-jenis tegangan di atas dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 3.12 Lingkaran Mohr

(Sumber : Mekanika Tanah I, Hardiyatmo, H.C. 2002 ,hal.286)

Dari gambar di atas nilai c dan ϕ dapat diperoleh dari absis $\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}$ dan ordinat $\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$.

$$\sin \phi = \frac{\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}}{\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3}$$

$$\phi = \arcsin \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3} \quad (3.17)$$