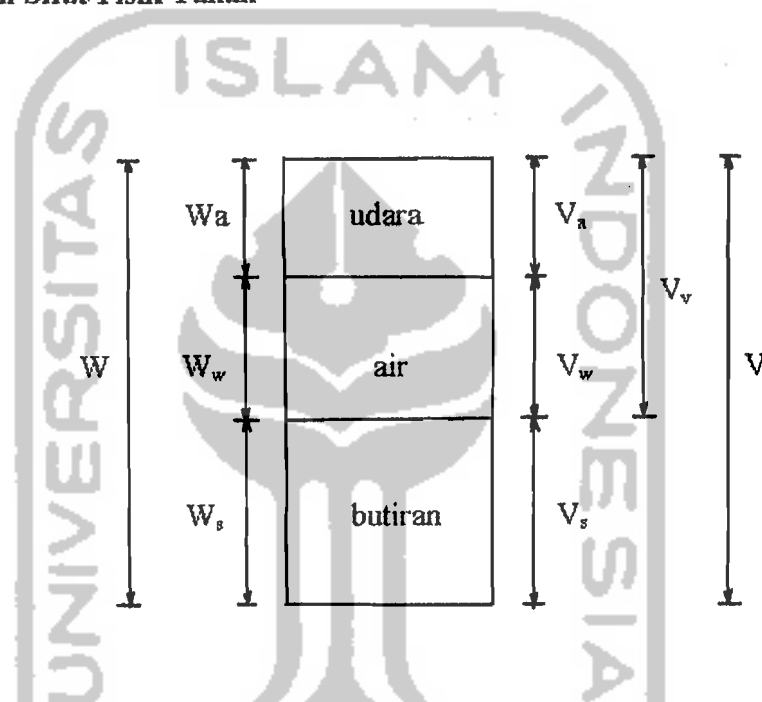


**BAB III**  
**LANDASAN TEORI**

**3.1 Penelitian Sifat Fisik Tanah**



Gambar 3.1 Diagram Fase Tanah ( 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 air

$W_s$  = 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 Jenis (*Spesific Gravity*, $G_s$ )

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

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{W_w}{V_s \cdot \gamma_w} \dots\dots\dots(3.3)$$

dengan :  $\gamma_s$  = berat volume tanah

$\gamma_w$  = berat volume air

$V_s$  = volume tanah

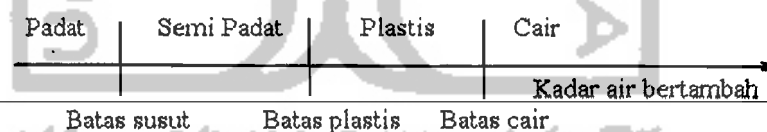
Berat jenis tidak mempunyai satuan.

#### d. Konsistensi Tanah

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 (*absorbed water*) di keliling partikel lempung. Seorang ilmuwan dari Swedia bernama Atterberg mengembangkan suatu metode untuk menjelaskan sifat konsistensi tanah berbutir halus pada kadar air yang bervariasi. Bilamana kadar airnya tinggi, campuran tanah dan air akan menjadi sangat lembek seperti cairan. Atas dasar air yang dikandung tanah, tanah dapat dipisahkan ke dalam empat keadaan dasar yaitu : padat, semi padat, plastis dan cair, seperti dalam gambar 3.2.

Kadar air dinyatakan dalam persen, dimana terjadi transisi dari keadaan padat ke keadaan semi padat didefinisikan sebagai batas susut (*shrinkage limit*). Kadar air dimana transisi dari keadaan semi padat ke dalam plastis dinamakan batas plastis (*plastic limit*) dan dari keadaan plastis ke keadaan cair dinamakan batas cair (*liquid limit*).



Gambar 3.2 Batas-batas Atterberg (Braja M. Das, 1988)

**Batas cair tanah ;**

Batas cair tanah atau *liquid limit* adalah kadar air pada kondisi dimana tanah mulai berubah dari plastis menjadi cair atau sebaliknya yaitu batas antara

keadaan air dan keadaan plastis.

Batas plastis tanah ;

Batas plastis tanah atau *plastic limit* adalah kadar air pada kondisi dimana tanah mulai berubah dari kondisi semi padat menjadi kondisi plastis atau sebaliknya yaitu batas antara kondisi plastis dan kondisi semi padat. Kadar air ini ditentukan dengan menggiling tanah pada pelat kaca sehingga diameter dari batang tanah yang dibentuk mencapai 1/8 inchi (3,2 mm). Bilamana tanah mulai menjadi pecah saat diameternya mencapai 1/8 inchi, maka tanah itu berada dalam kondisi batas plastis.

Batas susut tanah ;

Suatu kondisi tanah akan mulai menyusut apabila air yang dikandungnya secara perlahan-lahan hilang di dalam tanah. Dengan hilangnya air secara terus menerus, tanah akan mencapai suatu tingkat keseimbangan dimana penambahan kehilangan air tidak akan menyebabkan perubahan volume.

Indeks plastisitas tanah ;

Indeks plastisitas tanah atau *plasticity index* adalah selisih antara batas cair dan batas plastis atau perbedaan antara batas cair dan batas plastis suatu tanah.

Indeks plastisitas didapat didasarkan rumus :

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots(3.4)$$

dengan PI = indeks plastisitas

LL = batas cair

PL = batas plastis

## 3.2 Penelitian Sifat Mekanik Tanah

### 3.2.1 Uji Proktor Standar

Pemadatan merupakan usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanik untuk menghasilkan pemampatan partikel. Beberapa keuntungan dari pekerjaan pemadatan tanah antara lain:

1. Berkurangnya penurunan permukaan tanah (*subsidence*), yaitu gerakan vertikal di dalam massa tanah akibat berkurangnya angka pori,
2. Bertambahnya kekuatan atau daya dukung tanah,
3. Berkurangnya penyusutan, yaitu berkurangnya volume akibat berkurangnya kadar air dari nilai patokan saat pengeringan.

Spesifikasi pengendalian untuk pemadatan tanah kohesif telah dikembangkan oleh R.R. Proctor pada tahun 1920. Proctor mendefinisikan empat variabel pemadatan tanah yaitu:

1. Usaha pemadatan (energi pemadatan),
2. Jenis tanah (gradasi, kohesif-non kohesif, ukuran partikel dan lainnya),
3. Kadar air,
4. Berat volume kering.

Usaha pemadatan dan energi pemadatan (*compaction effort and energy*) adalah tolok ukur energi mekanis yang dikerjakan terhadap suatu massa tanah. Di lapangan, usaha pemadatan ini dihubungkan dengan jumlah gilasan dari mesin gilas, jumlah jatuhan dari benda-benda yang dijatuhkan, energi dalam suatu ledakan dan hal-hal yang serupa untuk suatu volume tanah tertentu. Energi pemadatan jarang merupakan bagian

dari spesifikasi untuk pekerjaan tanah karena sangat sukar diukur. Energi pemadatan merupakan jumlah gilasan.

Pada pengujian di laboratorium, energi pemadatan didapatkan dari tumbukan. Pemadatan tumbukan dengan menjatuhkan palu dari ketinggian tertentu beberapa kali pada beberapa lapis tanah di dalam suatu cetakan (*mold*).

Hasil pemadatan dari beberapa sampel tanah akan diperoleh berat volume kering tanah ( $\gamma_d$ ) dan kadar air ( $w$ ) yang ditunjukkan dalam suatu kurva pemadatan yang menggambarkan kurva berdasarkan berat volume kering terhadap kadar air. Nilai puncak dari berat isi kering disebut kerapatan kering maksimum ( $\gamma_d$  maks). Kadar air pada kerapatan kering maksimum disebut kadar air optimum (*Optimum Moisture Content, OMC*).

Pada kadar air yang tinggi, efisiensi pemadatan akan turun dengan cepat, tetapi tidak akan menghasilkan tanah yang jenuh karena gerakan partikel yang menerus dan pengembangan akibat tekanan air pori yang berlebihan.

### 3.2.2 Kekuatan Geser

Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butiran-butiran tanah terhadap desakan atau tarikan (HC Hardiyatmo, 1992). Dengan dasar pengertian ini, kuat geser berhubungan erat dengan kondisi keruntuhan tanah.

Nilai kuat geser sukar ditentukan secara pasti (Bowles, 1993) karena sangat tergantung pada banyak faktor seperti:

- 
- a. Keadaan tanah (angka pori, ukuran dan bentuk butiran),
  - b. Jenis tanah (kerikil, pasir, dan komposisinya),
  - c. Kadar air, yang dapat bervariasi setiap saat,
  - d. Anisotropis, sifat tanah yang tidak sama arah lateral dan vertikal.

Mengingat kondisi tersebut, di laboratorium telah dikembangkan beberapa macam pengujian untuk mengetahui kekuatan geser tanah, antara lain:

- a. Uji kuat geser *Unconsolidated Undrained* (UU)

Kuat geser tanah lempung hasil pengujian UU digunakan pada kasus dengan kondisi pembebanan terjadi begitu cepat, sehingga belum terjadi konsolidasi atau drainasi pada lapisan tanahnya. Kondisi ini dijumpai pada akhir pelaksanaan bendungan urugan, pondasi untuk tanah timbunan dan tiang pancang pada tanah lempung terkonsolidasi normal.

- b. Uji kuat geser *Consolidated Drained* (CD)

Kuat geser CD dapat digunakan pada perencanaan stabilitas bendungan urugan yang mengalami rembesan secara tetap dalam jangka panjang. Penggunaan yang lain untuk perencanaan stabilitas jangka panjang dari tanah atau lereng.

- c. Uji kuat geser *Consolidated Undrained* (CU)

Kuat geser CU digunakan dalam perencanaan stabilitas tanah dimana tanah mula-mula telah terkonsolidasi penuh dan telah dalam kedudukan seimbang dengan tegangan yang ada, namun karena alasan tertentu tambahan tegangan diterapkan dengan cepat tanpa adanya drainasi air pori dari tanahnya. Contoh keadaan ini adalah kondisi turunnya permukaan air secara cepat pada bendungan, lereng waduk atau saluran air.

---

Dalam penelitian ini dipakai salah satu yaitu uji kuat geser *Unconsolidated*

---

*Undrained* (UU).

### 3.2.3 Uji CBR

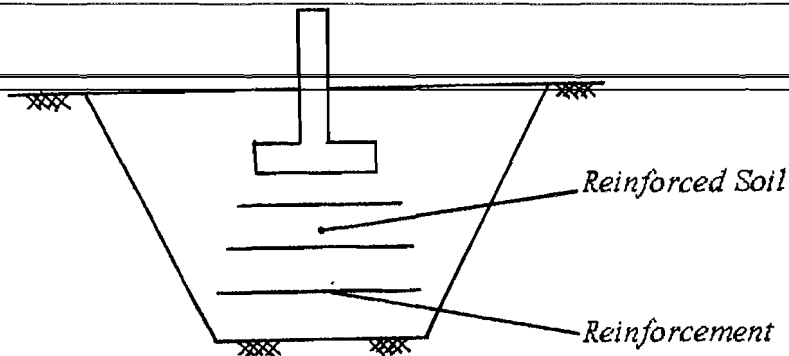
Alat pengujian untuk menentukan besarnya nilai CBR berupa alat yang mempunyai piston dengan luas 3 inchi. Piston digerakkan dengan kecepatan 0,05 inchi per menit, vertikal ke bawah. *Proving ring* digunakan untuk mengukur beban yang dibutuhkan pada penetrasi tertentu yang diukur dengan arloji pengukur (*dial*).

Dari hasil pengujian dibuat grafik hubungan antara beban dan penetrasi. Nilai CBR dari nilai perbandingan beban benda uji yang dibuat dengan nilai CBR standar, dinyatakan dalam persen. Besarnya beban standar untuk penetrasi 0,1" sebesar 3000 lbs, penetrasi 0,2" sebesar 4500 lbs, dan penetrasi 0,3" sebesar 5700 lbs. Nilai CBR diambil nilai terbesar pada masing-masing penetrasi (penetrasi 0,1", 0,2" dan 0,3").

### 3.3 Perkuatan Tanah Dasar Pondasi

Untuk meningkatkan daya dukung tanah pada stabilisasi tanah lempung di coba dengan menggunakan geotekstil sebagai alternatif perkuatan tanah bawah telapak pondasi. Penguatan lapisan tanah dasar pondasi ini dilakukan dengan cara pengerukan tanah dasar pondasi lalu dipadatkan dan kemudian diberi lapisan-lapisan geotekstil kemudian diuruk lagi dengan tanah lempung dan dipadatkan, ini dibuat dengan beberapa lapis agar mendapatkan kekuatan yang besar.



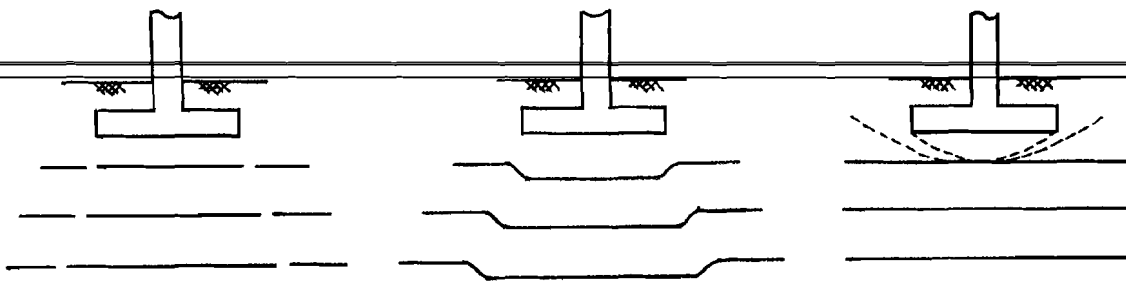


Gambar 3.3 Pemadatan tanah dasar pondasi (Colin JFP Jones, 1985)

Dengan mengharapkan hasil yang memuaskan kita harus mengingal dan mempelajari cara pemakaian dalam menggunakan geotekstil di dalam penguatan lapisan tanah. Bila terjadi kesalahan dalam pekerjaan maka akan menyebabkan kegagalan, oleh karena itu harus dilakukan dengan benar dan teliti supaya tidak terjadi kegagalan.

Bentuk kegagalan yang harus betul-betul di perhatikan adalah :

- a. Penguatan tegangan tarik pada geotekstil gagal yang mengakibatkan putus akibat gaya tekan struktur pondasi.
- b. Kegagalan penguatan tarik geotekstil dan pemadatan sehingga terjadi lendutan akibat gaya tekan struktur pondasi.
- c. Kegagalan tanah atas pada lapisan tanah lempung akibat gaya tekan struktur pondasi.



a) Kegagalan tegangan tarik geotekstil. b) Kegagalan lendutan. c) Kegagalan geser.

Gambar 3.4 Jenis kegagalan ( Colin JFP Jones, 1985 )

Menetapkan pada tegangan besar dan pada tegangan normal dengan bentuk dimensi yaitu :

$$\delta_v(q, z) = J\left(\frac{z}{b}\right)qb \quad \dots\dots\dots(3.5)$$

dimana

$$J\left(\frac{z}{b}\right) = \int_0^z \frac{\delta}{qb} dx \quad \dots\dots\dots(3.6)$$

$$S(q, z) = l\left(\frac{z}{b}\right)q \cdot \Delta H \quad \dots\dots\dots(3.7)$$

dimana

$$l\left(\frac{z}{b}\right) = \frac{\delta_{max}\left(\frac{z}{b}\right)}{q} \quad \dots\dots\dots(3.8)$$

dan

$$T(z, n) = \frac{1}{n} \left[ J\left(\frac{z}{b}\right)b - l\left(\frac{z}{b}\right)\Delta H \right] q_0 \left( \frac{q}{q_0} - 1 \right) \quad \dots\dots\dots(3.9)$$

Ini berlaku bila keadaan normal dan tegangan besar.

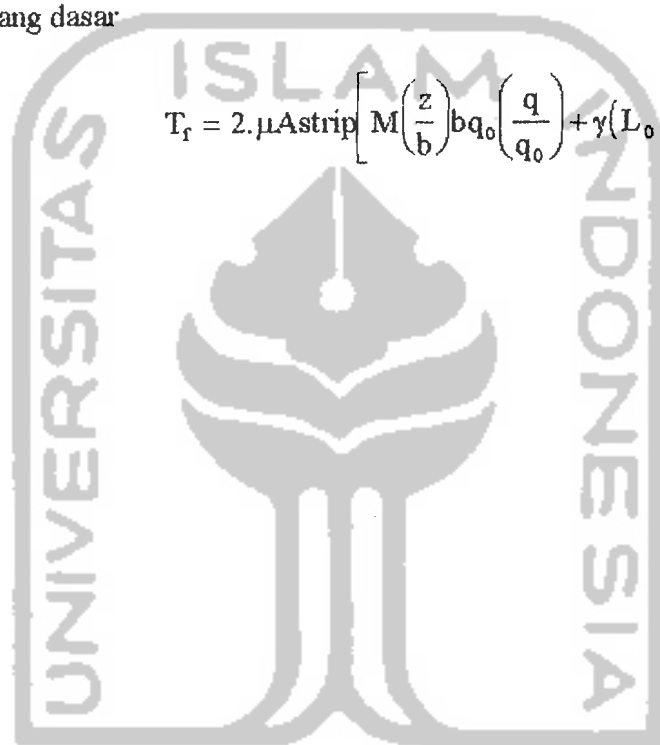
Tegangan normal :

$$\sigma_n = \sigma_v(q, z) + A \times \gamma \times (l_0 - x_0) \times (z + D) \dots \dots \dots (3.10)$$

Pada koefisien gesekan diantara tanah dan elemen penguatan (geotekstil) ditetapkan dengan  $\mu$ . Kekuatan geser berlawanan dengan  $T_f$  per unit panjang pada telapak z dalam masa atau kapasitas rasio akibat pada :

Penguatan bidang dasar

$$T_f = 2 \cdot \mu A_{strip} \left[ M \left( \frac{z}{b} \right) b q_0 \left( \frac{q}{q_0} \right) + \gamma (L_0 - x_0) (z + D) \right] \dots \dots \dots (3.11)$$



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA