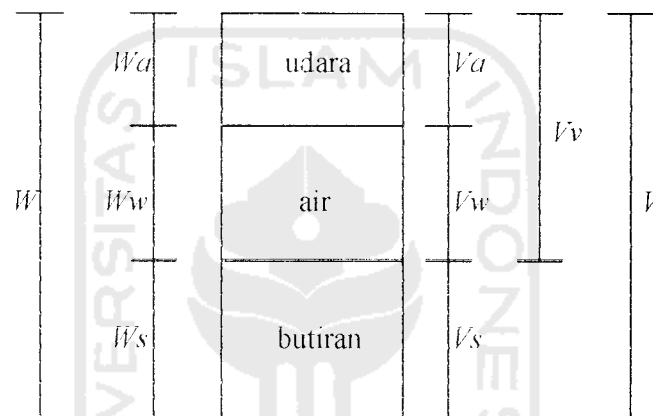


BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Penelitian Sifat Fisik Tanah



Gambar 3.1 Diagram Fase Tanah (HC Hardiyatmo, 1992)

Pada segumpal tanah dapat terdiri dari dua atau tiga bagian. Dalam tanah yang kering, hanya akan terdapat dua bagian, yaitu butir-butir tanah dan pori-pori udara. Dalam tanah yang jenuh juga terdapat dua bagian yaitu bagian padat atau butiran dan air pori. Dalam keadaan tidak jenuh, tanah terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian padat atau butiran, pori-pori udara dan air pori. Bagian-bagian tersebut dapat kita gambarkan dalam bentuk diagram fase, seperti gambar 3.1. Dari gambar tersebut dapat dibentuk persamaan berikut:

$$W = W_s + W_w \quad \text{dan}$$

$$V = V_s + V_w + V_a$$

$$V_w = W_w + V_a$$

dengan:

W_s = berat butiran padat

W_w = berat air

V_s = volume butiran padat

V_w = volume air

V_a = volume udara

Berat udara (W_a) dianggap sama dengan nol.

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 (γ) adalah berat tanah per satuan volume, dengan rumus

dasar:
$$\gamma = \frac{W_w + W_s}{V} \dots \dots \dots (3.2)$$

dengan: γ = berat volume

V = volume total

c. Berat Jenis (*Specific Gravity, G_s*)

Berat jenis adalah perbandingan antara volume butiran tanah dengan

volume air.
$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{W_w}{V_s \gamma_w} \dots \dots \dots (3.3)$$

dengan: γ_s = berat volume tanah

γ_w = berat volume air

V_s = volume tanah

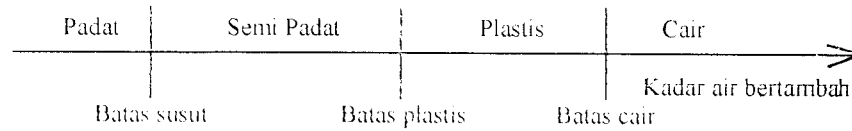
Berat jenis tidak mempunyai satuan.

d. Batas 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 berbutir halus pada kadar air yang bervariasi. Bilamana kadar airnya tinggi, campuran tanah dan air 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)

1. Batas Cair/*Liquid Limit* (LL)

Batas cair didefinisikan sebagai kadar air pada kondisi dimana tanah mulai berubah dari plastis menjadi cair atau sebaliknya yaitu batas antara keadaan cair dan keadaan plastis.

2. Batas Plastis/*Plastic Limit* (PL)

Batas plastis didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak-retak ketika digulung.

3. Batas Susut/*Shrinkage Limit* (SL)

Batas susut didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat, yaitu persentase kadar air dimana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanah. Batas susut dinyatakan dalam persamaan:

$$SL = \frac{(m_1 - m_2)}{m_2} - \frac{(V_1 - V_2) \gamma_w}{m_2} \times 100\% \dots \dots \dots (3.4)$$

dengan:

m_1 = berat tanah basah dalam cawan percobaan (gr)

m_2 = berat tanah kering oven (gr)

V_1 = volume tanah basah dalam cawan (cm^3)

V_2 = volume tanah kering oven (cm^3)

γ_w = berat jenis air

4. Indeks Plastisitas/*Plasticity Index* (PI)

Indeks plastisitas tanah adalah selisih antara batas cair dan batas plastis atau perbedaan antara batas cair dan batas plastis suatu tanah. Indeks plastisitas didapat berdasarkan rumus:

$$PI = LL - PL \dots \dots \dots (3.5)$$

dengan PI = indeks plastisitas

LL = batas cair

PL = batas plastis

3.2 Penelitian Sifat Mekanik Tanah

3.2.1 Uji Proktor Standar

Pemadatan adalah suatu usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanik untuk menghasilkan pemampatan partikel. Proktor (1933) telah mengamati bahwa ada hubungan yang pasti antara kadar air dan berat volume kering supaya tanah padat. Selanjutnya terdapat satu nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai nilai berat volume kering maksimumnya.

Derajat kepadatan tanah diukur dari berat volume keringnya. Hubungan berat volume kering (γ_d) dengan berat volume basah (γ_b) dan kadar airnya (w), dinyatakan:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + w} \dots\dots\dots(3.6)$$

Dalam pengujian pemadatan, percobaan diulang paling sedikit 5 kali dengan kadar air tiap percobaan divariasikan. Selanjutnya, digambarkan sebuah grafik hubungan kadar air dan berat volume keringnya.

Kurva yang dihasilkan dari pengujian memperlihatkan nilai kadar air yang terbaik untuk mencapai berat volume kering terbesar atau kepadatan maksimum. Kadar air pada keadaan ini disebut kadar air optimum (*Optimum Moisture Content, OMC*). Pada nilai kadar air yang rendah, untuk kebanyakan tanah, tanah cenderung bersifat kaku dan sulit dipadatkan. Setelah kadar air ditambah, tanah menjadi lebih lunak. Pada kadar air yang tinggi, berat volume kering berkurang. Bila seluruh udara didalam tanah dapat dipaksa keluar pada waktu pemadatan, tanah akan berada dalam kedudukan jenuh dan nilai berat volume kering akan menjadi maksimum.

3.2.2 Uji Konsolidasi

Konsolidasi adalah proses berkurangnya volume atau berkurangnya rongga pori dari tanah jenuh yang berpermeabilitas rendah akibat pembebanan, dimana prosesnya dipengaruhi oleh kecepatan terperasnya air pori keluar dari rongga tanahnya. Pengujian konsolidasi biasanya dilakukan di laboratorium

dengan alat *konsolidometer*. Contoh tanah yang mewakili elemen tanah yang mudah mampat pada lapisan tanah yang diselidiki, dimasukkan ke dalam cincin besi. Bagian atas dan bawah benda uji dibatasi oleh batu tembus air (*porous stone*). Beban diterapkan pada benda uji tersebut, dan penurunan diukur dengan arloji pembacaan (*dial gauge*).

Untuk tiap penambahan beban selama pengujian, tegangan yang terjadi adalah tegangan efektif. Bila berat jenis tanah (*specific gravity*), dimensi awal dan penurunan pada tiap pembebanan dicatat, maka nilai angka pori (*e*) dapat diperoleh. Selanjutnya hubungan tegangan efektif dan angka pori (*e*) diplot pada grafik semi logaritmis.

3.2.3 Uji Tekan Bebas

Kuat tekan bebas adalah besarnya tekanan aksial (kg/cm^2) yang diperlukan untuk menekan suatu silinder tanah sampai pecah atau besarnya tekanan yang memberikan pemendekan tanah hingga 20%, apabila tanah sampai 20% tidak pecah. Pengujian ini digunakan untuk menentukan besarnya sudut geser tanah (ϕ) dan kohesi tanah serta kuat tekan tanah. Benda uji berbentuk silinder dengan tinggi antara 2 sampai dengan 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 triaksial dengan cara terkonsolidasi dan atau tanpa terkonsolidasi.

Nilai kuat tekan bebas (q_u) untuk beberapa jenis tanah lempung dapat dilihat pada tabel 3.1, berikut:

Tabel 3.1 Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) untuk jenis-jenis tanah lempung

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

Sumber: Hardiyatmo (1992)

3.3 Hipotesa

Seperti yang diuraikan dari karakteristik, mineralogi, dan kembang-susut tanah lempung, dugaan penyusun adalah sebagai berikut:

1. Kepadatan tanah lempung yang sama dengan kadar air yang berbeda, akan terjadi pengembangan (*swelling*) yang berbeda pula apabila masing-masing tanah lempung tersebut dipengaruhi oleh air dalam jumlah yang sama. Pada tanah lempung yang kadar airnya lebih sedikit akan mengalami pengembangan (*swelling*) yang lebih besar daripada tanah lempung yang kadar airnya lebih banyak.
2. Tarikan antara partikel-partikel lempung atau kohesi, nilai sudut gesek dalam, dan nilai kuat tekan dari kepadatan tanah lempung yang kadar airnya lebih sedikit, sama besar nilainya dengan kepadatan tanah lempung yang kadar airnya lebih banyak.