

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Tanah

Pada mulanya bumi berupa bola magma cair yang sangat panas, karena pendinginan permukaannya membeku maka terjadi batu beku. Oleh proses fisika (panas-dingin, membeku-mencairnya air), batu hancur menjadi butir-butir tanah tetapi sifatnya tetap seperti batu (krikil, pasir, lanau). Oleh proses kimia (hidrasi, oksidasi), batu menjadi lapuk sehingga terjadi tanah dengan sifat fisik berubah dari aslinya (H.Daruslan, 1994).

Jenis tanah berdasarkan campuran butir.

1. Tanah butir kasar yaitu tanah yang sebagian besar butir-butirnya berupa krikil dan pasir.
2. Tanah butir halus yaitu tanah yang sebagian besar butir-butirnya berupa lanau dan atau lempung (0,075mm).
3. Tanah organik yaitu tanah yang mengandung cukup banyak bahan organik.

Tanah gambut termasuk tanah organik yang mengandung banyak bahan organik yang berasal dari tumbuhan yang akumulasi bahan organik lebih cepat dari destruksinya dan mengandung produk pelapukan batuan yang menjadi tanah akibat proses fisika dan kimia, terbentuklah tanah yang mengandung bahan organik yang disebut tanah organik.

Menurut Macfarlane dan Radforth (1965, 1969), tanah gambut dapat digolongkan kedalam dua kelompok besar :

1. *Fibrous Peat* (gambut berserat).
2. *Amorphous Granular Peat*.

*Amorphous Granular Peat* memiliki partikel tanah yang sebagian besar berukuran *colloid* ( $< 2\mu\text{m}$ ) dan sebagian besar air porinya terserap keseluruhan permukaan butiran, oleh sebab itu *amorphous granular peat* memiliki perilaku yang menyerupai lempung. Jika mengandung serat kurang dari 20% maka termasuk *amorphous granular peat*, sedangkan tanah gambut yang mengandung serat lebih dari 20% termasuk *fibrous peat*. *Fibrous peat* pada dasarnya mempunyai struktur tanah yang memiliki banyak rongga dimana rongga tersebut ditempati oleh serat-serat halus. Hubungan antara kadar organik dan kadar air pada tanah gambut adalah jika kadar organik rendah maka kadar air rendah, kadar air akan naik jika kadar organiknya naik. Keadaan ini menunjukkan bahwa material anorganik mengandung air lebih sedikit dibandingkan material *organic*.

### 3.3 Belerang

Belerang adalah salah satu unsur yang terdapat di alam, baik dalam bentuk bebas maupun dalam bentuk senyawaan. Banyaknya belerang yang berada dalam kerak bumi kira-kira 0,1 persen bobot, termasuk didalamnya *selenium* dan *tellurium* yang merupakan keluarga belerang. *Selenium* unsur yang sering ditemukan dengan belerang. Bila belerang terdapat sebagai unsur, biasanya tercampur pada batu atau tanah, lalu dipisahkan dengan pemanasan sampai belerang meleleh dan mengalir keluar.

1. Sifat fisik belerang seperti tertera pada tabel 3.1 di bawah ini.

**Tabel 3.1 Sifat Fisik Belerang (Charles W. Keenan, Donald C Klenfelter, Jesse H. Wood, Knoxville,1979).**

Penampilan pada suhu kamar	Kuning, getas, padat
Rumus molekul biasa	S <sub>8</sub>
Titik leleh, °C	115,2
Titik didih, °C	444,6
Energi pengionan, Ev/atom dan kJ/mol	10,4
Jari-jari kovalen, A	1,02
Jari-jari ion (E <sup>-2</sup> ), A	1,82

2. Sifat kimia

Suatu sifat khas yang jelas pada unsur-unsur grup VI<sub>A</sub> adalah bahwa atom-atomnya hanya memerlukan dua elektron lagi untuk mencapai konfigurasi S<sup>2</sup>P<sup>6</sup> dari gas mulia, oleh karena itu unsure-unsur tersebut sering bereaksi sebagai zat pengoksid dengan mencapai keadaan oksidasi pada -2. Oksigen adalah zat pengoksid yang paling kuat, dan *tellurium* yang paling lemah. *Sulfur*, *selenium*, dan *telurium* dapat dioksidasikan oleh zat-zat pengoksid kuat seperti oksigen atau beberapa *halogen*. Terhadap logam, belerang bertindak sebagai penerima elektron, terhadap nonlogam sebaliknya.

Dengan sifat-sifat belerang yang telah disebutkan diatas maka diharapkan dengan penambahan belerang pada tanah gambut akan mengikat unsur-unsur O dan H, sehingga pemadatan dapat mencapai maksimal. Hal ini disebabkan oleh terisinya

rongga pori oleh belerang yang telah mengikat unsur O dan H dibantu air sebagai katalisator. Pada penelitian digunakan belerang yang berasal dari gunung Bromo dari pemanasan batu yang mengandung belerang ( $H_2S$ ) atau *brimstone* menghasilkan belerang dioksida ( $SO_2$ ), yang hasil akhirnya berupa belerang murni, sedangkan belerang sendiri merupakan atom pusat (mengikat atom unsur lain) dalam kebanyakan struktur, mudah menempatkan sampai 6 atom di sekelilingnya (misalnya  $SO_3$ ,  $SO_4^{2-}$ ). Juga dapat membentuk molekul sampai enam atom S berturut-turut, misalnya  $H_2S_n$ ,  $H_2S_nO_6$  (Ralp H. Petrucci, 1985), sedangkan tanah gambut sendiri banyak mengandung unsur O dan H.

### 3.4 Parameter Tanah

#### 3.4.1 Berdasarkan Sifat Fisik dan Mekanik

1. Sudut gesek dalam ( $\phi$ ), yaitu gesekan antara butiran tanah.

$$\phi = 2 \cdot (\alpha - 45)^\circ \dots\dots\dots (3.1)$$

$\alpha$  = sudut runtuh

$\phi$  = sudut geser dalam

2. Kohesi ( $c$ ), yaitu lekatan antara butiran tanah.

Kombinasi antara sudut gesek dalam dan kohesi terlihat pada hukum Coulomb

$$c = \frac{qu}{2xtg\alpha} \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan :

$c$  = kohesi tanah.

$qu$  = kuat tekan bebas tanah.

$\alpha$  = sudut runtuh tanah.

Kuat tekan bebas tanah.

$$q_u = P_{maks}/A \dots\dots\dots(3.3)$$

$q_u$  = kuat tekan bebas tanah ultimit

$P_{maks}$  = beban maksimal tanah

$A$  = luas penampang tanah

Dengan perubahan karakteristik tanah baik yang bersifat fisik maupun mekanik diharapkan dapat meningkatkan daya dukung tanah.

Berikut ini beberapa tabel karakteristik tanah secara umum yang diambil dari buku Mekanika Tanah :

**Tabel 3.2 Derajat kejenuhan dan keadaan tanah**

(Hary Christady Hardiyatmo,1992).

<b>Keadaan tanah</b>	<b>Derajat kejenuhan</b>
Tanah kering	0
Tanah agak lembab	> 0 – 0,25
Tanah lembab	0,26 – 0,50
Tanah sangat lembab	0,51 – 0,75
Tanah basah	0,76 – 0,99
Tanah jenuh	1,0

**Tabel 3.3 Berat jenis tanah (Hary Christady Hardiyatmo,1992)**

<b>Jenis tanah</b>	<b>Berat jenis (Gs)</b>
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68

Tabel 3.3 Lanjutan

Lanau anorganik	2,62 – 2,68
Lempung anorganik	2,68 – 2,75
Lempung organik	2,58 – 2,65
Humus	1,37
Gambut	1,25 – 1,80

Nilai-nilai porositas, angka pori dan berat volume pada keadaan asli di lapangan dari berbagai jenis tanah, diberikan oleh Terzaghi (1947)

Tabel 3.4 Nilai  $n$ ,  $e$ ,  $w$ ,  $\gamma_b$ ,  $\gamma_k$ , untuk tanah asli di lapangan

Macam tanah	$n$ (%)	$e$	$w$ (%)	$\gamma_k$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_b$ (g/cm <sup>3</sup> )
Pasir seragam, tak padat	46	0,85	32	1,43	1,89
Pasir seragam, padat	24	0,51	19	1,75	2,09
Pasir butir campuran, tak padat	40	0,67	25	1,59	1,99
Pasir berbutir campuran padat	30	0,43	16	1,86	2,16
Lempung lunak sedikit organik	66	1,90	70	-	1,58
Lempung lunak sangat organik	75	3,00	110	-	1,43

### 3.4.2 Batas Konsisten Tanah

1. Batas cair (*Liquid limit* =  $W_l$ ), adalah kadar air untuk nilai-nilai di atasnya, tanah akan berperilaku sebagai cairan kental. Secara kasar dapat didefinisikan kadar air dimana 25 kali pukulan oleh alat batas cair akan menutup celah yang dibuat pada lempengan sepanjang 12,7 cm.

2. Batas plastis (*Plastic Limit* = PL), adalah kadar air untuk nilai-nilai dibawahnya, tanah tidak berlaku sebagai bahan plastis. Tanah akan bersifat sebagai bahan plastis pada kadar air yang berkisar antara batas cair dan batas plastis, harga ini disebut indek plastisitas, dan dapat dihitung sebagai berikut :

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

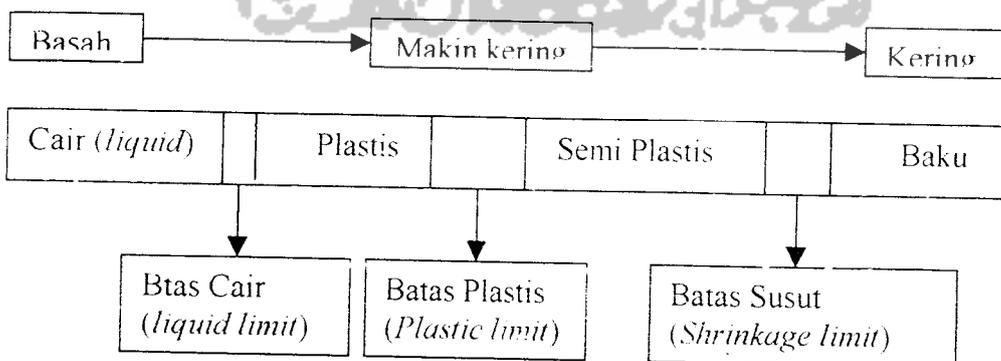
Keterangan :

$I_p$  = Indek plastisitas

PL = Batas plastis

LL = Batas cair

3. Batas susut (*shrinkage limit* =  $W_s$ ), kadar air yang didefinisikan pada derajat kejenuhan 100%, untuk nilai dibawahnya tidak akan terjadi perubahan volume tanah apabila dikeringkan terus.
4. Batas lengket (*Sticky limit*), adalah keadaan air pada keadaan tanah kehilangan sifat adhesinya dan tidak dapat lengket lagi pada benda lain.
5. Batas kohesi (*Cohesion limit*), adalah kadar air pada keadaan butira tanah tidak dapat melekat lagi.



**Gambar 3.1 Batas Konsistensi Tanah (Suyono Sosrodarsono dan Kazuto Nakawa, 1988)**

### 3.5 Kuat Geser

Kuat geser tanah yaitu kemampuan tanah menahan tegangan geser dalam yang timbul dalam tanah, perlawanan geser tanah terdiri atas :

1. Kohesi tanah yang tergantung pada jenis tanah dan kepadatan, tetapi tidak tergantung dari tegangan vertikal yang terjadi pada bidang geser,
2. gesekan antara butiran tanah yang besarnya berbanding lurus dengan tegangan vertikal pada bidang geser.

Menurut Mohr (1910), Keruntuhan suatu beban dapat terjadi akibat kombinasi antara tegangan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser. Fungsi tegangan geser dapat dinyatakan terhadap tegangan normal pada bidang runtuh dalam persamaan berikut (Coulomb, 1776) :

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \dots\dots\dots(3.5)$$

keterangan :

c = kohesi tanah

$\phi$  = sudut gesek dalam

$\sigma$  = tegangan normal pada bidang runtuh

$\tau$  = tegangan geser tanah

Tegangan efektif yang terjadi di dalam tanah sangat dipengaruhi oleh tegangan air pori. Terzaghi (1925) memberikan koreksi rumus *Coulomb* dalam bentuk tegangan efektif sebagai berikut :

$$\tau = c' + (\sigma - u) \tan \phi \dots\dots\dots(3.6)$$

keterangan :

$c'$  = kohesi tanah efektif

$\sigma'$  = tegangan efektif

$u$  = tegangan air pori

$\phi$  = sudut gesek dalam

$\tau$  = tegangan geser tanah

### 3.6 Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah yaitu kemampuan tanah memikul tekanan atau tekanan maksimum yang diijinkan bekerja pada tanah dasar pondasi. Daya dukung ultimit kemampuan pada batas runtuh. Daya dukung tanah yang diijinkan yaitu daya dukung tanah yang telah diamankan dengan angka keamanan (H.Daruslan,1993). Untuk menghitung daya dukung tanah diperlukan nilai kuat geser tanah. Keruntuhan geser tanah (*shear failure*) di dalam tanah adalah akibat gerak relatif antara butiran tanah, bukan karena butirannya yang hancur.

Parameter yang digunakan jika dipakai bentuk alas pondasi bujur sangkar :

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma_{ult}}{SF} \dots\dots\dots(3.7)$$

$$\sigma_{ult} = 1,3.c.N_c + q.N_q + 0,4.\gamma.B.N_\gamma \dots\dots\dots(3.8)$$

$$q = Df.\gamma \dots\dots\dots(3.9)$$

keterangan :

$\sigma$  = tegangan normal

$\sigma_{ult}$  = tegangan ultimit

SF = angka keamanan

$c$  = kohesi tanah

$N_c$  = koefisien daya dukung tanah

$q$  = tegangan efektif tanah dari muka tanah sampai alas pondasi

$N_q$  = koefisien daya dukung tanah

$\gamma$  = berat volum tanah

$B$  = lebar pondasi

$N_\gamma$  = koefisien daya dukung tanah

$D_f$  = kedalaman pondasi.

### 3.7 Prosedur Pengujian

1. Pemeriksaan sifat fisik tanah gambut.
  - a. Pemeriksaan kadar air tanah yaitu untuk menentukan kadar air sampel tanah.
  - b. Pemeriksaan berat volume tanah yaitu untuk menentukan berat volume tanah, perbandingan antara berat tanah total dengan volume tanah total.
  - c. Pemeriksaan berat jenis tanah untuk menentukan berat jenis sampel yaitu perbandingan berat butir padat tanah dengan berat air destilasi diudara pada volume yang sama dengan temperature 27,5 °C.
  - d. Pemeriksaan batas cair tanah untuk menentukan batas cair tanah yaitu kadar air pada keadaan tanah antara cair dan keadaan plastis.
  - e. Pemeriksaan batas plastis untuk menentukan batas plastis tanah yaitu kadar air minimum bagi tanah tersebut dalam keadaan plastis.
  - f. Uji kepadatan tanah untuk menentukan hubungan kadar air dengan kepadatan tanah dengan alat pemadat tertentu.
  - g. Uji Triaksial UU untuk menentukan sudut geser tanah dan kohesi tanah.
2. Uji tekan bebas untuk menentukan nilai sudut gesek dalam ( $\phi$ ), kohesi tanah ( $c$ ), dan nilai kuat tekan bebas ( $q_u$ ).

### 3.8 Hipotesis

Penggunaan belerang sebagai bahan aditif tanah gambut dapat memperbaiki karakteristik tanah gambut, sehingga dapat meningkatkan daya dukung tanah.

