

Bab 1 Pendahuluan

Ilmu Mekanika Tanah adalah ilmu yang dalam perkembangannya selanjutnya akan mendasari dalam analisis dan desain perencanaan suatu pondasi. Sehingga para siswa disini dituntut untuk dapat membedakan antara mekanika tanah dengan teknik pondasi.

Mekanika tanah adalah suatu cabang dari ilmu teknik yang mempelajari perilaku tanah dan sifatnya yang diakibatkan oleh tegangan dan regangan yang disebabkan oleh gaya-gaya yang bekerja. Sedangkan Teknik Pondasi merupakan aplikasi prinsip-prinsip Mekanika Tanah dan Geologi, yang digunakan dalam perencanaan dan pembangunan pondasi seperti gedung, jembatan, jalan, bendung dan lain-lain. Oleh karena itu perkiraan dan pendugaan terhadap kemungkinan adanya penyimpangan dilapangan dari kondisi ideal pada mekanika tanah sangat penting dalam perencanaan pondasi yang benar.

Agar suatu bangunan dapat berfungsi secara sempurna, maka seorang insinyur harus bisa membuat perkiraan dan pendugaan yang tepat tentang kondisi tanah dilapangan.

1. DEFINISI MEKANIKA TANAH

Sejarah terjadinya tanah, pada mulanya bumi berupa bola magma cair yang sangat panas. Karena pendinginan, permukaannya membeku maka terjadi batuan beku. Karena proses fisika (panas, dingin, membeku dan mencair) batuan tersebut hancur menjadi butiran-butiran tanah (sifat-sifatnya tetap seperti batu aslinya : pasir, kerikil, dan lanau.) Oleh proses kimia (hidrasi, oksidasi) batuan menjadi lapuk sehingga menjadi tanah dengan sifat berubah dari batu aslinya.

Disini dikenal *Transported Soil*: adalah tanah yang lokasinya pindah dari tempat terjadinya yang disebabkan oleh aliran air, angin, dan es dan *Residual Soil* adalah tanah yang tidak pindah dari tempat terjadinya.

Oleh proses alam, proses perubahan dapat bermacam-macam dan berulang. Batu menjadi tanah karena pelapukan dan penghancuran, dan tanah bisa menjadi batu karena proses pemadatan, sementasi. Batu bisa menjadi batu jenis lain karena panas, tekanan, dan larutan.

Batuan dibedakan :

- Batuan beku (granit, basalt).
- Batuan sedimen (gamping, batu pasir).
- Batuan metamorf (marmer).

Tanah terdiri atas butir-butir diantaranya berupa ruang pori. Ruang pori dapat terisi udara dan atau air. Tanah juga dapat mengandung bahan-bahan organik sisa atau pelapukan tumbuhan atau hewan. Tanah semacam ini disebut *tanah organik*.

a. Perbedaan Batu dan Tanah

Batu merupakan kumpulan butir butirm mineral alam yang saling terikat erat dan kuat. Sehingga sukar untuk dilepaskan. Sedangkan tanah merupakan kumpulan butir butir mineral alam yang tidak melekat atau melekat tidak erat, sehingga sangat mudah untuk dipisahkan. Sedangkan Cadas adalah merupakan peralihan antara batu dan tanah.

b. Jenis-Jenis Tanah

Fraksi-fraksi tanah (Jenis tanah berdasarkan ukuran butir)

- (1). kerikil (*gravel*) > 2.00 mm
- (2). pasir (*sand*) 2.00 – 0.06 mm
- (3). lanau (*silt*) 0.06 – 0.002 mm
- (4). lempung (*clay*) < 0.002 mm

Pengelompokan jenis tanah dalam praktek berdasarkan campuran butir

- (1). Tanah berbutir kasar adalah tanah yang sebagian besar butir-butir tanahnya berupa pasir dan kerikil.
- (2). Tanah berbutir halus adalah tanah yang sebagian besar butir-butir tanahnya berupa lempung dan lanau.
- (3). Tanah organik adalah tanah yang cukup banyak mengandung bahan-bahan organik.

Pengelompokan tanah berdasarkan sifat lekatannya

- (1). Tanah Kohesif : adalah tanah yang mempunyai sifat lekatan antara butir-butirnya. (tanah lempungan = mengandung lempung cukup banyak).
- (2). Tanah Non Kohesif : adalah tanah yang tidak mempunyai atau sedikit sekali lekatan antara butir-butirnya. (hampir tidak mengandung lempung misal pasir).
- (3). Tanah Organik : adalah tanah yang sifatnya sangat dipengaruhi oleh bahan-bahan organik. (sifat tidak baik).

(1). Berat volume tanah kering

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} = \frac{Gs \gamma_w (1 - n)}{1} = Gs \gamma_w (1 - n)$$

(2). Berat Voume tanah basah

$$\begin{aligned} \gamma &= \frac{W}{V} = \frac{W_s + W_w}{V} = \frac{Gs \gamma_w (1 - n) + w Gs \gamma_w (1 - n)}{1} \\ &= Gs \gamma_w (1 - n) (1 + w) \end{aligned}$$

(3). Berat volume jenuh air

$$\begin{aligned} \gamma_{sat} &= \frac{W_s + W_w}{V} = \frac{Gs \gamma_w (1 - n) + n \gamma_w}{1} \\ &= ((1 - n) Gs + n) \gamma_w \end{aligned}$$

(4). Kadar air

$$w = \frac{W_w}{W_s}$$

(5). Kadar air jenuh

$$w = \frac{W_w}{W_s} = \frac{n \gamma_w}{(1 - n) \gamma_w Gs} = \frac{n}{(1 - n) Gs}$$

Contoh soal:

1. Suatu percobaan Lab. terhadap suatu contoh tanah asli seberat 1.74 Kg dan mempunyai isi 0.001 m³. Berat jenis butir 2.6, kerapatan kering tanah 1500 Kg/m³. Ditanyakan :
 - a. Kadar air.
 - b. Angka pori dan porositas.
 - c. Kerapatan jenuh dan terendam.
 - d. Derajat kejenuhan.

Jawab:

a. Kadar air

$$W_s = \gamma_s V = 1500 \times 0.001 = 1.5 \text{ Kg}$$

$$W_w = 1.74 - 1.5 = 0.24 \text{ Kg}$$

$$w = \frac{W_w}{W_s} = \frac{0.24}{1.5} = 0.16 = 16\%$$

b. Porositas

$$V_s = \frac{W_s}{Gs \gamma_w} = \frac{1.5}{2.6 \times 1000} = 0.00058 \text{ m}^3$$

$$V_v = V - V_s = 0.001 - 0.00058 = 0.00042 \text{ m}^3$$

$$\text{Angka pori} = e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{0.00042}{0.00058} = 0.72$$

$$\text{Porositas} = n = \frac{V_v}{V_s} = \frac{0.00042}{0.001} = 0.42$$

c. Kerapatan jenuh & terendam

$$\gamma_{sat} = \frac{W_s + W_w}{V} = \frac{1.5 + 0.24}{0.001} = 1920 \text{ Kg/m}^3$$

atau

$$\gamma_{sat} = \frac{(G_s + e)\gamma_w}{1 + e} = \frac{(2.6 + 0.72) 1000}{1 + 0.72}$$

$$\gamma = \gamma_{sat} - \gamma_w = 1920 - 1000 = 920 \text{ Kg/m}^3$$

d. $V_w = \frac{W_w}{\gamma_w} = \frac{0.24}{1000} = 0.00024 \text{ m}^3$

$$S = \frac{V_w}{V_v} = \frac{0.00024}{0.00042} = 0.571 = 57.1\%$$

2. Suatu tanah jenuh air mempunyai berat volume kering sebesar 16.2 KN/M^3 , kadar airnya 20%. Tentukan berat jenis spesifik (G_s), angka porinya (e), berat volume jenuh (γ_{sat}),

Jawab:

Berat jenis spesifik

$$\gamma_d = \frac{G_s \gamma_w}{1 + e} \Rightarrow \text{untuk tanah jenuh } S = 1 \text{ maka } \begin{matrix} Se = wG_s \\ e = wG_s \end{matrix}$$

$$\gamma_d = \frac{G_s \gamma_w}{1 + wG_s} =$$

$$16.2 = \frac{G_s(9.81)}{1 + 0.2(G_s)} \Rightarrow G_s = 2.465$$

Angka pori

$$Se = wG_s$$

$$1e = wG_s$$

$$e = 0.2 \times 2.465$$

$$e = 0.49$$

Berat volume jenuh

$$\gamma_{sat} = \frac{(G_s + e)\gamma_w}{1 + e} = \frac{(2.465 + 0.49)9.81}{1 + 0.49} = 19.45 \text{ KN/M}^3$$

3. Suatu contoh tanah seberat 30.6 kg mempunyai isi 0.0183 m³. Bila dikeringkan dalam tungku sehingga beratnya menjadi 27.2 kg dan berat jenis butirnya (G_s) diketahui 2.65 tentukan:

- Kerapatan tanahnya (berat volume basah).
- Kerapatan butirnya (berat volume kering).
- Kadar air.
- Angka pori.
- Porositas.
- Derajat kejenuhan.

Jawab:

- a. Kerapatan tanah

$$\gamma = \frac{W}{V} = \frac{30.6}{0.0183} = 1672 \text{ kg/m}^3$$

- b. Kerapatan butir

$$\gamma_D = \frac{W_s}{V} = \frac{27.2}{0.0183} = 1486 \text{ kg/m}^3$$

- c. Kadar air

$$w = \frac{W_w}{W_s} = \frac{30.6 - 27.2}{27.2} = 0.125 \text{ atau } 12.5\%$$

- d. Angka pori

$$e = \frac{V_v}{V_s} \Rightarrow V_v = V - V_s \Rightarrow V_s = \frac{W_s}{G_s \gamma_s} = \frac{27.2}{2.65 \times 1000} = 0.0103$$

$$V_v = 0.0183 - 0.0103 = 0.008 \text{ m}^3$$

$$e = \frac{0.008}{0.0103} = 0.77$$

- e. Porositas

$$n = \frac{V_v}{V} = \frac{0.008}{0.0183} = 0.437$$

- f. Derajat kejenuhan

$$S = \frac{V_w}{V} \Rightarrow V_w = \frac{V_w}{\gamma_w} = \frac{30.6 - 27.2}{1000}$$

$$S = \frac{0.0034}{0.008} = 0.425$$

4. Data suatu tanah diketahui sebagai berikut: angka pori 0.75, kadar air 22%, berat spesifik tanah 2.66, hitunglah
- Porositas
 - Berat volume basah
 - Berat volume kering
 - Derajat kejenuhan

Jawab:

$$a. n = \frac{e}{1 + e}$$

$$b. \gamma = \frac{(1 + w)G_s \gamma_w}{1 + e}$$

$$\gamma = G_s \gamma (1 - n)(1 + w)$$

$$c. \gamma_d = \frac{G_s \gamma_w}{1 + e}$$

$$\gamma_d = G_s \gamma (1 - n)$$

5. Data suatu tanah diketahui sebagai berikut: Porositas tanah 0.45, berat spesifik tanah 2.68 kadar air 10 %, tentukan masa air yang harus ditambahkan agar tanah yang mempunyai volume 10 m³ menjadi jenuh

$$e = \frac{n}{1 - n}$$

$$\gamma = \frac{(1 + w)G_s \gamma_w}{1 + e} = 1619.9 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma = \frac{(G_s + e)\gamma_w}{1 + e} = 1923 \text{ kg/m}^3$$

dalam 1 m³ air yang dibutuhkan = keadaan jenuh dikurangi keadaan basah

$$\gamma_{sat} - \gamma = 303.2 \text{ kg/m}^3$$

jadi dalam 10 m³ tanah dibutuhkan massa air 3032 kg