

CONTOH SOAL DAN JAWABAN TEKNIK SIPIL

Sumber : Buku paket Mekanika Tanah 1(Hary C)

Contoh Soal 3.1 :

Pada kondisi di lapangan, tanah mempunyai volume = 10 cm³ dan berat basah tanah = 18 gr. Berat tanah kering oven = 16 gr, jika berat jenis tanah (Gs) = 2,71. Hitung kadar air, berat volume basah, berat volume kering, angka pori, porositas dan derajat kejemuhanya. (dianggap berat volume air = 1 gr/cm³).

Penyelesaian :

$$\text{a. kadar air (w)} = \frac{W_w}{W_s} = \frac{W - W_s}{W_s} = \frac{18 - 16}{16} \times 100\% = 12,5\%$$

$$\text{b. berat volume basah (\gamma)} = \frac{W}{V} = \frac{18}{10} = 1,8 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{c. berat volume kering (\gamma_d)} = \frac{W_s}{V} = \frac{16}{10} = 1,6 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{d. angka pori (e)} = \frac{V_v}{V_s} \rightarrow V_s = \frac{W_s}{Gs \cdot \gamma_w} = \frac{16}{2,71 \times 1} = 5,90 \text{ cm}^3$$

$$V_v = V - V_s = 10 - 5,90 = 4,10 \text{ cm}^3$$

$$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{4,10}{5,90} = 0,69$$

$$\text{e. porositas (n)} = \frac{e}{1+e} = \frac{0,69}{1+0,69} = 0,41$$

$$\text{f. derajat kejemuhan (S_r)} = \frac{V_w}{V_v} \rightarrow V_w = \frac{W_w}{\gamma_w} = \frac{(18-16)}{1} = 2 \text{ cm}^3$$

$$S_r = \frac{2}{4,10} \times 100\% = 49\%$$

Contoh Soal 3.2 :

Suatu tanah mempunyai nilai $e = 0,75$, $w = 22\%$ dan $G_s = 2,66$. Hitung porositas, berat volume basah, berat volume kering dan derajat kejenuhan. Gunakan sistem BS (satuan Inggris).

Penyelesaian :

$$\text{a. porositas } (n) = \frac{e}{1+e} = \frac{0,75}{1+0,75} = 0,43$$

$$\text{b. berat volume basah } (\gamma) = \frac{(1+w).G_s.\gamma_w}{1+e} = \frac{(1+0,22)2,66.62,4}{1+0,75} = 115,7 \text{ lb/ft}^3$$

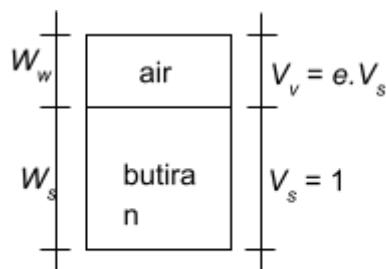
$$\text{c. berat volume kering } (\gamma_d) = \frac{G_s.\gamma_w}{1+e} = \frac{2,66 * 62,4}{1+0,75} = 94,9 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{d. derajat kejenuhan } (S_r) = \frac{w.G_s}{e} = \frac{0,22 * 2,66}{0,75} \times 100 = 78\%$$

Contoh Soal 3.3 :

Data dari pengujian di laboratorium pada benda uji jenuh menghasilkan angka pori $e = 0,45$ dan berat jenis $G_s = 2,65$. Untuk keadaan ini, tentukan berat volume basah (γ_b) dan kadar airnya (w).

Penyelesaian :



Benda uji dalam kondisi jenuh. Jadi, seluruh ruang pori terisi dengan air.

$$e = \frac{V_v}{V_s} = 0,45$$

Gambar C 1.3

Tapi V_v dan V_s belum diketahui, pada **Gambar C 1.3**, dengan menganggap $V_s = 1$, maka untuk kondisi jenuh :

$$V_v = V_w = e \cdot V_s = e$$

$$w = \frac{W_w}{W_s} = \frac{0,45}{2,65} = 17\%$$

$$V = V_s + e \cdot V_s = 1 + (0,45 \times 1) = 1,45 \text{ m}^3 \text{ jadi, tanah ini mempunyai}$$

$$W_s = V_s \cdot G_s \cdot \gamma_w = 1 \times 2,65 \times 1 = 2,65 \text{ ton} \quad \text{berat volume basah } (\gamma_b) =$$

$$W_w = V_w \cdot \gamma_w = 0,45 \times 1 = 0,45 \text{ ton} \quad 2,14 \text{ t/m}^3 \text{ dan kadar air } (w)$$

$$W = W_s + W_w = 2,65 + 0,45 = 3,1 \text{ ton} \quad = 17 \text{ %.}$$

$$\gamma_b = \frac{W}{V} = \frac{3,1}{1,45} = 2,14 \text{ t/m}^3$$

Contoh Soal 3.4 :

Dilakukan uji batas susut pada suatu tanah dimana mineral lempung yang paling dominan dikandungnya adalah Illite. Hasil pengujian yang didapat adalah :

$$m_1 = 44,6 \text{ gr} \quad V_i = 16,2 \text{ cm}^3$$

$$m_2 = 32,8 \text{ gr} \quad V_f = 10,8 \text{ cm}^3$$

Hitunglah batas susut tanah tersebut.

Penyelesaian :

$$SL = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_2} \right) \times 100 - \left[\frac{(V_i - V_f) \rho_w}{m_2} \right] \times 100$$

Dengan memasukkan data uji ke dalam persamaan, didapat :

$$\begin{aligned} SL &= \left(\frac{44,6 - 32,8}{32,8} \right) \times 100 - \left[\frac{(16,2 - 10,8) \times 1}{32,8} \right] \times 100 \\ &= 35,97 - 16,46 = 19,50 \end{aligned}$$

Contoh Soal 2.1 :

Dari diagram distribusi butiran terdapat 3 (tiga) tanah, dengan data distribusi butiran sebagai berikut :

- Tanah A**, didapat harga : $D_{10} = 0,02$ mm, $D_{30} = 0,60$ mm, $D_{60} = 8,5$ mm
- Tanah B**, didapat harga : $D_{10} = 0,021$ mm, $D_{30} = 0,04$ mm, $D_{60} = 1,0$ mm
- Tanah C**, didapat harga : $D_{10} = 0,35$ mm, $D_{30} = 0,65$ mm, $D_{60} = 0,80$ mm

Tentukan harga C_u dan C_c untuk setiap tanah.

Penyelesaian :

- Tanah A :**

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{8,5}{0,02} = 425$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10})(D_{60})} = \frac{(0,6)^2}{(0,02 \times 8,5)} = 2,1$$

Karena $C_u > 15$ dan C_c diantara 1 dan 3, tanah termasuk bergradasi baik.

- Tanah B :**

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{1,0}{0,021} = 47,6$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10})(D_{60})} = \frac{(0,04)^2}{(0,021 \times 1,0)} = 0,076$$

Tanah termasuk bergradasi buruk, karena tidak memenuhi criteria koefisien gradasi $C_c < 1$ ($0,076 < 1$).

c. **Tanah C :**

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{0,8}{0,35} = 2,29$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10})(D_{60})} = \frac{(0,65)^2}{(0,35 \times 0,80)} = 1,51$$

Tanah termasuk bergradasi buruk; walau $C_c > 1$, tetapi harga C_u sangat kecil.

Contoh Soal 2.2 :

Dilakukan uji batas susut pada suatu tanah di mana mineral lempung yang paling dominant dikandungnya adalah Illite. Hasil pengujian yang didapat adalah :

$$m_1 = 44,6 \text{ gr} \quad v_i = 16,2 \text{ cm}^3$$

$$m_2 = 32,8 \text{ gr} \quad v_f = 10,8 \text{ cm}^3$$

Hitung batas susut dari tanah tersebut ?

Penyelesaian :

$$SL = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_2} \right) \cdot (100) - \left(\frac{(v_i - v_f) \rho_w}{m_2} \right) \cdot (100)$$

$$SL = \left(\frac{44,6 - 32,8}{32,8} \right) \cdot (100) - \left(\frac{(16,2 - 10,8) \cdot 1}{32,8} \right) \cdot (100) = 35,97 - 16,46 = 19,5$$

Contoh Soal 2.3 :

Diketahui data-data klasifikasi untuk tiga macam tanah sebagai berikut :

U r a i a n	Tanah :		
	A	B	C
Persentase yang melalui ayakan :			
No. 4	42	72	95
10	33	55	90
40	20	48	83
100	18	42	71
200	14	38	55
Batas cair : LL (%)	35	39	55
Batas plastis : PL (%)	22	27	24
Pengamatan visual	coklat gelap, sangat berkerikil	coklat kekelabuan, sedikit berbatu	biri kelabu, sedikit berkerikil

Tentukan klasifikasi tanah berdasarkan sistem klasifikasi **USCS** (unified) ?

Penyelesaian :

1. Untuk **Tanah A** :

- Kurang dari 50 % melalui ayakan No. 4, maka tanah terutama terdiri dari kerikil = G.
- Dengan meninjau kedudukan $LL = 35\%$ dan $PI = LL - PL = 13$, lihat gambar 3.2 Diagram Plastisitas maka diperoleh CL.
- Dari dua pengamatan sebelumnya dan deskripsi visual tanah ini, maka tanah A adalah : coklat gelap, kerikil berlempung (Gravel-Clayey) = **GC**.

2. Untuk **Tanah B** :

- Kurang dari 50 % melalui ayakan No. 200, maka tanah adalah berbutir kasar (pasir atau kerikil).

- b. Hitung persentase yang melalui No. 4 dan tertahan diatas ayakan No. 200 sebagai berikut :

$$72 - 38 = 34\% \text{ (pasir)}$$

$$100 - 72 = 28\% \text{ (kerikil)}$$

maka sudah tentu lebih dari setengah fraksinya adalah pasir.

- c. Lebih dari 12 % melalui ayakan No. 200 dan dari batas-batas Atterberg, tanah digambarkan di bawah garis A dimana $LL = 39$, $PL = 27$ dan $PI = 39 - 27 = 12$, maka diperoleh ML . Dengan memperhatikan bahwa persentase pasir dan kerikil hampir sama, maka tanah B adalah coklat kekelabuan, sangat berkerikil, pasir berlanau dengan sebagian kecil bahan organik, **SM**.

3. Untuk Tanah C :

- Dengan 55 % melalui ayakan No. 200, maka tanah adalah berbutir halus.
- Mempergunakan $LL = 55\%$, $PL = 24$, maka $PI = 55 - 24 = 31$, tanah digambarkan di atas garis A dan juga di atas garis dengan $LL > 50$, maka tanah C adalah biru kelabu, lempung berpasir, tanah gambut dengan sebagian kecil kerikil, **CH**.

Contoh Soal 2.4 :

Hasil dari uji analisis distribusi butir suatu tanah adalah sebagai berikut :

Persentase butiran yang lolos ayakan No. 10 = 100 %

Persentase butiran yang lolos ayakan No. 40 = 58 %

Persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 = 58 %

Batas cair (LL) = 30 dan indeks plastisitas (PI) = 10 dari tanah yang lolos ayakan No. 40.

Klasifikasikan tanah tersebut dengan cara **AASHTO**.

Penyelesaian :

Gunakan **Tabel 2.6**. Karena tanah yang lolos ayakan No. 200 adalah sebesar 58 %, maka tanah ini masuk dalam klasifikasi lanau-lempung (silt-clay) – yaitu masuk ke dalam kelompok A-4, A-5, A-6 , atau A-7. Perhatikan angka-angka yang diberikan dalam **Tabel 2.6** dari kolom sebelah kiri ke kolom sebelah kanan; tanah yang diuji ternyata masuk dalam kelompok **A-4**. Dari persamaan (3.1):

$$\begin{aligned}
GI &= (F - 35) [0,2 + 0,005 (LL - 40)] + 0,01 (F - 15) (PI - 10) \\
&= (58 - 35)[0,2 + 0,005 (30 - 40)] + 0,01 (58 - 15) (10 - 10) \\
&= 3,45 \approx 3
\end{aligned}$$

Jadi, tanah diklasifikasikan sebagai : **A-4 (3).**

Contoh Soal 2.5 :

Dari distribusi ukuran butir dua contoh tanah, didapat harga $D_{10} = 0,085$ mm, $D_{30} = 0,12$ mm dan $D_{60} = 0,135$ mm. Batas cair dan batas plastis yang lolos ayakan No. 40 adalah sebagai berikut :

	Tanah A	Tanah B
Batas cair (LL)	30	26
Batas plastis (PL)	22	20

Klasifikasikan tanah-tanah tersebut dengan sistem *USCS* ?

Penyelesaian :

Tanah A :

Dari kurva distribusi ukuran-butir menunjukkan 8 % dari tanah adalah lebih halus dari 0,075 mm (ayakan No. 200). Oleh karena itu, tanah dikelompokkan sebagai tanah berbutir kasar. Harga 8 % adalah terletak antara 5 – 12 %, maka tanah diberi symbol ganda.

Selain itu 100 % dari total tanah adalah lebih halus dari 4,75 mm (ayakan No. 4), oleh karena itu tanah tersebut adalah *tanah berpasir*.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{30}} = \frac{0,135}{0,085} = 1,59 < 6$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = \frac{(0,12)^2}{0,085 \times 0,135} = 1,25 > 1$$

Dengan batas cair = 30 dan indeks plastis = $30 - 22 = 8 > 7$, data tersebut terletak diatas Garis A. Jadi, klasifikasinya adalah **SP-SC**.

Tanah B:

61 % dari total tanah ternyata lolos ayakan No. 200 ($> 50 \%$), oleh karena itu tanah dikelompokkan sebagai tanah berbutir halus. Dengan batas cair = 26 dan indeks plastisitas = $26 - 20 = 6$. Apabila diplotkan pada bagan plastisitas, maka harga tersebut masuk dalam daerah yang diarsir. Jadi, klasifikasi tanahnya adalah **CL-ML**.

Contoh Soal 3.1 :

Untuk mengetahui berat volume tanah di lapangan, dilakukan pengujian kerucut pasir (*sand cone*). Tanah seberat 4,56 kg digali dari lubang di permukaan tanah. Lubang di isi dengan 3,54 kg pasir kering sampai memenuhi lubang tersebut.

- a. Jika dengan pasir yang sama membutuhkan 6,57 kg untuk mengisi cetakan dengan volume $0,0042 \text{ m}^3$, tentukan berat volume basah tanah tersebut ?
- b. Untuk menentukan kadar air, tanah basah seberat 24 gram, dan berat kering 20 gram dipakai sebagai benda uji. Jika berat jenis tanah 2,68. Tentukan kadar air, berat volume kering dan derajat kejehuannya ?

Penyelesaian :

$$\text{a. Volume lubang} = \frac{0,0042}{6,57} \times 3,54 = 0,0023 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume lubang basah } (\gamma_b) = \frac{W}{V} = \frac{4,56}{0,0023} = 1982,6 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{b. Kadar air (w)} = \frac{W_w}{W_s} = \frac{W - W_s}{W_s} = \frac{24 - 20}{20} = \frac{4}{20} \times 100 \% = 20 \%$$

$$\text{Berat volume kering } (\gamma_d) = \frac{\gamma_b}{1 + w} = \frac{1982,6}{1 + 0,20} = 1652,2 \text{ kg/m}^3$$

$$V = \frac{W}{\gamma_b} = \frac{24 \times 1000^3}{1982,6 \times 1000} = 12105,32 \text{ mm}^3$$

$$V_s = \frac{W_s}{G_s \gamma_w} = \frac{20 \times 1000^3}{2,68 \times 1000 \times 1000} = 7462,7 \text{ mm}^3$$

$$V_v = V - V_s = 12105,32 - 7462,7 = 4642,62 \text{ mm}^3$$

$$V_w = \frac{W_w}{\gamma_w} = \frac{4}{1} = 4000 \text{ mm}^3$$

$$S = \frac{V_w}{V_v} \times 100 \% = \frac{4000}{4642,62} \times 100 \% = 86,16 \%$$

Contoh Soal 3.2 :

Dalam uji pemedatan standar Proctor, diperoleh data sebagai berikut :

γ_b (gr/cm ³)	2,06	2,13	2,15	2,16	2,14
w (%)	12,90	14,30	15,70	16,90	17,90

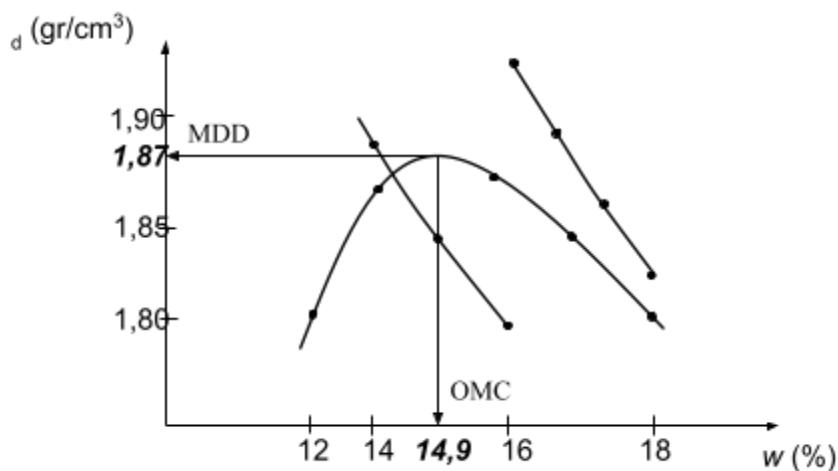
- Gambarkan grafik hubungan berat volume kering dan kadar air?
- Hitung kadar air yang dibutuhkan untuk membuat tanah menjadi jenuh pada berat volume kering maksimum, jika berat jenis (G_s) = 2,73?

- c. Gambarkan garis rongga udara nol (*zero air void*) dan kadar udara 5 % ?

Penyelesaian :

$$\text{a. Dari persamaan : } \gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + w}$$

w (%)	12,9	14,3	15,7	16,9	17,9
γ_b (gr/cm ³)	2,06	2,13	2,15	2,16	2,14
γ_d (gr/cm ³)	1,82	1,86	1,86	1,85	1,82



Dari gambar diatas diperoleh berat volume kering maksimum ($\gamma_{d-\text{maks}}$) = 1,87 gr/cm³ dan kadar air optimum (w_{opt}) = 14,9 %.

- b. Pada berat volume kering (γ_d) = 1,87 gr/cm³, untuk 1 m³ benda uji, maka $W_s = 1,87 \text{ t}$

$$V_s = \frac{W_s}{G_s \gamma_w} = \frac{1,87}{2,73 \cdot 1} = 0,685 \text{ m}^3$$

Volume padat :

$$\text{Volume air untuk penjenuhan, } V_w = 1 - 0,685 = 0,315 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat air, } W_w = V_w \gamma_d = 0,315 \times 1 = 0,315 \text{ m}^3$$

$$\text{Kadar air (w)} = W_w/W_s = (0,315 / 1,87) \times 100 \% = 16,8 \%$$