

# 5

## Tekanan dalam tanah

Seperti telah dijelaskan pada Bab 2, tanah terdiri dari butiran yang susunannya membentuk rongga pori yang berisi air dan udara. Butiran tanah dan air tidak berubah bentuk akibat tekanan, akan tetapi udara akan keluar. Volume tanah akan berubah akibat penyusunan kembali butir-butir tanah akibat keluarnya udara dari rongga pori. Jadi perubahan bentuk tanah tergantung dari kemampuan tanah untuk menyusun kembali butiran-butirannya. Pada tanah kering dan tanah tak jenuh, perubahan bentuk tergantung dari keluarnya udara dari rongga pori. Pada saat kejenuhan tercapai, yaitu tidak ada lagi udara dalam tanah, maka perubahan bentuk tanah hanya terjadi bila air dapat keluar dari rongga-rongga pori akibat beban.

Perlu dijelaskan disini bahwa tekanan geser hanya ditanggung oleh butiran tanah melalui gaya-gaya yang terjadi pada kontak antara butiran tersebut. Tekanan normal dapat ditahan oleh tanah yang melalui penambahan gaya-gaya antar partikel. Dalam keadaan jenuh, air juga menahan beban normal dengan penambahan tekanan air pori.

### TEKANAN EFEKTIF DAN TEKANAN AIR PORI

Gaya-gaya disebarkan dalam tanah melalui partikel tanah. Konsep ini dikemukakan pertama kali oleh Terzaghi (1923) melalui penelitiannya yang menghasilkan suatu “teori tekanan tanah efektif”. Teori ini hanya berlaku untuk tanah jenuh dan menghubungkan tiga keadaan dibawah ini :

- a. Tekanan total ( $\sigma$ ) di atas suatu bidang dalam massa tanah yaitu gaya per satuan luas disebarkan dalam arah normal terhadap bidang tersebut dengan menganggap tanah hanya terdiri dari bagian padat saja.

- b. Tekanan air pori ( $\mu$ ) adalah tekanan yang ditanggung oleh air yang mengisi rongga pori.
- c. Tekanan efektif ( $\sigma'$ ) pada suatu bidang yang menunjukkan tekanan yang disalurkan melalui butiran tanah saja.

Hubungan antara ketiga keadaan di atas dapat dituliskan :

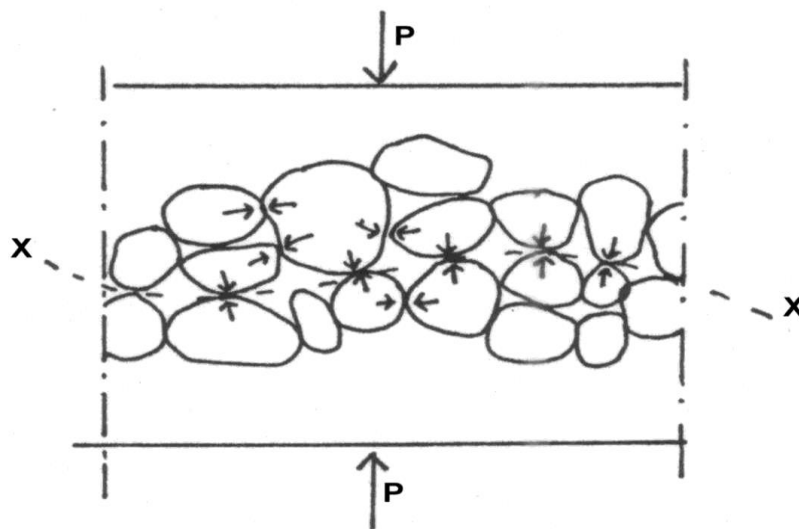
$$\sigma = \sigma' + \mu$$

Prinsip ini dapat dijelaskan dalam model yang ditunjukkan pada Gambar 5.1. Bidang XX adalah bidang yang menghubungkan kontak antar partikel. Suatu gaya normal bekerja pada bidang A dapat ditahan oleh gaya antar partikel dan tekanan air. Besar dan arah gaya antar partikel dalam massa tanah adalah sembarang. Gaya-gaya ini diuraikan menjadi komponen normal dan tangensial,  $N'$  dan  $T$ . Kemudian tekanan normal efektif dapat diinterpretasikan sebagai jumlah semua komponen  $N'$  dalam luas A dibagi dengan A:

$$\sigma' = \frac{\sum N'}{A} \quad (5.1)$$

Sedangkan tekanan normal adalah

$$\sigma = \frac{P}{A}$$



Gambar 5.1 Interpretasi Tekanan Tanah Efektif  
(Sumber: Craig, 1994)

Bila tekanan air bekerja pada seluruh luasan  $A$ , maka kesetimbangan dalam arah normal terhadap  $XX$  :

$$P = \sum N' + \mu A \quad (5.2)$$

atau

$$\frac{P}{A} = \frac{\sum N'}{A} + \mu$$

atau

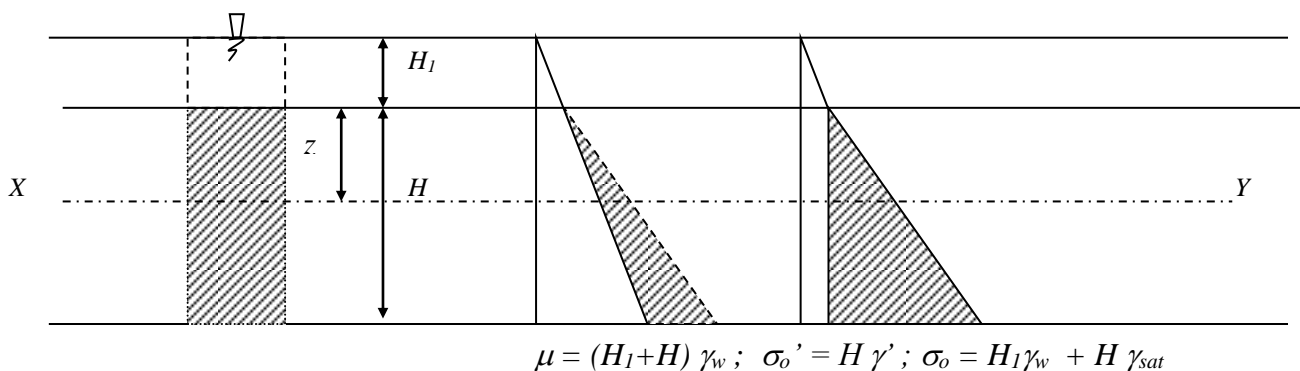
$$\sigma = \sigma' + \mu$$

Tekanan air sama ke segala arah akan tetapi tidak menyebabkan partikel untuk menekan satu sama lainnya. Harus juga dimengerti bahwa  $\sigma'$  bukanlah tekanan kontak yang sebenarnya karena tekanan kontak ini sangat besar ( $\frac{N'}{a}$ ) dimana  $a$  adalah luas bidang kontak.

## Tekanan Efektif Akibat Berat sendiri Tanah

Seperti dijelaskan diatas, tekanan dalam tanah merupakan gabungan antara tekanan efektif pada butiran tanah dan tekanan air pori, yaitu

$$\sigma_o = \sigma'_o + \mu \quad (5.3)$$



Gambar 5.2 Tekanan Efektif Akibat Berat Sendiri Tanah  
(Sumber Das, 1979)

Tekanan sepanjang bidang  $XY$  pada gambar 5.2 adalah sebagai berikut:

Tekanan air pori:  $\mu = (H_1 + z) \gamma_w$

Tekanan efektif:  $\sigma'_o = z (\gamma_{sat} - \gamma_w) = z \gamma'$

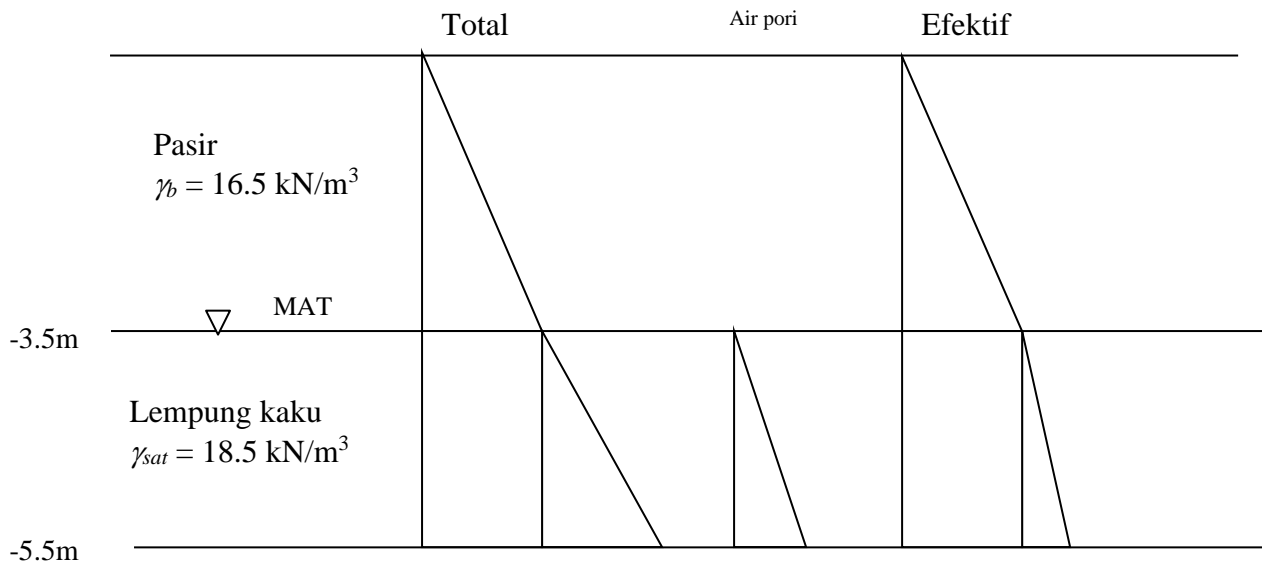
Tekanan total:  $\sigma_o = H_1 \gamma_w + z \gamma_{sat}$

dimana  $\gamma' = (\gamma_{sat} - \gamma_w)$

### Contoh Soal 5.1

Suatu profil tanah terdiri dari lapisan pasir setebal 3.5 m di atas lapisan lempung kaku seperti diperlihatkan pada Gambar P5.1. Berat isi pasir  $16.5 \text{ kN/m}^3$  sedangkan berat isi lempung jenuh adalah  $18.5 \text{ kN/m}^3$ . Gambar penyebaran tekanan total, tekanan efektif dan tekanan air pori dan hitung tekanan pada kedalaman  $-3.5 \text{ m}$  dan  $-5.5 \text{ m}$  dari permukaan tanah. Gunakan  $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$ .

Jawab:



Gambar P5.1

Pada kedalaman  $-3.5 \text{ m}$  (GWT)

Tekanan Total:  $\sigma_o = 16.5 \times 3.5 = 57.75 \text{ kN/m}^3$

Tekanan air pori:  $\mu = 0$

Tekanan efektif:  $\sigma'_o = 57.75 - 0 = 57.75 \text{ kN/m}^3$

Pada kedalaman – 5.5 m

Tekanan total:  $\sigma_o = (16.5 \times 3.5) + (18.5 \times 2) = 94.75 \text{ kN/m}^3$

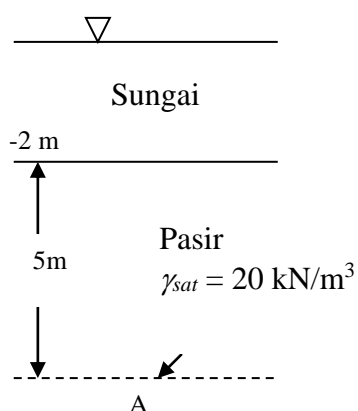
Tekanan air pori:  $\mu = 2 \times 10 = 20 \text{ kN/m}^3$

Tekanan efektif:  $\sigma'_o = 94.75 - 20 = 74.75 \text{ kN/m}^3$

Contoh Soal 5.2

Hitung tekanan efektif pada 5 m dibawah dasar sungai yang terdiri dari pasir dengan berat isi jenuh  $20 \text{ kN/m}^3$ . Kedalaman air dalam sungai adalah 2 m. Take  $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$ .

Jawab:



Gambar P5.2

Pada titik A

Tekanan total:  $\sigma_o = 2 \times \gamma_w + 5 \times \gamma_{sat} = 120 \text{ kN/m}^3$

Tekanan air pori:  $\mu = \gamma_w (2 + 5) = 70 \text{ kN/m}^3$

Tekanan efektif:  $\sigma'_o = \sigma_o - \mu = 120 - 70 = 50 \text{ kN/m}^3$

Tekanan efektif pada titik A adalah  $50 \text{ kN/m}^3$