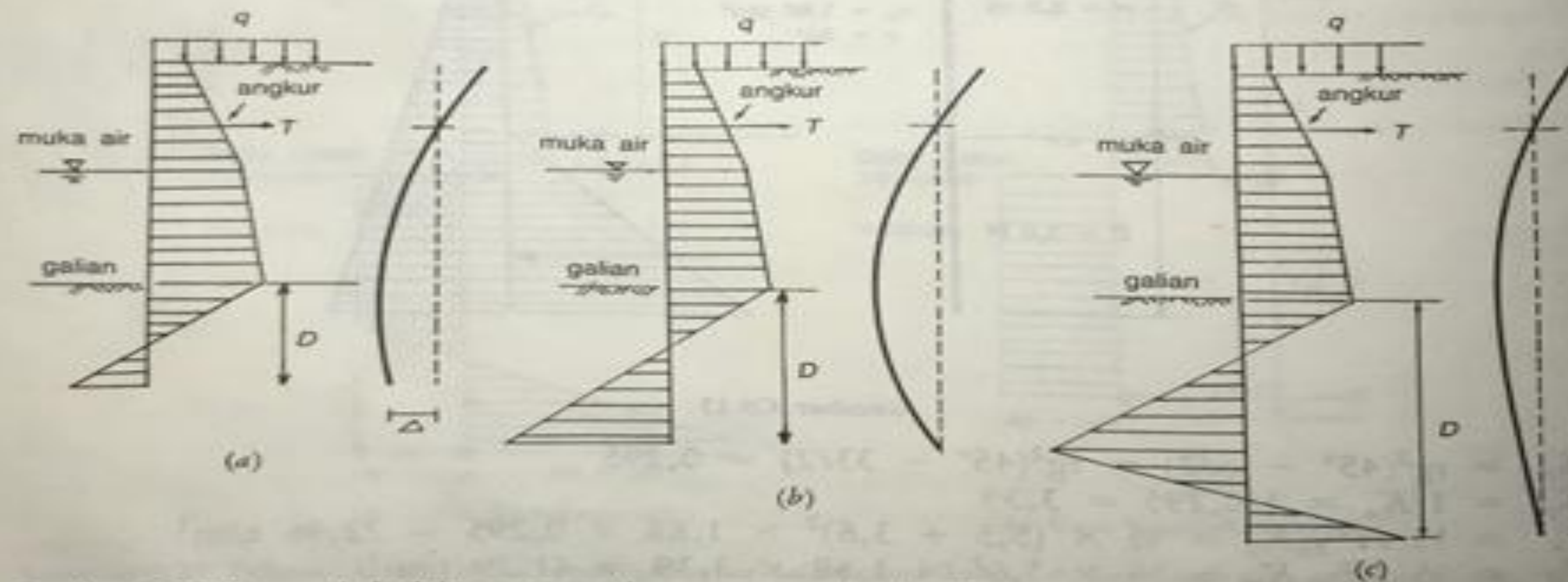




TURAP DENGAN ANGKER

9.13.2 Dinding Turap yang diangkur

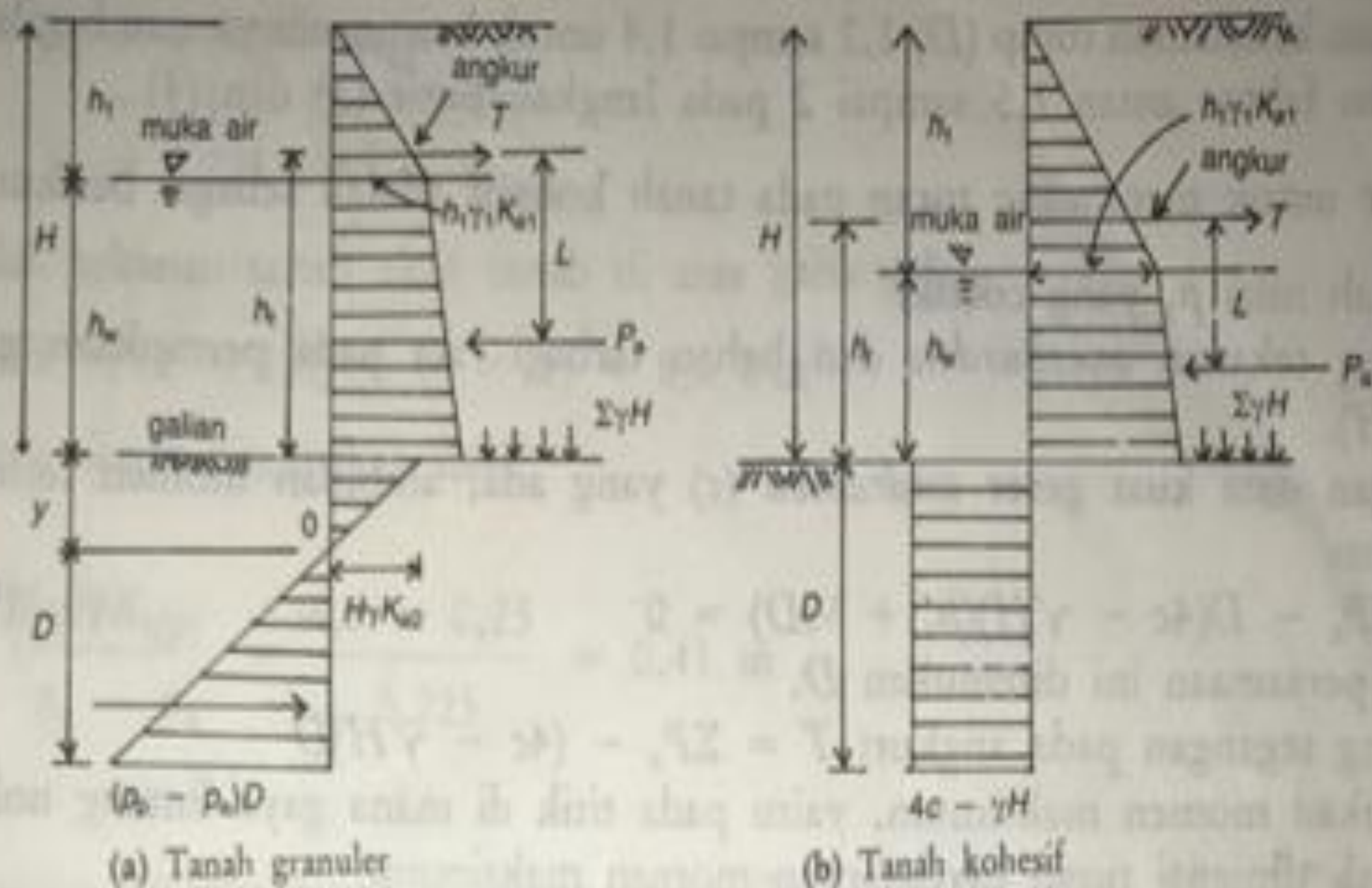
Dinding turap yang diangkur biasanya digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan turap yang menahan tekanan tanah terendam air, seperti digunakan pada struktur-struktur di pelabuhan. Cara ini sangat cocok untuk galian yang dalam, tetapi masih juga tergantung pada kondisi tanahnya. Turap dipancang berderet, kemudian dilakukan penggalian di depan turapnya. Dinding diangkur pada bagian atasnya dengan kedalaman dan diameter angkur menembus tanah yang tergantung dari besarnya tekanan tanah. Untuk dinding turap yang tinggi, diperlukan turap baja dengan kekuatan yang tinggi. Stabilitas dan tegangan-tegangan pada turap yang diangkur, bergantung pada interaksi dari faktor-faktor kekakuan relatif dari bahan turap, kedalaman penembusan turap, kemudah-mampatan tanah, kuat geser tanah, keluluhan angkur, dan lain-lainnya. Gambar 9.30 memperlihatkan hubungan umum antara kedalaman penembusan, distribusi tekanan lateral dan garis elastis atau garis perubahan bentuknya.



Gambar 9.30 Pengaruh kedalaman penembusan turap pada distribusi tekanan dan perubahan bentuknya.

9.13.2.1 Metode ujung bebas (*free end method*)

Dalam analisis stabilitas turap dengan metode *ujung bebas*, dianggap kedalaman penembusan turap di bawah galian tanah tidak cukup untuk menahan tekanan yang terjadi pada bagian bawah ujung turapnya. Kondisi tekanan tanah yang bekerja dianggap memenuhi teori Rankine. Karena turap bebas berotasi terhadap ujung bawahnya, maka diagram tekanan tanah dapat dilukiskan seperti pada Gambar 9.31.



Gambar 9.31 Perancangan trap diangkut dengan metode ujung bebas

Metode *ujung bebas* didasarkan pada beberapa anggapan sebagai berikut:

1. Turap merupakan bahan yang sangat kaku dibandingkan dengan tanah di sekitarnya.
2. Tekanan tanah yang bekerja pada dinding dapat dihitung dengan teori Rankine atau Coulomb.
3. Turap dapat berotasi dengan bebas, namun tidak diijinkan bergerak secara lateral di tempat angkurnya. Pada kapasitas ultimitnya, turap runtuh oleh gerakan ke arah luar di lokasi angkurnya.

Prosedur merancang turap metode ujung bebas pada tanah granuler adalah sebagai berikut:

1. Pilihlah nilai yang cocok untuk tekanan tanah pasif dan aktif.
2. Hitung tekanan *overburden* dan beban terbagi rata pada permukaan galian ($\Sigma \gamma H$).
3. Tentukan titik dengan tekanan nol (titik O pada Gambar 9.31a):

$$y = \frac{\Sigma \gamma H K_a}{p_p - p_a} \quad (9.97)$$

dengan

$\Sigma \gamma H$ = berat tanah urug dan beban terbagi rata di atas garis galian. Gunakan berat efektif untuk tanah di bawah air.

K_a = koefisien tekanan tanah aktif untuk tanah di bawah galian.

4. Ambillah momen terhadap angkur:

$$L \Sigma P_a - \frac{1}{2} D^2 (p_p - p_a) (h_t + y + \frac{2}{3} D) = 0 \quad (9.98)$$

Dari persamaan tersebut ditemukan D .

5. Hitung tegangan pada angkur $T = \Sigma P_a - 0,5(p_p - p_a)D^2$
6. Tentukan besarnya momen maksimum pada titik dengan gaya lintang nol.
7. Pilihlah dimensi turap berdasarkan momen maksimumnya.

8. Kalikan kedalaman turap (D) 1,2 sampai 1,4 untuk keamanannya atau bagilah p_p dengan faktor aman 1,5 sampai 2 pada langkah butir (3) dan (4).

Prosedur untuk merancang turap pada tanah kohesif adalah sebagai berikut:

1. Pilihlah nilai p_a yang cocok.
2. Hitung tekanan *overburden* dan beban terbagi rata pada permukaan galian ($\Sigma \gamma' H$).
3. Dengan data kuat geser *undrained* (c) yang ada, ambillah momen terhadap angkur:

$$L \Sigma P_a - D(4c - \gamma' H)(h_i + \frac{1}{2}D) = 0 \quad (9.99)$$

Dari persamaan ini ditemukan D .

5. Hitung tegangan pada angkur: $T = \Sigma P_a - (4c - \gamma' H)D$
6. Tentukan momen maksimum, yaitu pada titik di mana gaya lintang nol.
7. Pilihlah dimensi turap berdasarkan momen maksimum.
8. Untuk keamanan, kalikan kedalaman turap (D) dengan faktor 1,2 sampai 1,4 atau gunakan nilai c sebesar 50 sampai 70%-nya dalam langkah (4) dan (5).

$$\begin{aligned}
 p_p - p_a &= \gamma'(K_p - K_a) \\
 &= 1,1 \times (5 - 0,25) \\
 &= 5,225 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

Jumlah tekanan tanah aktif tanah di atas garis galian:

$$\Sigma \gamma H = (2 \times 1,8) + (5 \times 1) = 8,6 \text{ t/m}^2$$

Titik y dapat ditentukan dari:

$$y = \frac{\Sigma \gamma H K_{a(2)}}{p_p - p_a} = \frac{8,6 \times 0,25}{5,225} = 0,41 \text{ m}$$

Hitungan tekanan tanah disajikan dalam Tabel C9.3.

Tabel C9.3

No. diagram	$p_a \text{ (t/m}^2\text{)}$	$P_a \text{ (t/m}^1\text{)}$
1	$2 \times 1,8 \times 0,35 = 1,26$	$0,5 \times 1,26 \times 2 = 1,26$
2	1,26	$1,26 \times 5 = 6,3$
3	$5 \times 1 \times 0,35 = 1,75$	$0,5 \times 1,75 \times 5 = 4,38$
4	$(3,6 + 5) \times 0,25 = 2,15$	$0,5 \times 2,15 \times 0,41 = 0,44$

Momen terhadap angkur A: dihitung dalam Tabel C9.4.

Tabel C9.4

P_a (ton/m ³)	Lengan terhadap A (m)	Momen ke A (tm)
1,26	-0,16	- 0,20
6,30	3,0	18,9
4,38	3,83	16,75
0,44	5,63	2,48

$$\Sigma M = 37,93 \text{ tm}$$

Panjang D ditentukan dengan menggunakan Persamaan (9.98), diperoleh

$$L\Sigma P_a - \frac{1}{2} D^2(p_p - p_a)(h_t + y + \frac{2}{3}D) = 0$$

$$L\Sigma P_a = \Sigma M = 37,93 \text{ tm}$$

$$37,93 - \frac{1}{2} \times D^2 \times 5,225 \times (5,5 + 0,41 + \frac{2}{3}D) = 0$$

Diselesaikan:

$$D^3 + 8,87 D^2 = 21,79$$

Dengan cara coba-coba, diperoleh $D = 1,4 \text{ m}$

Kedalaman pemancangan yang dibutuhkan dengan memperhatikan faktor aman:

$$D' = 1,2 \times (1,4 + 0,41) = 2,17 \text{ m, digunakan } 2,2 \text{ m.}$$

Panjang turap total yang dibutuhkan = $2,2 + 5 + 2 = 9,2 \text{ m}$

Contoh soal 9.15:

Suatu struktur turap digunakan untuk menahan tanah urugan (Gambar C9.15).

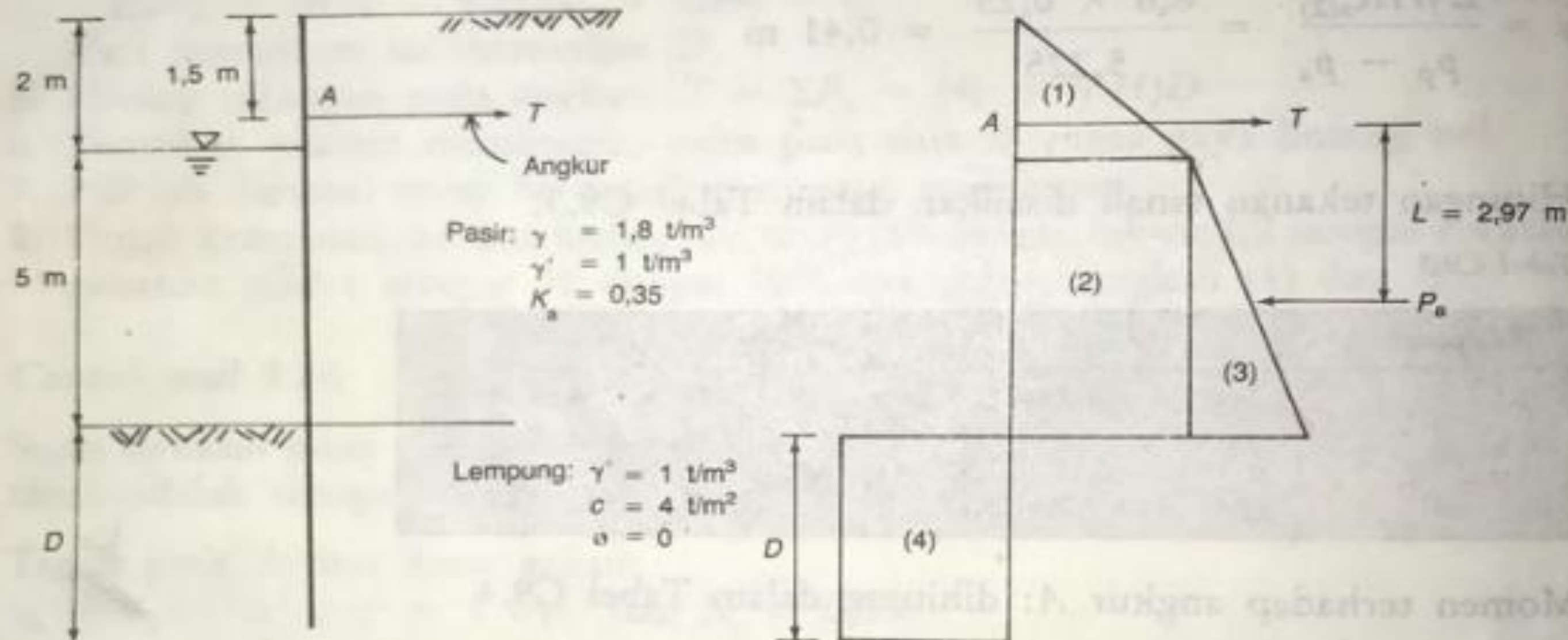
Sifat-tanah adalah sebagai berikut:

Tanah urugan pasir : $\gamma_b = 1,8 \text{ t/m}^3$; $\gamma' = 1 \text{ t/m}^3$ dan $K_a = 0,35$.

Tanah asli (lempung): $\gamma' = 1 \text{ t/m}^3$; $c = 4 \text{ t/m}^2$; $\phi = 0$

Tentukan kedalaman turap yang aman dengan metode *ujung bebas*.

Penyelesaian:



Gambar C9.15

Jumlah tekanan tanah aktif tanah di atas garis galian:

$$\Sigma \gamma H = (2 \times 1,8) + (5 \times 1) = 8,6 \text{ t/m}^2$$

Hitungan tekanan tanah disajikan dalam Tabel C9.5

Tabel C9.5

No. diagram	$p_a \text{ (t/m}^2\text{)}$	$P_a \text{ (t/m}^1\text{)}$
1	$2 \times 1,8 \times 0,35 = 1,26$	$0,5 \times 1,26 \times 2 = 1,26$
2	1,26	$1,26 \times 5 = 6,3$
3	$5 \times 1 \times 0,35 = 1,75$	$0,5 \times 1,75 \times 5 = 4,38$

Momen terhadap angkur A: dihitung dalam Tabel C9.6

Tabel C9.6

P_a (ton/m ¹)	Lengan terhadap A (m)	Momen ke A (tm)
1,26	-0,16	- 0,20
6,30	3,0	18,9
4,38	3,83	16,75

$$\Sigma P_a = 11,94 \text{ t/m'}$$

$$L \Sigma P_a = \Sigma M = 35,45 \text{ tm}$$

Titik tangkap resultan gaya ΣP_a :

$$L \times 11,940 = 35,45$$

$$L = 2,97 \text{ m dari angkur } A$$

Σ Momen terhadap $A = 0$, maka

$$L\Sigma P_a - D(4c - \gamma H)(h_t + \frac{1}{2}D) = 0$$

$$35,45 - D(4 \times 4 - 8,6)(5,5 + \frac{1}{2} \times D) = 0$$

Diselesaikan:

$$D^2 + 11D - 9,58 = 0$$

$$\text{Diperoleh } D = 0,81 \text{ m}$$

Dengan memperhitungkan faktor aman, kedalaman penembusan turap
 $= 1,2 \times 0,81 = 1,62 \text{ m}$

Panjang total turap yang dibutuhkan

$$= 1,62 + 2 + 5 = 8,62 \text{ m}$$

9.13.2.2 Metode ujung tetap (*fixed end method*)

Cara ini didasarkan pada pertimbangan bahwa kedalaman penembusan turap adalah sudah cukup dalam, sehingga tanah di bawah tanah yang digali mampu memberikan tahanan pasif yang cukup untuk mencegah rotasi bebas pada ujung bawah turapnya. Di sini dianggap terdapat satu titik balik (B) di dekat permukaan tanah galiannya (**Gambar 9.32**). Pencegahan rotasi bebas pada bagian bawah turap memberi pengertian bahwa tahanan pasif berkembang pada sisi belakang dinding pada jarak tertentu di atas ujung bawah. Tahanan terhadap rotasi ini diganti oleh gaya R . Pada metode *ujung tetap* terdapat anggapan sebagai berikut:

1. Tekanan tanah dapat dihitung dengan teori Rankine atau Coulomb.
2. Turap bebas berotasi namun tidak diijinkan untuk bergerak pada angkurnya.
3. Titik balik B diketahui (**Gambar 9.32b**) dari teori elastis.
Lokasi titik ini diperoleh dari fungsi ϕ tanah urugan.
4. Tahanan tanah pasif OAC (**Gambar 9.32c**) dipermudah dengan digantikan oleh diagram tekanan ODE dan gaya reaksi R .

Didasarkan pada anggapan tersebut, perancangan turap dapat dilaksanakan sebagai berikut:

1. Pilihlah nilai-nilai tekanan tanah aktif dan pasif (p_a dan p_p) untuk tanah asli di bawah garis galian.
2. Tentukan kedalaman titik O , dengan persamaan

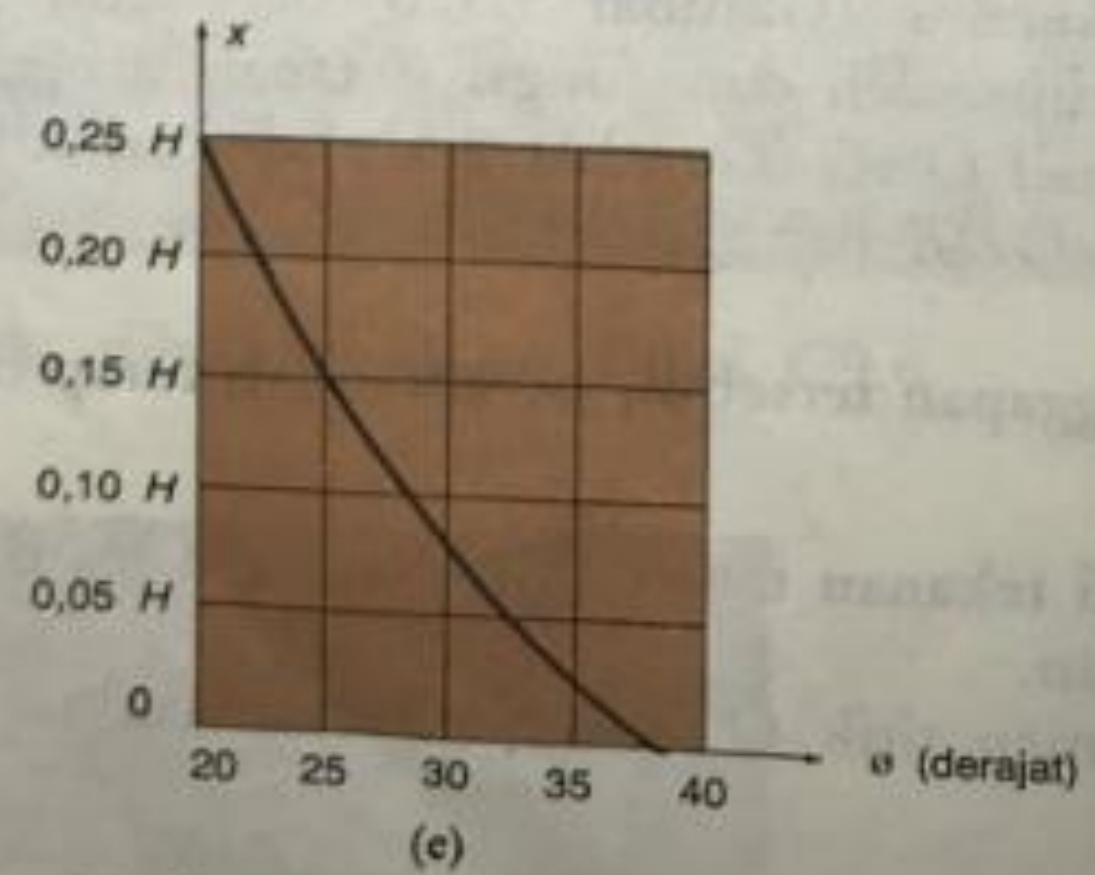
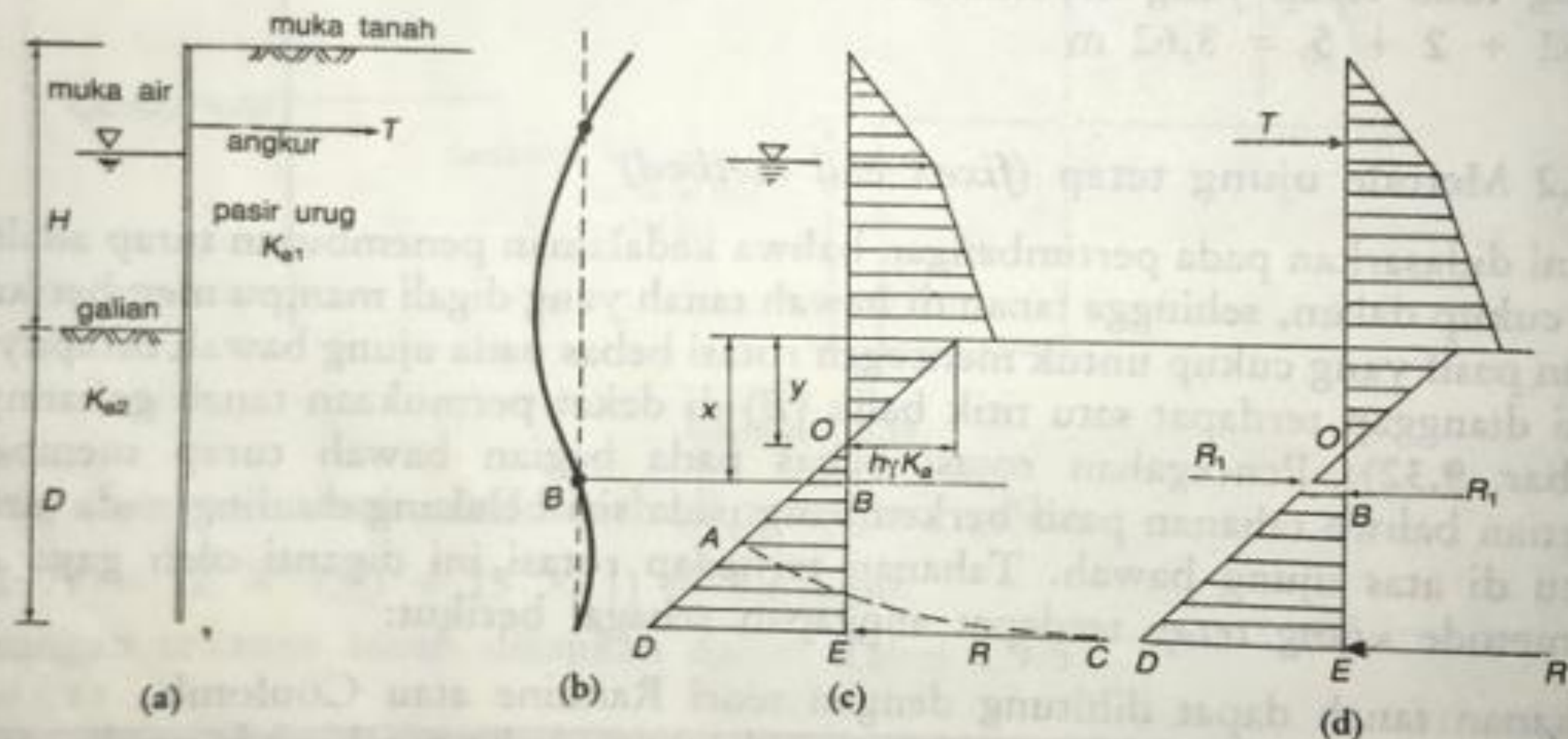
$$y = \frac{\Sigma \gamma H K_{a2}}{p_p - p_a} \quad (9.100)$$

dengan

$\Sigma \gamma H$ = berat tanah urug dan beban terbagi rata di atas garis galian. Gunakan berat efektif untuk tanah di bawah air.

K_a = koefisien tekanan tanah aktif untuk tanah di bawah galian.

3. Tentukan letak titik balik B dengan menggunakan grafik pada Gambar 9.32e.
4. Tentukan gaya geser horisontal R_1 pada titik balik B . R_1 adalah reaksi horisontal pada titik B dengan menganggap turap sebagai balok sederhana yang ditumpu pada titik B dan angkur.
5. Anggaplah bagian BE pada turap sebagai balok sederhana (*simple beam*) (Gambar 9.32d), dan tentukan panjang BE dengan mengambil momen terhadap E sama dengan nol.
6. Kedalaman penembusan turap D sama dengan jumlah panjang bagian BE dan x . Untuk keamanan, kalikan jumlah kedalaman (D) dengan faktor 1,2 sampai 1,4 atau bagilah nilai p_p dengan faktor aman 1,5 sampai 2.



Gambar 9.32 Metode ujung tetap

Perlu diingat bahwa metode *ujung tetap* hanya tepat diterapkan pada turap yang dipancang di dalam tanah granuler dan diurug dengan tanah granuler. Pada umumnya titik balik B dan titik tekanan tanah nol (titik O) ditempatkan di dekat permukaan dan nilai x dapat diambil sama dengan y . Karena itu, kedalaman penembusan turap dapat dinyatakan oleh:

$$D = y + \sqrt{\frac{6R_1}{p_p - p_a}} \quad (9.101)$$

dengan

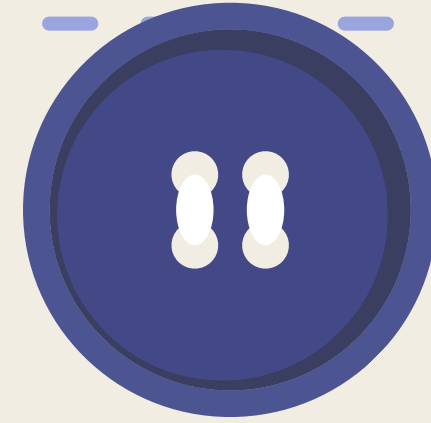
y = jarak titik O dari garis galian tanah, gunakan Persamaan (9.100)

R_1 = reaksi horisontal pada titik O dengan menganggap turap didukung pada titik O dan angkur.

p_a, p_p = tekanan tanah aktif dan pasif, tanah di bawah garis galian.



TERIMA KASIH



**TERIMA
KASIH**

