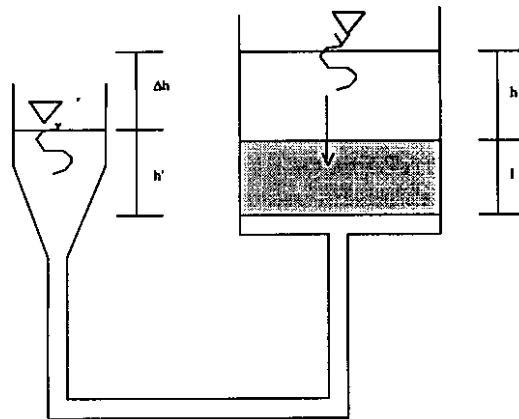


Bab 3 Daya Rembes

1. KONDISI ADA ALIRAN AIR ARAH VERTIKAL

a. Aliran Dengan Arah Kebawah



Dalam tanah air mengalir kebawah
 panjang tanah sampel 1 m
 selisih tinggi tekanan = Δh
 gradien hidraulik $I = \Delta h/l$
 Tekanan tanah total = $\sigma = l \gamma_{sat} + h \gamma_w$
 Tekanan pori = tekanan hidroulik keatas

$$u = h' \gamma_w = (h + l - \Delta h) \gamma_w$$

Tekanan efektif

$$\begin{aligned} &= \sigma' = \sigma - u \\ &= (l \gamma_{sat} + h \gamma_w) - h \gamma_w - l \gamma_w + \Delta h \gamma_w \\ &= l (\gamma_{sat} - \gamma_w) + \Delta h \gamma_w \\ &= l \gamma' + \Delta h \gamma_w \\ &= l \gamma' + \Delta h/l \cdot l \gamma_w \end{aligned}$$

$$\sigma' = l(\gamma' + i \cdot \gamma_w)$$

Jadi dibandingkan keadaan tanpa aliran $\sigma' = l \gamma'$ Ada tambahan tekanan efektif $= l i \gamma_w$. Seolah-olah berat volume tanah bertambah dan γ' menjadi $(\gamma' + i \cdot \gamma_w)$ atau dikatakan oleh aliran air menjadi tekanan rembesan sebesar $i \cdot \gamma_w$ yang arahnya sama dengan arah aliran. Tekanan rembesan = gaya persatuan volume tanah.

b. Ada Aliran Arahnya ke Atas.

Air mengalir ke atas karena ada gradien hidraulik $i = \Delta h / l$

tekanan total $= \sigma = l \gamma_{sat} + h \gamma_w$

Tekanan pori = tekanan pori keatas dilihat dari pipa kiri

$$u = (1+h + \Delta h)\gamma_w$$

Tekanan efektif $= s' = \sigma - u$
 $= l \gamma' - \Delta h \gamma_w$
 $= l \gamma' - \Delta h / l \gamma_w$
 $= l (\gamma' - i \gamma_w)$

Pada setiap kedalaman \times besarnya tekanan efektif:

$$\sigma' = \times (\gamma' - i \gamma_w)$$

Maka akibat aliran keatas, tekanan efektif berkurang, dipengaruhi oleh I

Gradien Hidrolik Kritis

Keadaan kritis, tercapai bila I terlalu besar sehingga $\sigma' = 0$

yaitu $0 = \times (\gamma' - i \gamma_w)$

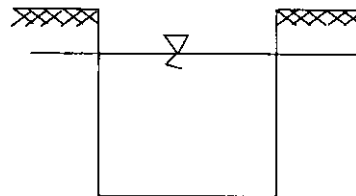
$$\gamma' = i \gamma_w$$

$$i_{kritis} = \gamma' / \gamma_w$$

Pada tanah non kohesif, pada keadaan ini terjadi tanah mengapung 'boiling' atau keadaan Quick Condition'. Pada keadaan ini tanah akan kehilangan daya dukungnya, benda yang terletak diatas tanah akan ambles.

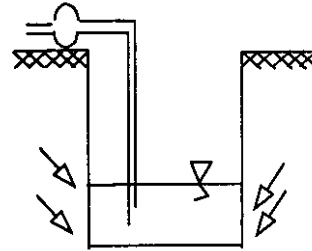
Beberapa contoh kejadian dalam praktek.

1. Menggali lubang pada tanah pasir bersih dengan air tanah tinggi atau pada dasar sungai kesukaran timbul karena :
 - Permeabilitas tanah tinggi, lubang selalu penuh air
 - tanah tanpa kohesi sehingga mudah rontok/longsor. Jika di pompa:



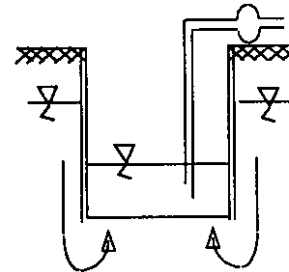
Gambar 3.3: Lubang pada tanah dengan permukaan air.

- debit besar dan aliran deras butir tanah terbawa.
- mudah longsor, lubang tertutup.



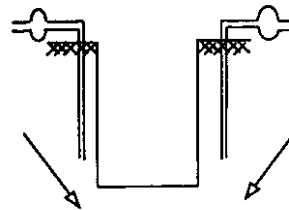
Gambar 3.4: Pemompaan air tanah.

Diatasi dengan pemasangan turap, kedalaman yang dicapai terbatas atau turap harus panjang. Air mengalir keatas Jika $\Delta h/l > i_{kritis}$ tanah galian naik.



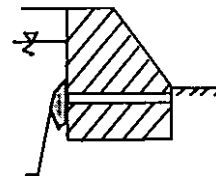
Gambar 3.5: Pemompaan air tanah pada lubang berturap.

Untuk galian dalam, cara terbaik sebelum digali, dipasang pipa-pipa diluar daerah galian. Air dipompa keluar pipa, air tanah turun sehingga penggalian bisa dilaksanakan. Dalam keadaan kering.



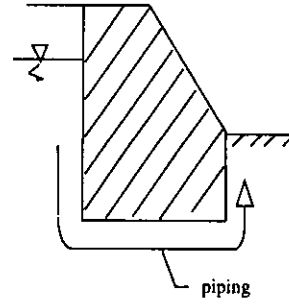
Gambar 3.6: Pemompaan diluar galian untuk mengamankan struktur galian lubang berturap.

2. Pada konstruksi penahan tanah, air hujan dibelakang dinding akan mengalir dalam tanah menyusur dinding di dasar. Jika mencapai kritis (tergantung pada keadaan tanah = γ' dan $\Delta h/i$) butir-butir tanah akan terbawa, sehingga terjadi peristiwa piping. Mula-mula hanya sedikit, tapi lama-lama menjadi banyak dan terbentuk



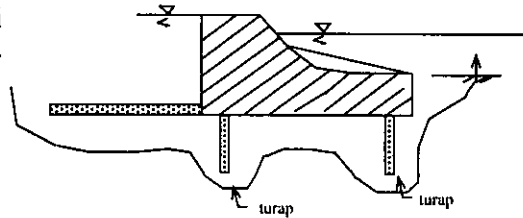
Gambar 3.7: Filter pada dinding penahan tanah.

pipa lubang dan akhirnya runtuh. Diatasi dengan dipasang pipa drainase, sehingga Δh menjadi kecil. Dibakang pipa debit "filter" sehingga butir tanah tidak ikut terbawa aliran air.



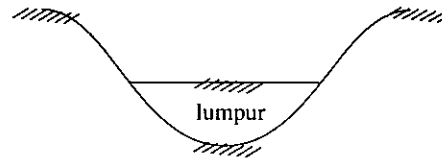
Gambar 3.8: Rembesan lewat bawah dinding.

3. Bendung disungai juga bisa terjadi piping, hal ini diatasi dengan memperpanjang turap dan menambah lantai.



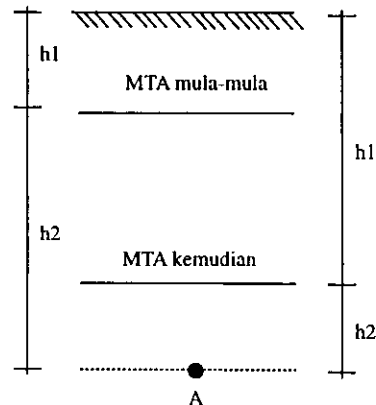
Gambar 3.9: Rembesan lewat bawah bendung dengan turap.

4. Kubangan lumpur di hutan sering merupakan sumber air. Ada aliran air keatas, sehingga kondisinya boiling (*quick condition*). Binatang atau orang yang terjerumus akan tenggelam makin bergerak makin tenggelam.



Gambar 3.10: Kubangan lumpur.

5. Perubahan tekanan aktif akibat penurunan muka air
 tekanan efektif dititik A
 mula-mula $\sigma_1 = h_1 \gamma_{sat} + h_2 \gamma'$
 setelah air turun $\sigma_2 = h_1' \gamma_{sat} + h_2' \gamma'$
 selisihnya = $h_3 \times (\gamma_{sat} - \gamma') = h_3 \gamma_w'$
 $\sigma_2 > \sigma_1$ tekanan efektif naik merupakan tambahan beban sehingga tanah turun karena konsolidasi. Pengambilan air berlebihan akan menurunkan muka air, hal ini merupakan masalah di kota-kota besar.



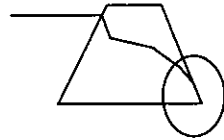
Gambar 3.10: Penurunan air tanah.

2. Peristiwa Liquefaction (tanah menjadi cair)

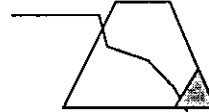
Dapat terjadi oleh pengaruh gempa bumi pada tanah pasir bersih, berbutir halus atau sedang tidak padat serta kenyang air. Guncangan mendadak yang berulang-ulang dapat menaikkan tekanan pori sehingga tekanan efektif tanah berkurang.

$$\sigma' = \sigma - u$$

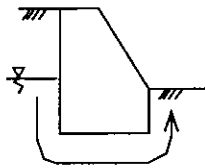
Jika u sangat besar σ' menjadi nol tanah seolah olah menjadi cair. Bangunan yang dibuat diatas tanah ini dapat ambles atau mengguling secara mendadak pada saat terjadi gempa bumi.



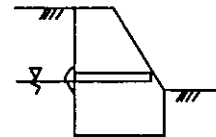
Gambar 3.11: Butir-butir terbawa atau piping.



Gambar 3.12: Drainase sebagai filter.



Gambar 3.13: Dinding pondasi tanah.



Gambar 3.14: Dinding dengan filter dari ijuk (Geoteksil).

3. Tanah Untuk Bahan Filter

Tujuan pemasangan drainase yang bersifat filter arah air diarahkan dan dihindari terbawanya butir tanah.

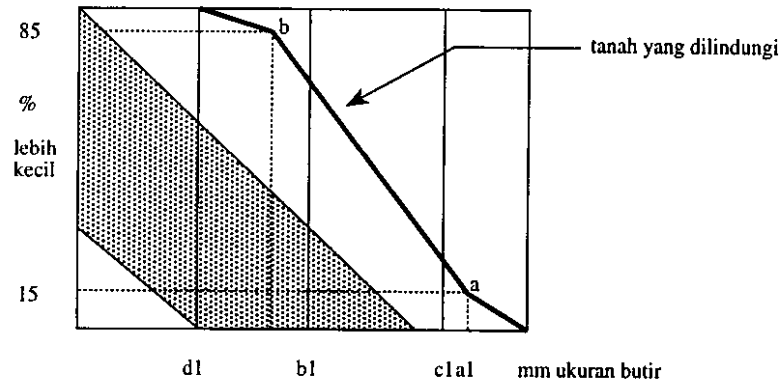
Syarat filter :

- Harus lebih permeabel dari tanah yang dilindungi. Sehingga air mengarah kesitu.
- Pori-pori tidak terlalu kasar, sehingga butir tanah tidak ikut terbawa.
- Gradasi butirnya filter harus cukup kasar sehingga filter tidak masuk lubang (jika filter ada didepan lubang /pipa).

Maka diagram gradasi filter harus ditetapkan dan memenuhi syarat sebagai berikut:

$$4 D_{85} S > D_{15} f > 5 D_{15} S$$

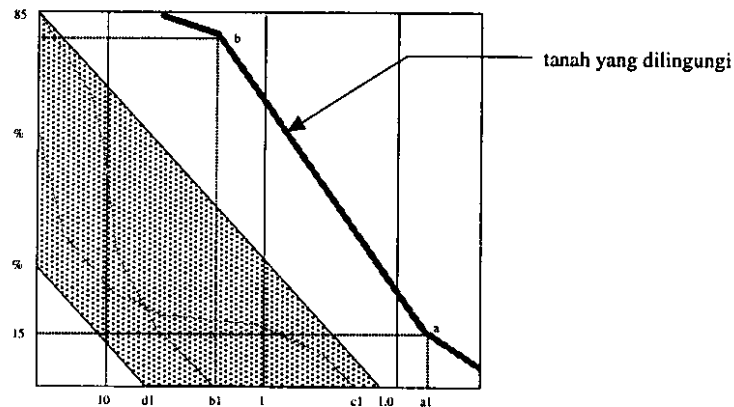
maka diagram gradasi bahan-bahan filter harus sebagai berikut :



Gambar 3.15. Kurva diagram tanah yang dilindungi dengan filter.

Contoh :

Diketahui gradasi suatu tanah seperti kurva tanah di bawah ini. Bahan yang bagaimana yang dapat berfungsi sebagai filter A



1. Tentukan $D_{15} S$ dan $D_{85} S$
 lihat gambar $D_{15} S = a_1$; $D_{85} S = b_1$
 diukur dengan mistar $D_{15} S = 0.061 \text{ mm}$
 $D_{85} S = 1.87 \text{ mm}$

membaca skala logaritma $\frac{\text{jarak } a_1 - 0.01}{\text{jarak } 0.1 - 0.01} = \frac{\log(a_1 / 0.01)}{\log(0.1 / 0.01)}$

Diukur dengan mistar :

$$\frac{19.6 \text{ mm}}{25 \text{ mm}} = \log \frac{a_1}{0.01}$$

$a_1 = 0.061 \text{ mm}$ dan $b_1 = 1.87 \text{ mm}$

2. Hitung

$$5D_{15} S = 5 \times 0.061 = 0.305 \text{ mm (c1)}$$

$$4D_{85} S = 4 \times 1.87 = 7.48 \text{ mm (d1)}$$

3. Plotkan titik $c1 = 0.305 \text{ mm}$ dan $d1 = 7.48 \text{ mm}$ pada garis A

tari dua kurva melalui c dan d yang kira-kira sejajar garis A

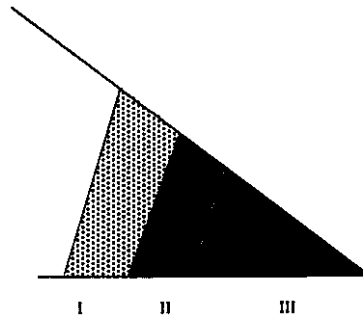
maka setiap bahan tanah yang kurva gradasinya terletak didaerah arsiran memenuhi syarat sebagai bahan filter misal B dan C

Apabila tanah yang dilindungi butir-butir sangat halus biasanya digunakan filter berlapis, misal:

I = Filter tanah yang dilindungi

II = filter dari filter I

III = Filter dari filter II

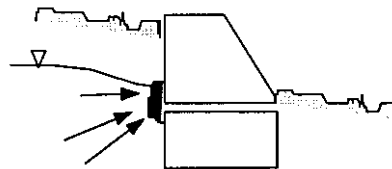


Gambar 3.16 : Lapisan filter

Untuk bahan filter yang diletakkan di depan pipa atau lubang lain misalnya drainase untuk dinding penahan tanah. Maka ada tambahan syarat agar bahan filter tidak akan terbawa masuk lubang.

Untuk lubang bulat : $D_{85} f > 1 \times \text{diameter lubang}$

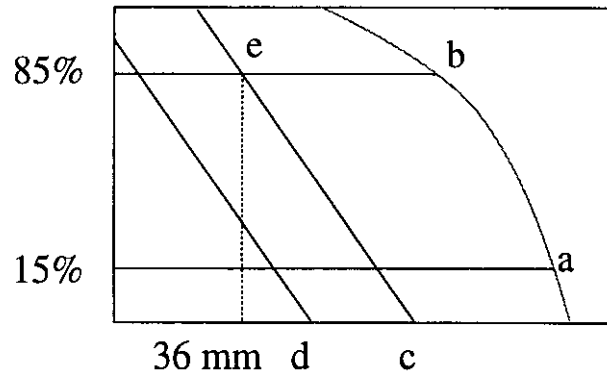
Untuk lubang persegi $D_{85} f > 1.2 b$ (sisi sisi lubang)



Gambar 3.17: Filter pada dinding penahan tanah

Maka untuk gradasi bahan filter ditentukan sebagai berikut: Misal dicari filter yang melindungi tanah A (kurva tergambar) dan akan diletakkan didepan lubang persegi lebar 30 mm

syarat $4 D_{85} S > D_{15} f > 5 D_{85} S$
 dan $D_{85} f > 1.2 \times 30 = 36$



Gambar 3.18: Kurva gradasi bahan filter.

ditetapkan $c = 5 D_{15} S$, dan $D = 4D_{85} S$
 ditambahkan diplotkan titik $e = 1.2 b = 36$ mm
 bahan filter harus terletak dibelakang garis c-e