



Topik 3

HIDROLOGI

menganalisis infiltrasi

KULIAH KE 3

- 
- ▶ Proses infiltrasi
 - ▶ Laju infiltrasi metode Horton dan indeks Φ

hubungan antara kelembaban tanah dan infiltrasi

1. Kapasitas menahan kelembaban tanah (Soil/ moisture holding capacity): Air di dalam tanah ditahan oleh gaya absorpsi permukaan butir-butir tanah dan tegangan antara molekul air.
2. Di sekeliling butir-butir tanah terdapat membran (lapisan tipis) air higroskopis yang diabsorpsi secara intensif. Makin jauh air itu dari permukaan butir tanah, makin lemah gaya absorpsi itu. Pada suatu jarak tertentu air itu hanya ditahan oleh tegangan antara butir-butir tanah. Air itu disebut air kapiler.
3. Jika air bertambah, maka air itu akan lebih dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan akan bergerak dalam rongga-rongga antara butir-butir tanah. Air ini disebut air gravitasi.

4. Gaya yang menahan pergerakan air disebut kapasitas menahan air (waterholding capacity) dan dinyatakan oleh gaya yang diperlukan untuk memisahkan air dari tanah.
5. Umumnya gaya ini dinyatakan dengan harga pF yakni logaritma dari tekanan air h (cm) atau $\log_{10} h$.
6. Umpamanya kelembaban yang ekuivalen yang menunjukkan kapasitas menahan air dari tanah adalah persentasi volume air yang masih tertahan setelah tanah yang jenuh air itu dibebani gaya sentrifugal sebesar 1.000 kali gaya gravitasi selama 40 menit. Gaya penahan pemisahan itu adalah kira-kira setengah dari tekanan udara: 500 cm. Jadi $\log_{10} 500 = 2,7$ pF.
7. Kapasitas menahan air dalam setiap keadaan dari kelembaban tanah adalah kira-kira 4,50 sampai 7 untuk air higroskopis, 2,70 sampai 4,20 untuk air kapiler dan kurang dari 2 untuk air gravitasi. Kesemuanya dinyatakan dalam harga pF.

Cara menentukan kelembaban tanah, ada 2 cara:

1. Tanah dikeringkan pada kira-kira 110°C untuk waktu yang lama sehingga beratnya menjadi tetap. Kemudian volume air yang terdapat dalam tanah itu dinyatakan sebagai perbandingan antara berat yang berkurang terhadap berat tanah yang dikeringkan.
2. Dengan menyatakannya dalam volume yakni dengan menghitung volume air yang terdapat dalam tanah.

harga kelembaban tanah:

1. Tetapan kelembaban tanah yang menentukan infiltrasi adalah kapasitas menahan air.
2. Banyaknya air yang dapat dikandung oleh tanah disebut kapasitas menahan air
3. Kapasitas menahan air maximum adalah kapasitas pada keadaan permukaan air tanah yang tinggi. Keadaan ini adalah keadaan menahan air dengan $pF=0$ yang terdapat pada bagian lapisan tanah yang terdekat pada permukaan air tanah.
4. Kapasitas menahan air yang minimum adalah banyaknya air yang tersisa (dinyatakan dalam ft) dari drainasi alamiah tanah yang jenuh air. Keadaan ini disebut kapasitas lapangan (field capacity), karena keadaan ini adalah sama dengan keadaan (kondisi) menahan air dari tanah yang kering dengan permukaan air tanah yang rendah sesudah mendapat curah hujan yang cukup selama 1 sampai 2 hari.
5. Kapasitas menahan air yang minimum yang menentukan infiltrasi disebut kapasitas menahan air normal. Harga pF pada kondisi kapasitas menahan air yang minimum adalah kira-kira 1,50 sampai 1,70.

Udara dalam tanah

- ▶ Komponen-komponen udara dalam tanah adalah hampir sama dengan komponen-komponen udara di atmosfer. Tetapi kadar karbon dioksid jauh lebih tinggi dibandingkan dengan yang terdapat di atmosfer dan kelembaban udaranya hampir 100%.
- ▶ Volume udara dalam tanah, Jika porositas dan laju volume air untuk setiap kedalaman lapisan lapisan tanah didapat (lihat rumus 5.3), maka laju kadar udara pada setiap kedalaman dapat diketemukan → Volume ini disebut kapasitas menahan udara (air holding-capacity) dan volume udara terhadap volume keseluruhan disebut laju menahan udara (air holding rate).

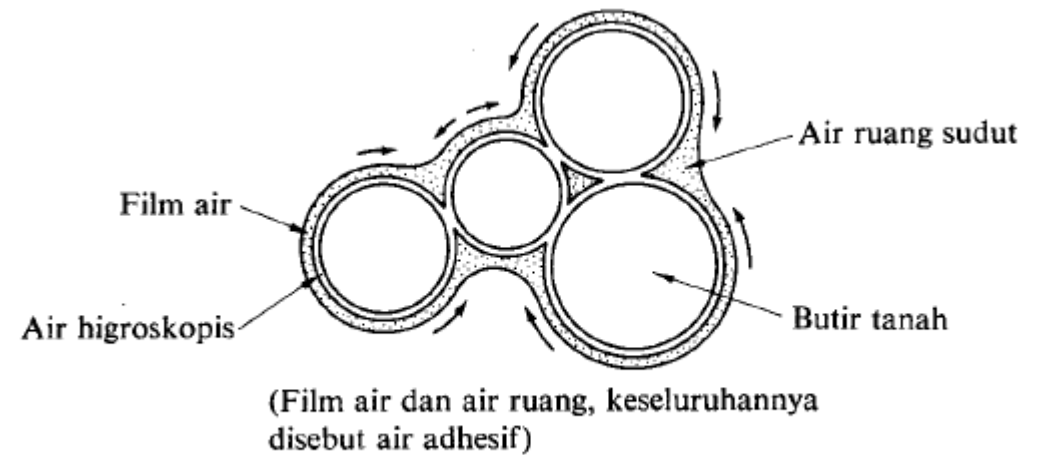
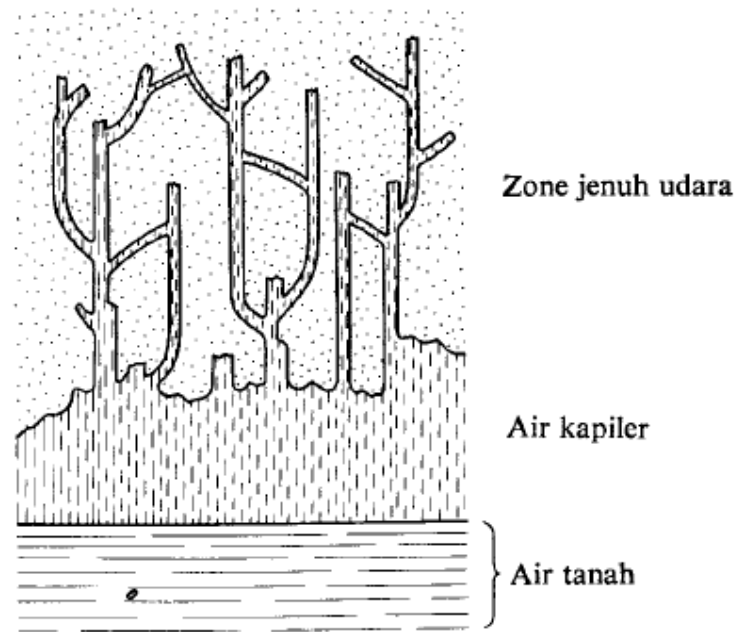
Pergerakan air dalam tanah:

Bentuk kelembaban dan kecenderungan gerakan: Air yang dapat bergerak dalam tanah adalah air kapiler dan air gravitasi.

- ▶ Tinggi kenaikan air yang disebabkan oleh tegangan kapiler adalah berbanding balik terhadap diameter pipa kapiler.
- ▶ Jadi makin banyak tanah itu mengandung butir-butir yang halus, makin tinggi kenaikan air dan makin besar butir-butir tanah makin kecil kenaikan airnya. Sebaliknya makin kecil butir-butir tanah, makin kecil kecepatan airnya, makin besar butir-butirnya makin besar kecepatan airnya.

Infiltrasi yang terpengaruh oleh tegangan kapiler disebut infiltrasi terbuka dan infiltrasi yang hanya dipengaruhi oleh gravitasi umumnya disebut infiltrasi tertutup.

Gbr. 5-3 Sketsa air kapiler.



Gbr. 5-4 Sketsa air adhesif dan air higroskopis.

Hukum pergerakan air tanah:

- ▶ $Q = kIA$ (cm^3 / jam)
- ▶ Q : debit air yang mengalir melalui potongan melintang tanah seluas A cm^2 .
- ▶ k : koefisien konduktif
- ▶ l : jumlah gradien potensial kapiler dan gradien gravitasi.
- ▶

Kondisi daerah pengaliran yang menjadi sumber aliran sungai, sangat mempengaruhi stabilitas dan variasi debit sungai.

- ▶ Jika sumber utamanya adalah limpasan permukaan, maka debit banjir sungai itu sudah tentu besar dan debit air rendah adalah kecil.
- ▶ Jika daerah pengaliran itu terdiri dari daerah berpasir dengan permeabilitas yang tinggi, dan jika tidak terdapat lapisan yang impermeabel di atas permukaan air tanah, maka limpasan permukaannya adalah kecil.
- ▶ Sepanjang tahun dapat diharapkan suatu debit yang agak tetap.

Faktor-faktor yang mempengaruhi infiltrasi:

- ▶ Dalamnya genangan di atas permukaan tanah dan tebal lapisan yang jenuh
- ▶ Kelembaban tanah
- ▶ Pemampatan oleh curah hujan
- ▶ Penyumbatan oleh bahan-bahan yang halus
- ▶ Pemampatan oleh orang dan hewan
- ▶ Struktur tanah
- ▶ Tumbuh-tumbuhan
- ▶ Udara yang terdapat dalam tanah

infiltrasi

Infiltrasi dimulai pada saat mulai ada hujan lebih dan terus terjadi meskipun hujan berhenti

Pada akhir hujan lebih, infiltrasi terjadi pada seluruh daerah → lama-lama berkurang secara konstan selama periode tertentu

istilah

Infiltrasi

- → selisih curah hujan dengan limpasan

Laju Infiltrasi

Kapasitas Infiltrasi

- → Kondisi Permukaan tanah, stuktur tanah, tumbuh-tumbuhan, dan suhu

Limpasan

- → intensitas hujan
- → kapasitas infiltrasi

Lag

- Antar waktu mulai hujan dan waktu mulai terjadi limpasan

Kurva Kapasitas Infiltrasi

Kurva kapasitas infiltrasi

- → limpasan permukaan

Bagian atas

- → curah hujan lebih → limpasan → detensi permukaan

Bagian bawah

- bawah → curah hujan yang meresap ke tanah

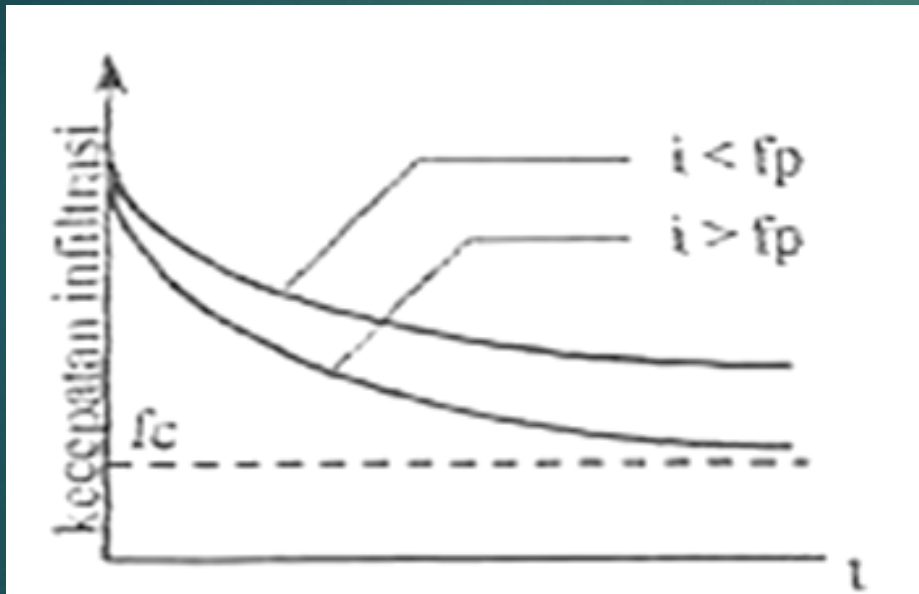
R. Horton

$$fp - fc = (fo - fc)e^{-kt}$$

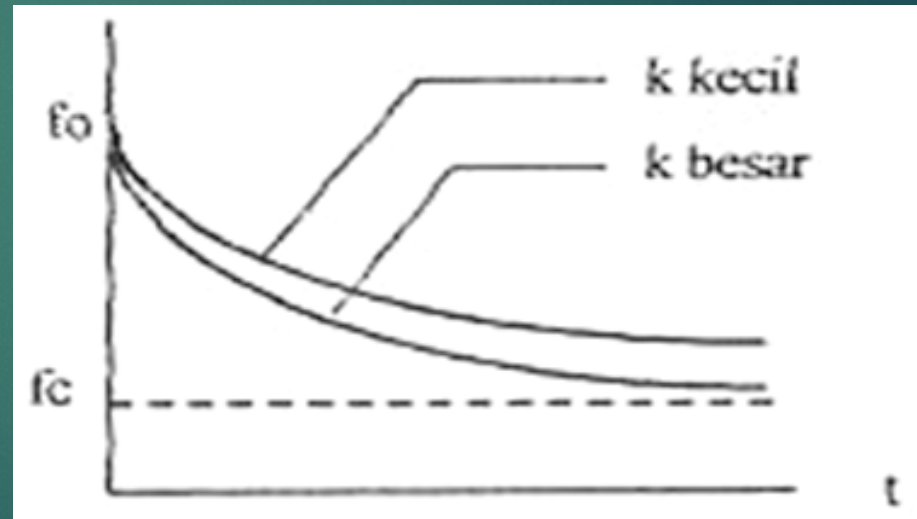
- fp = daya infiltrasi (mm/jam)
- fc = bagian dari daya infiltrasi yang konstan (mm/jam)
- fo = daya infiltrasi awal (mm/jam)
- k = faktor daerah pengaliran
- t = waktu (jam)

Kecepatan infiltrasi (kurva infiltrasi) Horton(1930)

Liku infiltrasi



Variasi infiltrasi dengan harga k



Penurunan rumus:

$$f - f_c = (f_0 - f_c).e^{-kt}$$

$$\log(f - f_c) = \log(f_0 - f_c) - K.t.\log e$$

$$\log(f - f_c) - \log(f_0 - f_c) = -K.t.\log e$$

$$t = \frac{-1}{K \log e} \log(f - f_c) - \log(f_0 - f_c)$$

$$t = \frac{-1}{K \log e} \log(f - f_c) + \frac{1}{K \log e} \log(f_0 - f_c)$$

Bentuk Umum:

$$y = mx + c$$

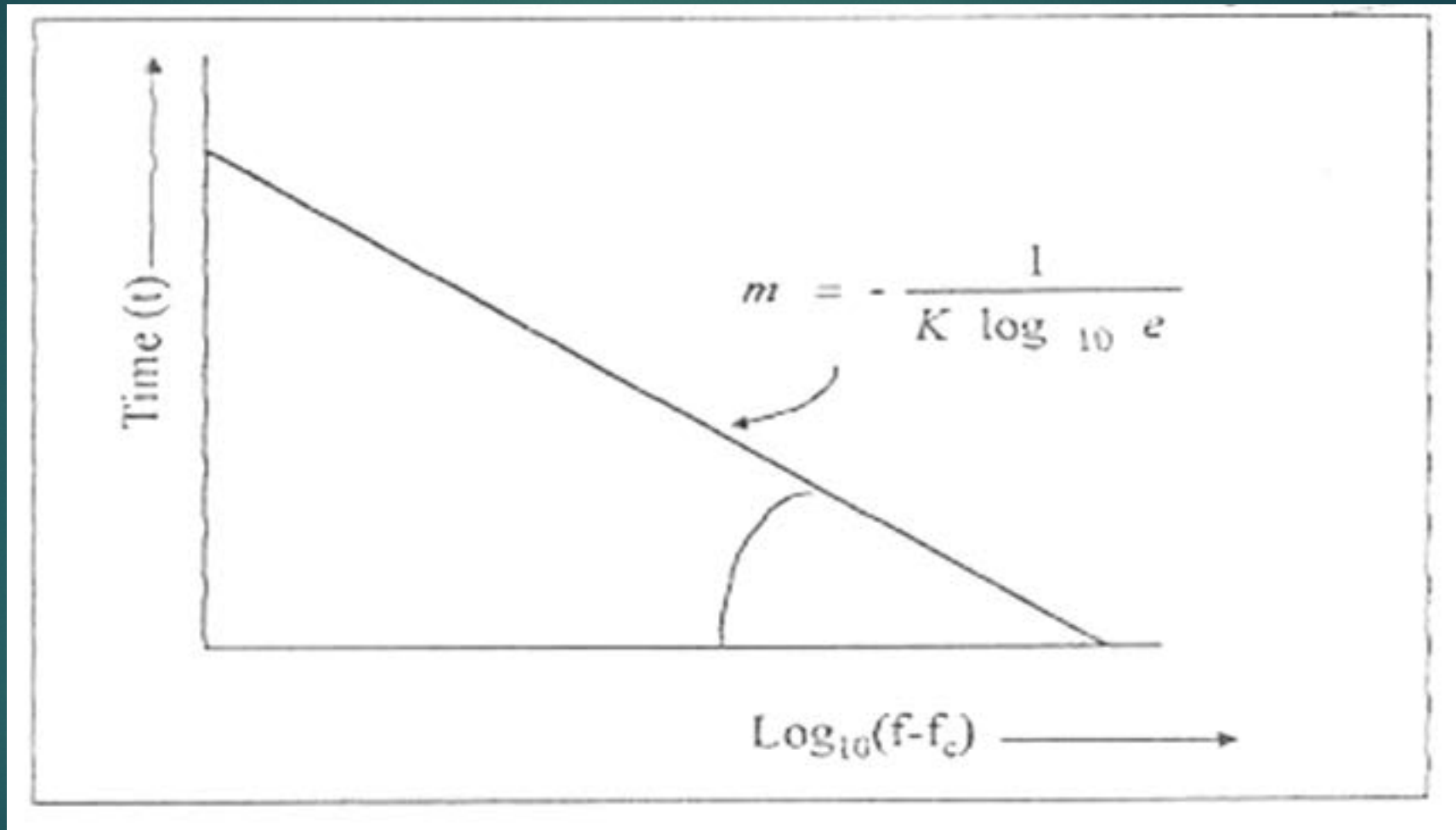
$$m = \frac{-1}{K \log e}$$

$$x \log(f - f_c)$$

$$c = \frac{1}{K \log e} \log(f - f_c)$$

- ▶ Persamaan linear → slope → negatif
- ▶ Jika t bertambah maka infiltrasi berkurang

Bentuk grafik :



Cara menentukan kapasitas infiltrasi:

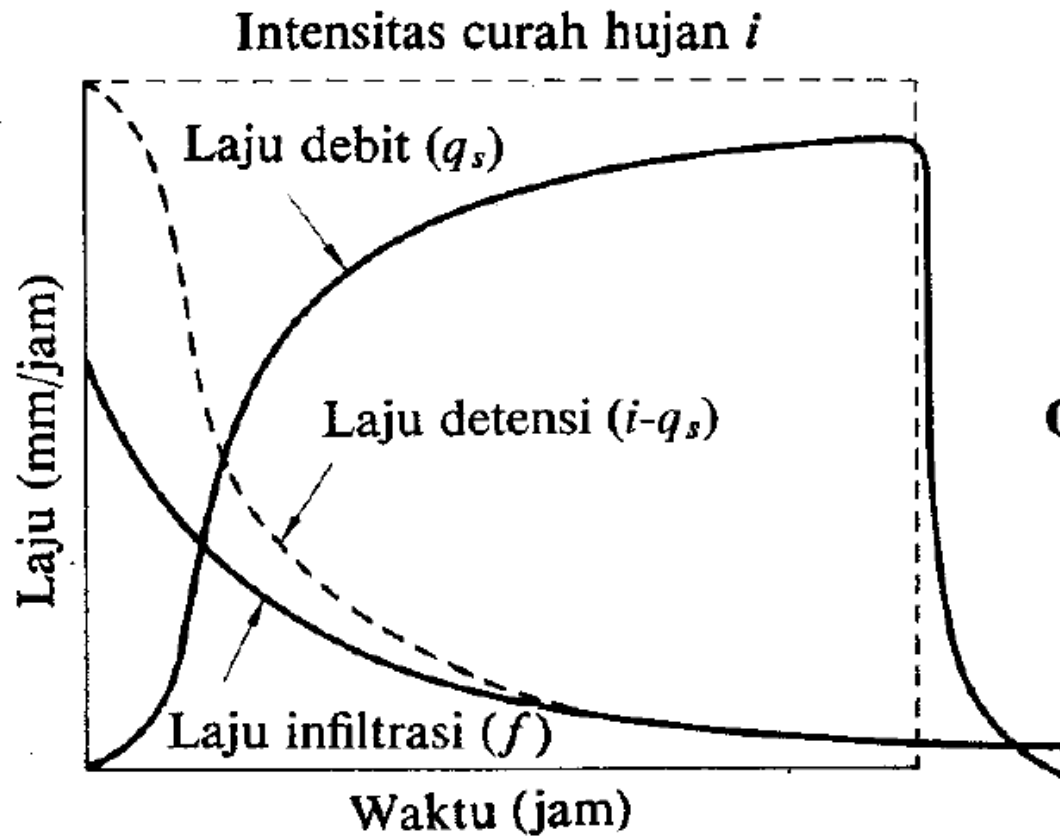
Langsung

- → alat ukur → infiltro meter dan rain simulator

Analisis (stasiun pengamat):

- Data hujan
- Data limpasan

Laju infiltrasi



Gbr. 5-7 Variasi laju infiltrasi dan laju detensi pada intensitas curah hujan yang tetap.

Pemanfaatan kurva infiltrasi

diagram curah hujan akan terbagi dalam dua

- ▶ bagian yakni bagian atas dan bagian bawah.
- ▶ Curah hujan yang sesuai dengan bagian atas dari kurva adalah curah hujan lebih yang sama dengan jumlah limpasan permukaan dan detensi permukaan
- ▶ Mengingat detensi permukaan itu kira-kira tetap, maka limpasan permukaan itu adalah curah hujan lebih dikurangi detensi permukaan.

menentukan bentuk kurva infiltrasi

1. Berapa besar kapasitas infiltrasi tanah pada permulaan curah hujan.
2. Bagaimana variasi kurva kapasitas infiltrasi itu selama perioda curah hujan, jika intensitas curah hujan kurang dari kapasitas infiltrasi.
3. Berapa besar kapasitas infiltrasi berubah selama curah hujan itu berhenti.
4. Bagaimana variasi musiman dari kapasitas infiltrasi.
5. Berapa besar perkiraan yang diperlukan untuk detensi permukaan.

Untuk 1 dan 3 harus diadakan terlebih dahulu pemeriksaan dengan uji (test) kapasitas infiltrasi di daerah yang bersangkutan. Penyelidikan untuk 4 harus dilaksanakan sesuai dengan Gbr. 5-6, dan 5 harus diperkirakan dari data yang diperoleh dari daerah yang bersangkutan.

menentukan kapasitas infiltrasi

