

Cara Sederhana Menentukan Permeabilitas Tanah Di Lapangan

Adyawati P. Tanzil



Dalam desain bangunan sipil, bangunan pengaman badan jalan maupun bendung salah satu parameter yang perlu diketahui adalah nilai koefisien permeabilitas tanah sekelilingnya. Hasil pemeriksaan permeabilitas di Laboratorium sering kali memberikan hasil yang tidak memuaskan, selain adanya faktor gangguan pada contoh tanah juga kurang mewakili keadaan sebenarnya di lapangan.

Banyak cara dan rumus-rumus yang dapat dipergunakan dalam pengukuran permeabilitas di lapangan yang akan dibahas di sini adalah cara sederhana menentukan permeabilitas tanah di lapangan yaitu dengan cara "falling/variable head test" dan beranggapan permeabilitas arah horizontal jauh lebih kecil dibandingkan permeabilitas arah vertikal.

PENDAHULUAN

Yang dimaksudkan dengan permeabilitas suatu jenis tanah adalah sifat dari tanah tersebut untuk dilalui air, seperti lapisan pasir mempunyai permeabilitas yang lebih besar dibandingkan lapisan lempung, biasanya dinyatakan sebagai koefisien permeabilitas berupa nilai/angka yang berkisar antara 10^{-1} s/d 10^{-9} cm/det.

Cara "falling/variable head test" adalah cara yang sederhana dan cukup akurat apabila percobaannya dilakukan cukup hati-hati di samping juga perlu keahlian.

Pengukuran permeabilitas tanah di lapangan dilakukan sebagai berikut:

- perhitungan permeabilitas tiap lapisan dari lubang bor dengan bantuan pipa casing.
- perhitungan permeabilitas dari alat standpipe Piezometer yang dihubungkan dengan pipa transparan yang telah ditera.

Koefisien permeabilitas k dapat dijelaskan merupakan fungsi dari:

- porosity tanah
 - bentuk dan ukuran rongga
 - kepadatan
 - kekentalan cairan (viscosity), suhu,
- sehingga permeabilitas tanah sangat tergantung dari koefisien konsolidasi c_v , stress history, topografi, ketebalan lapisan yang mempunyai permeabilitas tinggi, tingkat keretakan/celah batuan serta faktor-faktor luar lainnya.

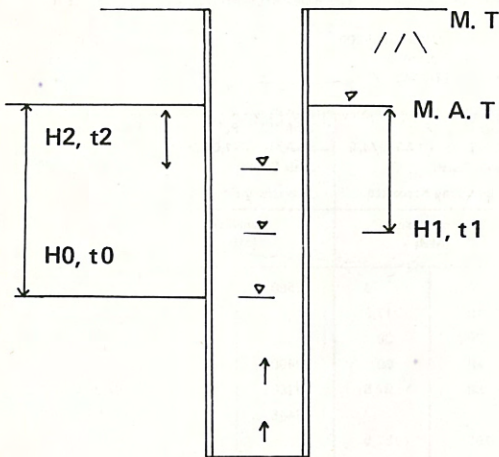
PRINSIP DASAR

- Sebelum percobaan pengukuran permeabilitas, perlu mengetahui terlebih dahulu elevasi muka air tanah asli (natural ground water level), dan selama percobaan dianggap konstan.
- Formula dari HVORSLEV adalah formula yang banyak dipakai dan dapat dipergunakan untuk berbagai kondisi. Prinsip dasar dari formula ini mengabaikan efek dari kompresibilitas tanah selama percobaan.
- Disarankan selama pengukuran berlangsung diusahakan tidak ada tekanan air yang "berlebihan" dan penambahan tekanan air tidak melampaui $\frac{1}{2}$ dari efektif overburden pressure.
- Pada pengukuran permeabilitas melalui pemasangan piezometer, filter material di sekeliling perforated tube (lubang di ujung piezometer) harus mempunyai permeabilitas yang lebih besar dari lapisan tanah yang akan diperiksa.
- Cara ini dianjurkan untuk lapisan tanah yang mempunyai koefisien permeabilitas antara 10^{-3} sampai 10^{-7} cm/det.
- Agar diperoleh hasil yang lebih akurat, dianjurkan melakukan beberapa kali percobaan/pembacaan begitu pula apabila diperoleh nilai koefisien permeabilitas yang meragukan atau perbedaan pembacaan yang menyolok.

ANALISA DATA

1. Urutan percobaan pengukuran permeabilitas tanah dari lubang pemboran (recovery method):

- Mengeluarkan air dalam pipa casing secara cepat, sehingga muka air dalam casing menjadi rendah (misalnya dengan timba, pompa).
- Ulangi mengeluarkan air beberapa kali sampai permukaan air menjadi stabil.
- Ukur kenaikan muka air tanah dengan memperhatikan waktu.
- Hubungan antara bermacam-macam muka air tanah dengan waktu digambarkan pada kertas semi-log (waktu dalam skala log dan penurunan/kenaikan air dalam skala normal).



Rumus:

$$k = \frac{A}{F(t_2 - t_1)} \ln(H_1/H_2)$$

$$F = 5,5 R$$

$$A = \pi R^2$$

$$k = \frac{2\pi R}{11(t_2 - t_1)} \ln(H_1/H_2)$$

di mana:

k = koefisien permeabilitas

A = luas penampang bor

F = faktor bentuk

H₁ = tinggi pengukuran selama t₁ setelah percobaan dimulai.

H₂ = tinggi pengukuran selama t₂ setelah percobaan dimulai.

R = jari-jari penampang bor.

M.T = Muka Tanah.

M.A.T. = Muka Air Tanah.

2. Urutan percobaan pengukuran permeabilitas dari standpipe piezometer adalah sebagai berikut:

2.1 Dengan alat bantu pipa transparan:

- Sambungkan standpipe dengan transparan pipe yang telah ditera.
- Isikan air ke dalam transparan pipe beberapa kali sampai diperoleh permukaan air yang stabil.
- Ukur penurunan muka air tanah di dalam transparan pipe dengan memperhatikan waktu.
- Hubungan antara bermacam-macam muka air tanah dengan waktu digambarkan pada kertas semi-log (waktu dalam skala log dan penurunan/kenaikan air dalam skala normal).

Rumus:

$$k = \frac{A}{F(t_2 - t_1)} \ln(H_1/H_2)$$

$$\frac{F}{D} = \frac{2,32 \pi (L/D)}{\ln \{ 1, 1(L/D) + \sqrt{[1 + 1, 1(L/D)^2]} \}}$$

di mana:

A = luas penampang standpipe

F = faktor bentuk

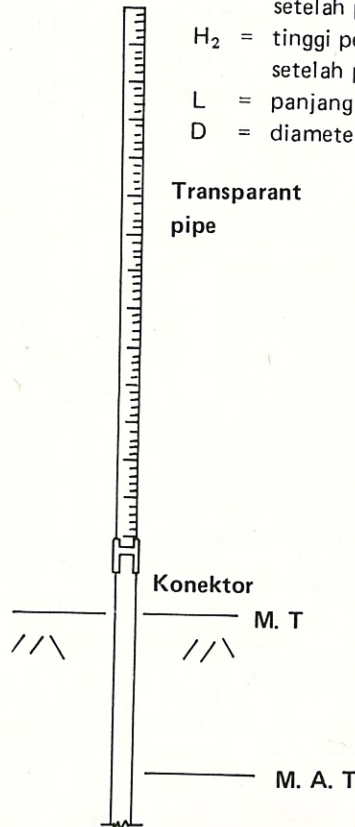
H₁ = tinggi pengukuran selama t₁ setelah percobaan dimulai.

H₂ = tinggi pengukuran selama t₂ setelah percobaan dimulai.

L = panjang piezometer tip.

D = diameter piezometer tip.

Transparan
pipe

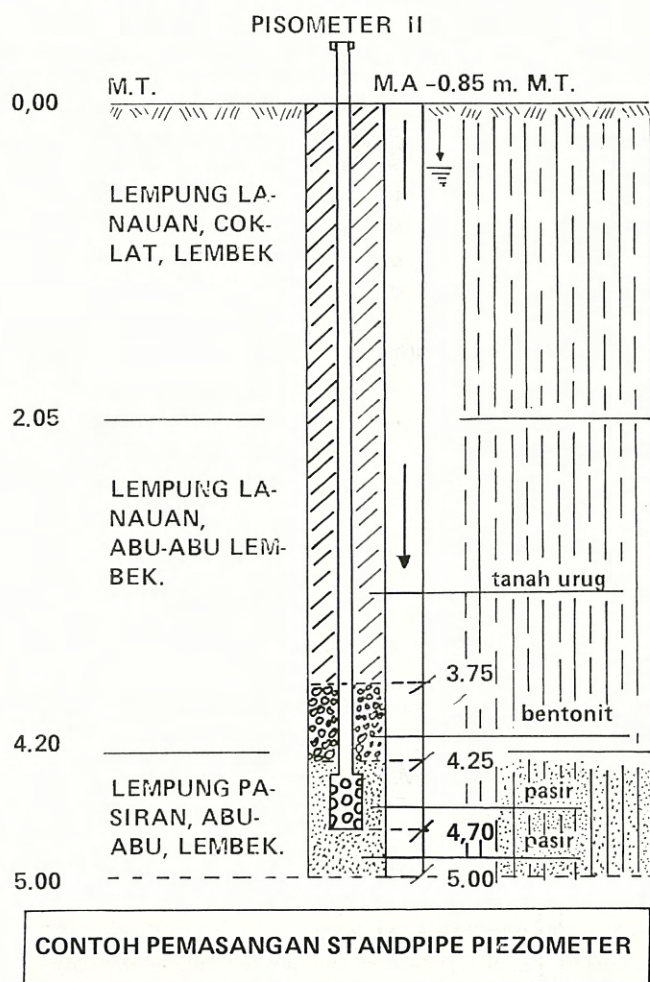


2.2 Dengan alat bantu dipmeter (alat pengukur elevasi muka air).

Sebelum percobaan dimulai, elevasi muka air dalam standpipe piezometer diperiksa, selanjutnya urutan percobaan sama dengan urutan percobaan pengukuran permeabilitas dari lubang pemboran (III.A.). Sedang rumus yang dipergunakan sama dengan III.B.1

KESIMPULAN

- Untuk berbagai variasi topografi, test permeabilitas (uji kelulusan air) di lapangan memberikan data yang lebih realistis dari yang dikerjakan di Laboratorium, karena percobaan dilakukan pada volume material yang besar dan sesuai dengan keadaan sebenarnya.
- agar diperoleh hasil yang cukup akurat dalam pengukuran permeabilitas di lapangan percobaan harus dilakukan hati-hati selain dipertukan keahlian dan pengalaman, karena kesalahan kecil dalam teknik dapat memberikan hasil yang menyolok.
- Oleh karenanya dalam pengukuran permeabilitas di lapangan perlu dilakukan percobaan beberapa kali dan mengulanginya apabila terjadi perbedaan pembacaan yang menyolok.



- Disarankan melakukan pengeplotan hasil pembacaan di lapangan untuk memperoleh dasar perhitungan waktu penurunan/kenaikan muka air.
- Perlu melakukan pengamatan mengenai sebab-sebab kelakuan fluktuasi muka air, apabila terjadi hal-hal yang meragukan.
- Untuk kondisi topografi yang bervariasi, stratigrafinya dijumpai adanya keretakan/celah pada batuan, akan diperoleh nilai permeabilitas yang sangat bervariasi dan nilai permeabilitasnya ditentukan oleh ketebalan lapisan yang permeabilitasnya tinggi.
- Cara ini dianjurkan untuk lapisan tanah yang mempunyai koefisien permeabilitas antara 10^{-3} sampai 10^{-7} cm/det.

FORMULIR PEMBACAAN PENURUNAN/KENAIKAN MUKA AIR PADA PERHITUNGAN PERMEABILITAS DENGAN PIEZOMETER

Pekerjaan : TOMO KM 64.00
Titik : P₁ (Lokasi II)
Tgl. Pembacaan : 22/7/83

Dibaca oleh: DD
Dihitung : AD

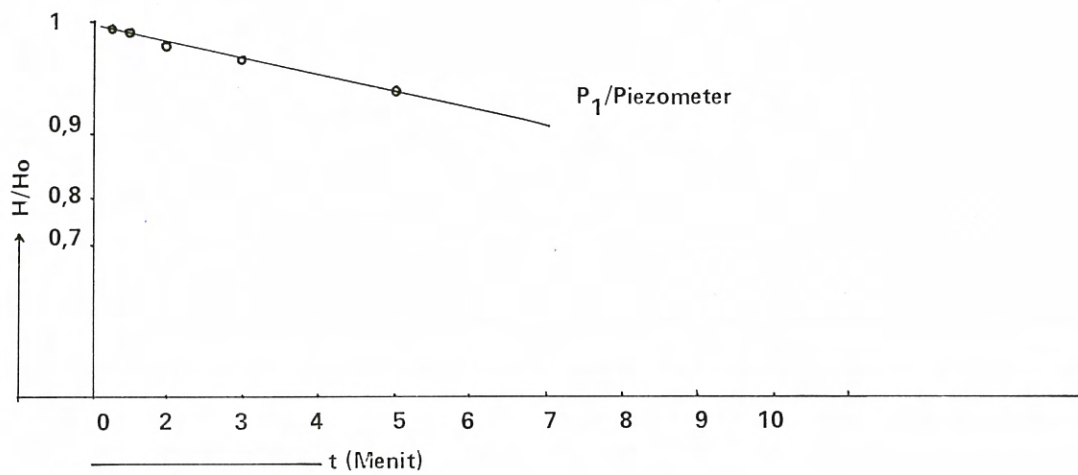
W a k t u (Menit)	Titik : P ₁ M.A.T : -1,50 M.M.T Jenis Tanah: Lempung Kipasiran		Titik : P ₂ M. A. T : -1,00 M.M. T Jenis Tanah: Lempung Kelanauan		Keterangan
	Penurunan [MM]		Kenaikan [MM]		
0	0	0	2580		P ₁ diukur dengan trans- parant pipe setinggi 1,50 M.
1/4	10	17,5			
1/2	20	30			P ₂ diukur dengan dip- meter dari M.T setempat.
1	40	50	2490		
2	80	87,5	2480		
3			2445		
4	155	152,5			
5			2390		
10	350	322,5	2320		

FORMULIR PEMBACAAN PENURUNAN/KENAIKAN MUKA AIR PADA PERHITUNGAN PERMEABILITAS DARI LUBANG PEMBORAN

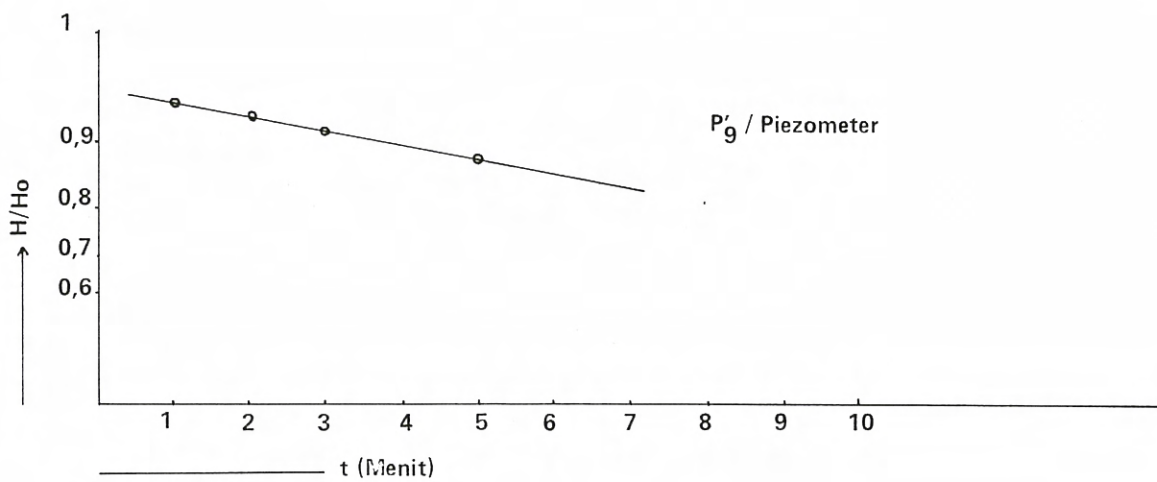
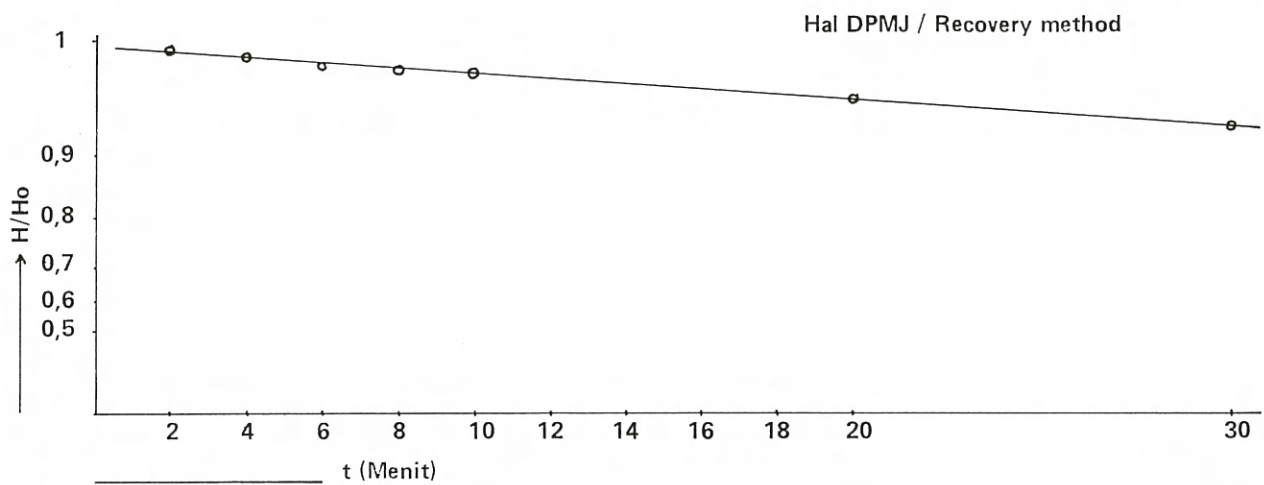
Pekerjaan : Halaman Blok D.P.M.J.
Titik : TP₁ (Testpit)
Tgl. Pembacaan : 12/9/83

Dibaca oleh: DY
Dihitung : AD

W a k t u (Menit)	Titik : TP ₁ M.A.T : -0,73 m M. T Jenis Tanah : Pasir Kelempungan		Titik : M.A.T : Jenis Tanah :		Keterangan
	Kenaikan [MM]		Kenaikan [MM]		
0	-4250				TP1 diukur terhadap muka tanah setempat
1/4					
1/2					
1					
2	-4220				
3					
4	-4210				
5					
6	-4190				
8	-4180				
10	-4175				
12	-4160				
16	-4135				
20	-4100				
30	-4030				



CONTOH MENENTUKAN HUBUNGAN WAKTU DAN H



HASIL PENGUKURAN PERMEABILITAS DI LAPANGAN PIEZOMETER

Lokasi	Titik	Kedalaman [M] dari M.T	Jenis Tanah	k [cm/det]	Keterangan
I (Tomo)	P1	-1,70	Lempung Kepasiran	$1,4 \times 10^{-5}$	P' adalah percobaan dengan Dipmeter
	P2	-5,50	Lempung Kepasiran sedikit kerikil	$(1,33-5,44) \times 10^{-6}$	
	P3	-7,15	Pasir Lempungan	$1,18 \times 10^{-6}$	
	P4	-11,45	Serpih Segar**)	$3,11 \times 10^{-6}$	
II (Tomo)	P5	-1,45	Lempung Kerikilan	$1,41 \times 10^{-5}$	**) Nilai k bervariasi tergantung dari tingkat pelapukannya.
	P5'			$1,25 \times 10^{-5}$	
	P6	-1,90	Lempung Kepasiran	$(2,33-3,21) \times 10^{-5}$	
	P7	-4,80	Serpih Lapuk Kuat**)	$1,20 \times 10^{-4}$	
III (Tomo)	P8	-11,80	Serpih Segar**)	$2,57 \times 10^{-6}$	
	P9	-3,40	Lempung Kelanauan	$2,29 \times 10^{-5}$	
	P9'			$1,90 \times 10^{-5}$	
	P10	-9,40	Serpih Segar**)	$2,3 \times 10^{-6}$	
	P10'			$5,18 \times 10^{-6}$	
	P11	-12,00	Serpih Lapuk Sedang**)	$(1,36-2,23) \times 10^{-5}$	
IV (Tomo)	P12	-1,30	Lempung Kepasiran	$(7,02-13,7) \times 10^{-5}$	
	P13	-3,35	Pasir Lempungan sedikit Kerikil	$(1,09-3,77) \times 10^{-5}$	
V (D.P.M.J)	P1	-7,80	Lempung Kelanauan sedikit Pasir	$1,41 \times 10^{-5}$	
	P11	-4,80	Lempung Pasiran Lembek	$1,13 \times 10^{-3}$	

HASIL PENGUKURAN PERMEABILITAS DI LAPANGAN DARI HASIL PEMBORAN

Lokasi	Titik	Kedalaman [M] dari M.T	Jenis Tanah	k [cm/det]	Keterangan
Halaman D.P.M.J	I	(4,50-4,90)	Pasir Lempungan	$1,04 \times 10^{-4}$	Hasil pemeriksaan di Laboratorium k = (2,45-3,33) $\times 10^{-6}$

Menurut TERZAGHI & PECK, 1967

Jenis tanah	k (cm/det)	Permeabilitas relatif
Kerikil	$> 10^{-1}$	tinggi
Kerikil Pasiran	$10^{-1} - 10^{-3}$	sedang
Pasir	$10^{-3} - 10^{-5}$	rendah
Lempung Kelanauan	$10^{-5} - 10^{-7}$	sangat rendah
Lempung	$< 10^{-7}$	tidak lulus air

Jenis batuan	K (cm/det)
Batu lempung keras	$600 - 2000 \times 10^{-9}$
Batu kapur/limestone	$0,70 - 120 \times 10^{-9}$
Serpih	$10^{-3} - 10^{-4}$
Batu pasir	$160 - 12000 \times 10^{-9}$

DAFTAR PUSTAKA

1. *Foundation Engineering Handbook*, Tsai Yang Fang & Winterkorn.
2. *British Standard*, 5930, 1981.
3. *Design Manual Soil Mechanics*, Foundations, and Earth Structures Navfac DM 7, March 1971.
4. *Geotechnical Instruments*.

Penulis:

Ir. Adyawati P. Tanzil adalah Sarjana Sipil Universitas Parahyangan 1978, anggota Organisasi Profesi HPJI.

Mulai bekerja di Pusat Litbang Jalan tahun 1978 dan aktif melakukan penelitian bidang geoteknik.

