

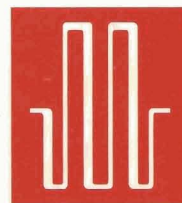
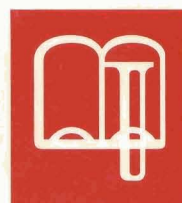
Jurnal

KETEKNIKAN PERTANIAN

ISSN 0216-3365

Terakreditasi "A"
SK No. 395/DIKTI/Kep/2000

VOL. 19, No. 2
AGUSTUS 2005



Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
Indonesian Society of Agricultural Engineering

**PENGUKURAN KONDUKTIVITAS HIDROLIKA TANAH JENUH
-Penentuan Diameter Pipa-Tegak (Standpipe) pada Metode Falling-Head-**

Budi I. Setiawan¹

Landasan Teori

Berdasarkan hukum Darcy, persamaan untuk menghitung aliran air dalam bahan berpori yang homogen dan isotropis dalam satu dimensi dapat ditulis sebagai berikut (Koorevaar, *et.al.*, 1983):

$$q = K_s \frac{dH}{dz} \tag{1}$$

Dimana, q adalah aliran air yang mengalir per satuan luas penampang atau biasa disebut fluks (cm/dt); K_s adalah konduktivitas hidrolika jenuh (cm/dt); H adalah tekanan total per densitas air, *pressure head* (cm); dan z adalah panjang (cm)

Metode *Falling-Head* mengukur K_s menggunakan skema pengukuran seperti terlihat pada Gambar 1. Pertama kali, sampel tanah dalam tabung silinder dijenuhkan terlebih dahulu dengan cara ditempatkan di atas landasan pasir yang jenuh air dan dibiarkan beberapa lama hingga air bergerak secara kapiler dan membasahi seluruh permukaan tanah di bagian atasnya. Kemudian, tabung silinder itu dihubungkan dengan pipa-tegak sedemikian rupa sehingga diantaranya tertutup rapat agar tidak terjadi rembesan air. Setelah pipa-tegak diisi air melampaui h_1 , air dibiarkan bergerak turun secara gravitasi. Pencatatan waktu menggunakan *stopwatch* dimulai saat muka air

mencapai h_1 dan berhenti saat mencapai h_2 . Pengukuran berikutnya terus diulang beberapa kali hingga diperoleh rata-rata waktu (t) penurunan muka air.

Jika luas permukaan sampel tanah, A (cm²) dan pipa, a (cm²) serta waktu penurunan muka air, t (dt) maka Persamaan 1 dapat ditulis sebagai berikut.

$$Q = K_s \frac{h}{L} A = -a \frac{dh}{dt} \tag{2}$$

Dimana, Q adalah debit aliran air (cm³/dt). Tanda negatif di depan a diberikan agar aliran air kearah bawah menjadi positif mengingat gradien H bernilai negatif. Dengan mengintegrasikan Persamaan 2 dari h_1 to h_2 akan diperoleh persamaan untuk menghitung K_s sebagai berikut (Bowles, 1986).

$$K_s = \frac{aL}{At} \ln \left(\frac{h_1}{h_2} \right) \tag{3}$$

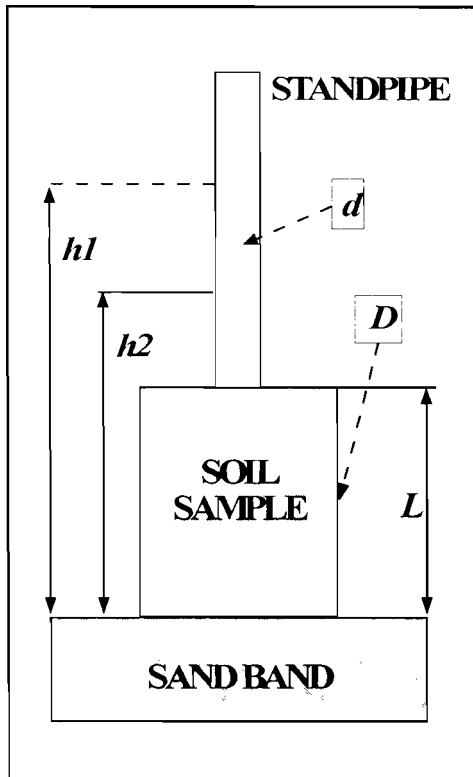
Penentuan Diameter Pipa

Seperti telah diuraikan di atas, biasanya h_1 dan h_2 ditentukan berjarak tertentu dan masing-masing lokasinya ditandai pada pipa-tegak. Dengan demikian, pengukuran hanya dilakukan dengan mencatat waktu, t . Mengingat jenis tanah sangat bervariasi dimana nilai

¹ Departemen Teknik Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

K_s bervariasi pula secara eksponensial (Tabel 1), jika hanya menggunakan satu diameter pipa-tegak tertentu saja akan diperoleh lama pengukuran mulai dari hitungan detik bahkan sampai harian. Oleh karena itu, disini diperlukan suatu prosedur untuk menentukan diameter pipa-tegak dimana dengan menggunakannya akan diperoleh lama pengukuran yang lebih leluasa (*convinient*). Biasanya dalam pengukuran dengan metode *Falling Head*, dimensi A dan L (Persamaan 3) sudah tertentu sesuai tabung silinder yang tersedia atau yang digunakan untuk mengambil sampel tanah. Dengan demikian, pemilihan dimensi a menjadi penting dalam menentukan lama pengukuran, t .

Berikut ini diperkenalkan program komputer praktis untuk menentukan diameter pipa yang dimaksud. Program



Gambar 1. Skema Pengukuran K_s dengan Metode *Falling-Head*

Tabel 1. Perkiraan orde K_s berdasarkan pada Tekstur Tanah

Tekstur Tanah	Diameter Partikel (mm)	Orde K_s (cm/s)
Liat	<0.0002	<10 ⁻⁵
Lempung	0.0002~0.02	10 ⁻⁵ ~10 ⁻³
Pasir Halus	0.02~0.0	10 ⁻³ ~10 ⁻¹
Pasir Kasar	0.2~2.0	10 ⁻¹ ~1
Kerikil	>2.0	>1

komputer ini dibuat dalam lingkungan *Microsoft Word* dengan menggunakan fasilitas *Control Toolbox* dan *Visual Basic Editor (VBE)*. Program komputer ini menerima 4 (empat) masukan (*input*) yang harus diisikan dalam setiap *TextBox* di bawah ini:

- Diameter tabung silinder, $D = 5$ cm;
- Panjang tabung silinder, $L = 5$ cm;
- Tinggi awal muka air dalam pipa-tegak, $h_1 = 30$ cm;
- Tinggi akhir muka air dalam pipa-tegak, $h_2 = 20$ cm.

Setelah setiap *TextBox* selesai diisi angka secara spontan dilakukan kalkulasi dan luarannya (*output*) disajikan dalam bentuk Tabel 2. Dimana, pada kepala tabel (*header*) baris pertama tersusun perkiraan orde K_s , dan pada kolom pertama tersusun berbagai ukuran diameter pipa-tegak, a . Di sini dapat dilihat perkiraan lama pengukuran, t untuk berbagai kombinasi K_s dan d . Program ini dilengkapi juga dengan tombol opsi (*Option Button*) untuk memilih salah satu satuan waktu, yaitu Hari, Jam, Menit atau Detik. Dengan memilih salah satu tombol opsi tersebut akan terjadi pengkonversian satuan waktu lama pengukuran.

Tabel 2. Perkiraan lama pengukuran untuk berbagai kombinasi K_s dan diameter pipa d .

○ Hari ○ Jam ○ Menit ● Detik

K _s (cm/s) d (mm)									
	1E-00	1E-01	1E-02	1E-03	1E-04	1E-05	1E-06	1E-07	1E-08
0.5	0	0	0	0	2	20	203	2,027	20,273
2	0	0	0	3	32	324	3,244	32,437	324,372
3	0	0	1	7	73	730	7,298	72,984	729,837
4	0	0	1	13	130	1,297	12,975	129,749	1,297,488
5	0	0	2	20	203	2,027	20,273	202,733	2,027,326
6	0	0	3	29	292	2,919	29,193	291,935	2,919,349
7	0	0	4	40	397	3,974	39,736	397,356	3,973,558
8	0	1	5	52	519	5,190	51,900	518,995	5,189,953
9	0	1	7	66	657	6,569	65,685	656,853	6,568,535
10	0	1	8	81	811	8,109	81,093	810,930	8,109,302

Sebagai contoh, bila masukannya sebagaimana tertulis pada *TextBox* di atas dan tanahnya termasuk tekstur Lempung ($K_s=10^{-5}\sim 10^{-3}$), mungkin sebaiknya dipilih diameter pipa-tegak, $d = \pm 5$ cm karena berada dalam kisaran lama pengukuran 20 detik ~ 34 menit.

Artikel ini beserta program komputernya dapat diperoleh di website: www.ipb.ac.id/~jtep atau dengan mengirimkan e-mail ke penulisnya (budindra@ipb.ac.id).

Pustaka

Bowles, J.E. 1986. Engineering Properties of Soils and their Measurement. Third Edition. McGraw-Hill Book Company. New York. Hal: 101~105.
 Koorevaar, P., G. Menelik and C. Dirksen. 1983. Elements of Soil Physics. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam. Hal: 115~119.