PENENTUAN NILAI KONDUKTIVITAS HIDROLIK TANAH PADA T_{50} UNTUK PENEJERNIHAN AIR PADA APLIKASI INFILTRATION GALLERY DI SURABAYA

Maritha Nilam Kusuma, Yulfiah
Teknik Lingkungan - ITATS JL Arief Rahman Hakim 100 Surabaya
e-mail: maritha_kusuma@yahoo.com

ABSTRACT

Purifying water system used infiltration method not held yet in Indonesia, but In Europe have aplicated, because has natural mechanism. On rhe soil have phisical and biological treatment so that it can remove organic and anorganic polutant. This method could save coagulant cost and energy consuotion, it might be the price of water for metres cubic can be cheaper. This observation has to analized conductivity hydraulic value to found the permeability. This metode used Constant head Permeameter based STM D 2434-68 SNI 03 - 6871 , 2002. Soil sample were taken in urabaya, Sidoarjo, Gresik, Madura, Lumjang dan Mojokerto. The result is conductivity hydraulic value for each depth in many site.

Keyword: *Infiltration Gallery, conductivity hydraulic.*

ABSTRAK

Sistem penjernihan air dengan metode *infiltration gallery* belum dilakukan di Indonesia, akan tetapi di Negara Eropa sangat umum digunakan, karena mekanisme prosesnya yang sangat alami. Dimana terjadi proses purifikasi fisik dan biologis di dalam tanah sehingga polutan organik dan anorganik dapat dihilangkan. Metode ini dapat menekan konsumsi tawas dan energi, sehingga biaya per meter kubik air menjadi lebih murah. Hal-hal yang perlu dianalisis dalam penelitian pendahuluan ini adalah tingkat permebilitas tanah yang ditunjukkan dengan nilai konduktivitas hidrolik. Penelitian menggunakan metode sistem sampling *undisturb* tanah yang kemudian dianalisis nilai konduktivitasnya dengan *Constant head Permeameter* sesuai ASTM D 2434-68 SNI 03 - 6871 tahun 2002. Sampel tanah diambil dari Surabaya, Sidoarjo, Gresik, Madura, Lumajang, dan Mojokerto. Hasil yang didapatkan adalah nilai konduktivitas hidrolik dari tiap-tiap kedalaman pada masing-masing sampel tanah dari enam kota tersebut.

Kata Kunci: *Infiltration Gallery*, Konduktivitas Hidrolik.

Pendahuluan

Sungai Wonokromo merupakan sumber air baku yang digunakan untuk Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Sungai ini merupakan muara dari sungai-sungai yang berada di DAS Brantas sehingga membawa beban pencemar tinggi. Pada penelitian awal menunjukkan bahwa nilai TSS, sulfat, amonia bebas, BOD, detergent dan T.coli yaitu 68 mg/l, 28,66 mg/l, 13,69 mg/l, 10 mg/l, 0,64 mg/l, dan 7,5 x 10^6 MPN/100 ml. Menurut PP No 82 tahun 2001 menyatakan bahwa parameter tersebut melebihi baku mutu golongan 2. Beban pencemar yang tinggi tersebut diperlukan suatu teknologi pengolahan air bersih yang ramah lingkungan dan ekonomis.Beberapa upaya sehubungan dengan perkembangan teknologi dalam penyediaan dan pemanfaatan air yang tepat guna telah dilakukan. Untuk mendapatkan air bersih dengan cara yang mudah dan relative murah, misalnya dengan penyaringan sederhana (filtrasi) menggunkan media pasir dan atau tanah. Penelitian terdahulu menyebutkan bahwa nilai konduktivitas hidrolik yang kecil maka kandungan air didalamnya semakin besar [9]. Hal ini merupakan acuan untuk menentukan jenis tanah mana yang mampu mengalirkan air. Sehingga peneliti mampu menentukan apakah jenis tanah di Surabaya mampu digunakan sebagai infiltration gallery atau tidak. Penyebaran suatu senyawa di dalam tanah dipengerahui oleh, konduktivitas hidrolik, proses mikrobiologi, dan faktor fisik kimia [7], sehingga sangat tepat untuk menganalisis nilai konduktivitas tanah di surabaya.

Tinjauan Pustaka

Filtrasi

Filtrasi adalah proses penyaringan untuk menghilangkan zat padat tersuspensi dari air melalui media berpori-pori. Filtrasi termasuk dalam golongan proses mekanis atau fisik. Efek utama filtrasi adalah penahanan partikel-partikel yang memiliki ukuran lebih besar dari ukuran pori filter. Selain efek mekanis tersebut, didalam filter juga terdapat pengaruh mekanisme transport dan pengendapan massa. Hal ini berperan dalam penyisihan partikel juga terhadap partikel koloid bahkan zat padat terlarut. Pada tabel menunjukkan mekanisme pindah massa, pengendapan dan pertukaran massa dan parameter proses.

Tabel 1 Mekanisme Proses Filtrasi

No.	Mekanisme	Pengertian
Transport massa		
1.	Pembagian jalur aliran	Pembagian jalur aliran berpengaruh pada posisi partikel atau bahan terlarut terhadap bahan filter. dengan perubahan posisi dari tengah ke pinggir aliran, kemungkinan kontak antar partikel dan bahan filter meningkat.
2.	Translasi	Aliran laminar air akan membentuk distribusi kecepatan parabolik, sehingga partikel akan cenderung berputar dan bergerak mengarah ke butiran filter.
3.	Sedimentasi	Partikel mengalami percepatan ke arah bawah dengan perbedaan densitas dari air dan partikel serta diameter partikel, pergerakan ini biasanya terjadi pada partikel dengan diameter lebih besar dari 2×10^{-3} mm.
4.	Difusi	Transpor dengan arah yang tidak beraturan, terutama bahan terlarut dan partikel dengan ukuran kurang dari 10^{-3} mm.
Penempelan bahan		
1.	Kekuatan gaya van der Wall	Kekuatan yang berdasarkan daya atas gaya tarik menarik partikel atau antara partikel dan bahan filter, sehingga selalu berpengaruh menarik
2.	Kekuatan Elektrokinetis	Daya ini berpengaruh antar partikel dengan muatan sejenis atau tidak sejenis. Akibat dari potensi listrik lapisan permukaan bahan filter dan air, terjadi muatan positif pada permukaan bahan filter
3.	Adsorpsi	Adsorpsi merupakan penempelan bahan pada lapisan batas permukaan, sehingga daya ikatan atom-atom pada permukaan bahan filter hanya ke arah dalam.
4.	Reaksi kimia	Bahan filter digunakan tidak hanya sebagai permukaan penempelan, tetapi bahan filter dipilih sehingga dapat bereaksi dengan bahan-bahan pengotor air.
Pertukaran Bahan		
1.	Kejadian biologis	Bahan filter digunakan sebagai tempat tumbuh mikroorganisme.

Sumber : [3]

Konduktivitas Hidrolik

Permeabilitas adalah sifat yang menyatakan laju pergerakan suatu zat cair melalui suatu media yang berpori-pori dan disebut konduktivitas hidrolika dan permeabilitas adalah cepat lambatnya air merembes ke dalam tanah baik melalui pori makro maupun mikro baik ke arah horizontal maupun vertikal. Permeabilitas tanah memiliki lapisan atas dan bawah. Lapisan atas berkisar antara lambat sampai agak cepat (0,20–9,46 cm/jam), sedangkan di lapisan bawah tergolong agak lambat sampai sedang (1,10-3,62 cm/jam)

Permeabilitas berbeda dengan drainase yang lebih mengacu pada proses pengaliran air saja, permeabilitas dapat mencakup bagaimana air, bahan organik, bahan mineral, udara dan partikel – partikel lainya yang terbawa bersama air yang akan diserap masuk kedalam tanah. Faktor – faktor yang mempengaruhi permebilitas menurut [3]. antara lain sebagai berikut:

a. Tekstur

Tekstur sangat mempengaruhi permeabilitas tanah. Hal ini dikarenakan permeabilitas itu adalah melewati tekstur tanah. Misalnya tanah yang bertekstur pasir akan mudah melewatkan air dalam tanah.Hal ini terkait dengan pengaruh tekstur terhadap proporsi bahan koloidal, ruang pori dan luas permukaan adsorptive, yang semakin halus teksturnya akan makin banyak, sehingga makin besar kapasitas simpan airnya, hasilnya berupa peningkatan kadar dan ketersediaan air tanah.'

b. Struktur

Struktur juga mempengaruhi permebilitas. Semakin banyak ruang antar struktur, maka semakin cepat juga permeabilitas dalam tanah tersebut. Misalnya tanah yang berstruktur lempeng akan sulit di tembus oleh air dari pada berstruktur remah.

c. Porositas

Porositas atau ruang pori adalah rongga antar tanah yang biasanya diisi air atau udara. Pori sangat menentukan sekali dalam permeabilitas tanah, semakin besar pori dalam tanah tersebut, maka semakin cepat pula permeabilitas tanah tersebut.

d. Viskositas

Viskositas sama juga dengan kekentalan air, semakin kental air tersebut, maka semakin sulit juga air untuk menembuas tanah tersebut.

e. Gravitasi

Gaya gravitasi atau gaya tarik bumi juga sangat menentukan permeabilitas tanah, karena permeabilitas adalah gaya yang masuk ke tanah menurut gaya gravitasi.

Adapun untuk mengetahui kriteria permeabilitas tanah dapat dilihat pada tabel 2 berikut :

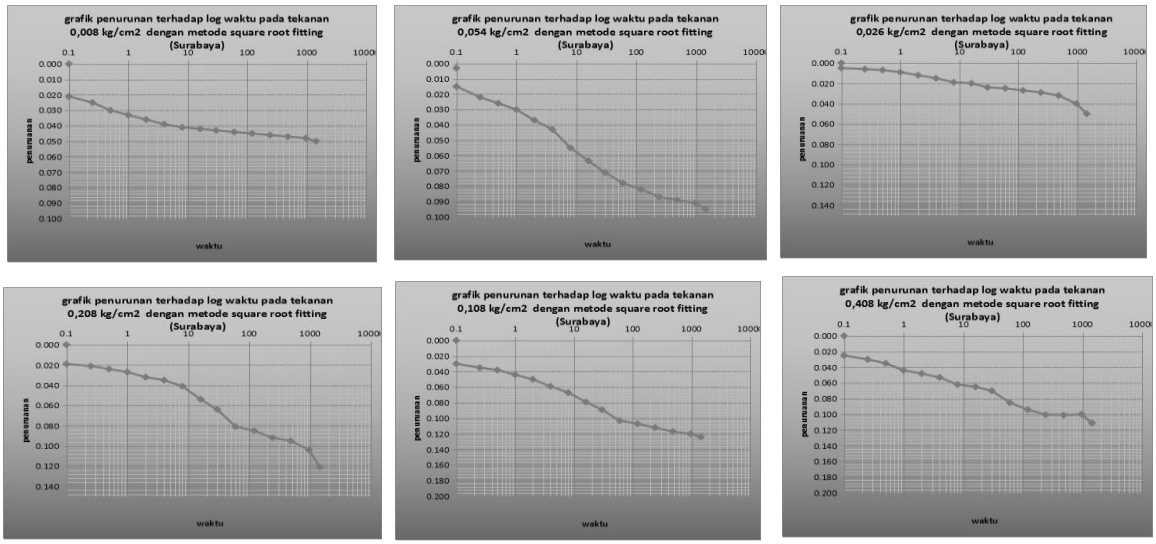
Tabel 2 Nilai koefisien permeabilitas

Bahan	Koefisien permeabilitas (m/detik)	Uraian
Kerikil	$\geq 0{,}01$	Dapat dikeringkan dengan pemopaan, yaitu air akan keluar dari rongga karena gravitasi
Pasir kasar	10^{-2} sampai 10^{-3}	
Pasir sedang	10^{-3} sampai 10^{-4}	
Pasir halus	10^{-5} sampai 10^{-6}	
Lanau	10^{-6} sampai 10^{-7}	Air tidak dapat mengalir keluar dari rongga karena gravitasi
Lempung kelanauan	10^{-7} sampai 10^{-9}	
Lempung	10^{-8} sampai 10^{-11}	Hampir tidak dapat dirembes air

Sumber : [10]

Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini dilakukan pengambilan sampel di daerah surabaya barat di dekitar sungai wiyung. Dari hasil tersebut dilakukan analisis konsolidasi dan didapat nilai hubungan penurunan dengan log waktu pada tekanan 0,008 kg/cm^2, 0,026 kg/cm^2; 0,054 kg/cm^2 ; 0,108 kg/cm^2; 0,206 kg/cm^2 dan 0,408 kg/cm^2.



Gambar 1 Grafik penurunan terhadap log waktu

Nilai t 50 pada analisa ini menunjukkan bahwa waktu untuk mencapai konsolidasi 50% yang didapat dari tengah jumlah D0 dan D100. Dimana konsolidasi memiliki arti proses dimana tanah yang jenuh air mengalami kompresi akibat beban dalam suatu periode waktu tertentu, dimana kompresi berlangsung akibat pengaliran air keluar dari pori -pori tanah. Nilai Cv merupakan koefisien konsolidasi yang merupakan koegisian yang digunakan untuk menentukan nilai konduktivitas hidrolik.

Tabel 3 nilai konduktivitas hidrolik tiap kedalaman tanah

no	Tekanan (kg/cm2)	Cv pada t50 (cm2/s)	K pada t 50 cm//s	H (cm)
1	0,008	7,76	0,00761256	7
2	0,026	6,208	0,006090048	22
3	0,054	10,35	0,01015335	45
4	0,108	0,31	0,00030411	90
no	Tekanan (kg/cm2)	Cv pada t50 (cm2/s)	K pada t 50 cm//s	H (cm)
5	0,206	6,21	0,00609201	172
6	0,402	0,388	0,000380628	335

Sumber: Hasil Penlitian

Sehingga diketahui bahwa untuk memasang infltration gallery sebaiknya dipasang pada kedalaman 45 cm sehingga potensi mendapatkan debit yang besar dapat tercapai. Pada sand dan clay kemampuan infiltarsi sebesar 5-0,05 cm/jam [2]. Adanya transport kontaminant dipengaruhi

jarak dan konduktivitas hidrolik [5]. Nilai konduktivity tiap daerah berbeda (Shwetha .P dan Varija. L, 2015) hal ini sebagai acuan analisis kedalam tanah. Penyebaran suatu senyawa di dalam tanah dipengerahui oleh, konduktivitas hidrolik, proses mikrobiologi, dan faktor fisik kimia [7]. Sebaran ukurana butiran tanah dapat mempengaruhi kelembapan dan konduktivitas hidrolik [6] . Komposisi sand, silt dan clay secara berturut (90%;1%;9%);(86%;6%;8%); (85%;8%;7%) memiliki konduktivtas hidrolik 6x 10^{-3} cm/s; 1,4 x 10^{-3} Bughici dan Wallach, 2016.dan 1,1 x 10^{-3} [1]. Dari penelitian Bughici dan Wallach, 2016 dapat disimpulkan kandungana atau komposisi tanah dari tiap kedalam berbeda di daerah Surabaya. Konduktivitas hidrolik dipengaruhi oleh porositas, dan ukuran pori tersebut mempengaruhi kemapuan filtrasi [4].

Kesimpulan

Di daerah surabaya khusunya di sekitar bibir sungai wiyung cocok diaplikasikan infiltration gallery dengan kedalaman pemasangan setelah 45 cm dari permukaaan tanah. Hal ini disebabkan air yang tertampung juga besar karena nilai Kh nya 0,01015335 cm/s.

Daftar Putsaka

[1] Bughici.T, Wallach.R, 2016. Formation of soil–water repellency in olive orchards and its influence on infiltration pattern. Geoderma 262 (1–11).
[2] Dalai. C, Ramakarjha, 2014. A preliminary experimental analysis of infiltration capacity through disturbed river bank soil sample. International journal of Engineering and Applications (IJERA) ISSN:2248-9622 National Conference on Advances and Technology.
[3] Hanafiah, K.A., 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Jakarta : PT RajaGrafindo Persada.
[4] Kusuma, M.N, Oktavia, O, Fitriani. N, Hadi, W. Combination Upflow Roughing Filter In Series With Geotextile To removal Nitrat in Dry and Rainy Season. 2016. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. Vol 11. No13 (8155-8160).
[5] Mustafa. S, Bahar. A, Azis. Z.A, Suratman. S, 2016. Modelling contaminant transport for pumping well. Journal environmental management (165) 159 -166.
[6] Nelson.M.S, Rittenour.T.M, 2015. Using grain-size characteristics to model soil water content: Application to dose-rate calculation for luminescence dating. Radiation Measurements 81 (142e149).
[7] Nham. H.T.T, Greskowiak. J, Nodle. K, Rahman, M.A, Spachos. T, Ruterberg. B, Massmann. G, Sauter. M dan Licha. T. 2015. Modelling the transport behaviour of 16 merging organic contaminants during soil quifer treatment. Science of the total enviromnet 514 (450-458).
[8] Shwetha. Pa, Varija. Kb. 2015. Soil water retention curve from saturated hydraulic conductivity for sandy loam and loamy sand textured soils. Aquatic Procedia 4 (1142 – 1149
[9] Tetegan. M, Richersde forges. A.C.R, Verbeque. B, Nicoullaud. B, Desbourdes. C, Bouthier. A, Arrousys. D dan Cousin.I. 2015. The effect of soil stoniness on the etimation of wter retention properties oof doils : A case study from central France. Catena 129 (95-102).
[10] Wesley, Laurence D., 2012. Mekanika Tanah untuk Tanah Endapan dan Residu. Yogyakarta. Andi Yogyakarta.

Halaman ini sengaja dikosongkan