

Pengukuran Nilai Infiltrasi Lapangan dalam Upaya Penerapan Sistem Drainase Berkelanjutan di Kampus UMY

NURSETIAWAN, ARWI IMAM PRATAMA

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

E-mail: nursetiawan@umy.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai infiltrasi tanah di kawasan kampus Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (UMY) dalam rangka untuk menerapkan sistem drainase berkelanjutan. Pengukuran nilai infiltrasi dilakukan secara langsung di lapangan dengan menggunakan alat double ring infiltrometer pada 6 Lokasi yang terdiri dari 2 jenis penutup lahan (tanah dan rumput). Pada penelitian ini juga dilakukan pengukuran nilai permeabilitas, kepadatan tanah lapangan dan kadar air tanah sebagai pendukung hasil pengukuran nilai infiltrasi yang didapatkan.

Berdasarkan hasil pengujian permeabilitas pada lahan di kawasan kampus UMY, diperoleh data bahwa koefisien permeabilitas rata-rata berkisar antara $4,31 \cdot 10^{-3}$ - $4,37 \cdot 10^{-3}$ cm/s. Hal ini menunjukkan bahwa golongan tanah dari kedua jenis penutup lahan di atas adalah kerikil halus/pasir (medium permeability) dan cukup baik digunakan sebagai media resapan air limpasan untuk pengaplikasian model sistem drainase berkelanjutan. Hasil nilai pengujian kapasitas infiltrasi diperoleh 1,36-2,21 cm/jam untuk jenis penutup tanah dan 0,84-1,88 cm/jam untuk jenis penutup tanaman rumput.

Kata kunci: *kapasitas infiltrasi, koefisien permeabilitas (K), kepadatan tanah lapangan, sistem drainase berkelanjutan*

ABSTRACT

This study aims to examine the value of infiltration rate in the yard area of Yogyakarta Muhammadiyah University (UMY) campus in order to promote the implementation of sustainable drainage system. Field infiltration rate was measured directly at 6 locations using a double ring infiltrometer, for two types of land covers (bare soil and grass). In addition, the permeability value, insitu soil compactness and soil water content were also measured to support the infiltration test results.

The test results obtained for the yard area of UMY campus show that the average permeability range from $4.31 \cdot 10^{-3}$ cm/s to $4.37 \cdot 10^{-3}$ cm/s. This shows that the soil class for the two types of soil cover tested is fine gravel / sand (medium permeability) which means that the soil type is good to be used as a infiltration media for reducing the surface runoff. The infiltration rate from the tests are 1.36 to 2.21 cm/hr for bare soil and 0.84 to 1.88 cm/hr for grass cover.

Key words: *infiltration rate, permeability, soil compactness, sustainable drainage system*

1. PENDAHULUAN

Secara umum, sistem drainase dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Namun secara praktis, dapat dikatakan bahwa drainase menangani kelebihan air sebelum masuk ke alur besar atau sungai (Suripin, 2004).

Permasalahan di perkotaan terkait sektor air, yang rutin terjadi pada saat hujan adalah terjadinya luapan air dan menimbulkan genangan ataupun banjir. Namun sebaliknya, ketika musim kemarau sumber air banyak yang mengalami kekeringan karena cadangan air tanah permukaan yang ada habis disedot untuk keperluan rumah tangga dan industri.

Seperti telah diketahui, sebagai bagian dari siklus hidrologi, air yang mengalir di sungai berasal dari air hujan yang jatuh di DAS sungai tersebut. Penggunaan konsep drainase konvensional yang berusaha membuang limpasan air permukaan secepatnya ke badan drainase lalu ke sungai akan memberikan dampak beban limpasan yang lebih besar pada daerah di sebelah hilirnya; dan beban saluran drainase juga semakin ke hilir akan semakin besar. Dampak lainnya dari konsep drainase konvensional adalah berkurangnya resapan air untuk tambahan cadangan air tanah yang dapat mengakibatkan krisis air di saat kemarau.

Oleh karena itu, prinsip sistem drainase berkelanjutan (*eco-drain*) pada saat ini dipandang sebagai metode yang sangat tepat untuk diaplikasikan di kota-kota besar dalam rangka mengurangi bencana banjir yang semakin rutin terjadi. Menurut Suripin (2004), berdasarkan fungsinya, terdapat dua pola yang dipakai untuk menahan air hujan, yaitu:

- Pola detensi (menampung air sementara), yaitu menampung dan menahan air limpasan permukaan sementara untuk kemudian mengalirkannya ke badan air.
- Pola retensi (meresapkan), yaitu menampung dan menahan air limpasan permukaan sementara dalam waktu yang bersamaan memberikan kesempatan air tersebut untuk dapat meresap ke dalam tanah secara alami.

Dalam rangka untuk menerapkan sistem drainase berkelanjutan ini, khususnya untuk menjaga keseimbangan air melalui penyerapan air ke dalam tanah, maka kajian nilai infiltrasi pada kawasan perlu dilakukan dalam upaya untuk dapat menerapkan sistem drainase tersebut.

Secara ringkas penelitian ini bertujuan untuk:

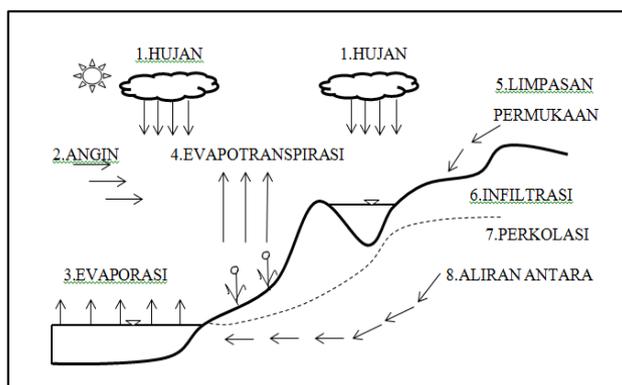
- a. Mengetahui nilai kapasitas infiltrasi pada kawasan lingkungan kampus Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- b. Mengetahui perbedaan nilai kapasitas infiltrasi untuk jenis penutup lahan yang berbeda (tanah dan rumput).

2. LANDASAN TEORI

2.1 Hidrologi

Hidrologi adalah suatu ilmu tentang kehadiran dan gerakan air di bumi, meliputi bentuk air, termasuk perubahan antara keadaan cair, padat, dan gas dalam atmosfer, di atas dan di bawah permukaan tanah. Didalamnya tercakup pula air laut yang merupakan sumber dan penyimpan air yang mengaktifkan kehidupan di planet bumi ini (Soemarto, C. D., 1999). Daur atau siklus hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, kemudian jatuh ke permukaan

tanah, dan akhirnya mengalir ke laut kembali. Siklus air tersebut dapat digambarkan secara skematis pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Siklus hidrologi (Sumber: Asdak, C., 1995)

2.2 Infiltrasi

Infiltrasi adalah peristiwa masuknya air ke dalam tanah, umumnya (tetapi tidak pasti), melalui permukaan dan secara vertikal. Proses infiltrasi ini merupakan bagian yang sangat penting dalam daur ulang hidrologi maupun dalam proses pengalihan hujan menjadi aliran dalam tanah sebelum mencapai sungai. Karakteristik dari suatu kawasan berpengaruh terhadap besarnya infiltrasi pada kawasan tersebut. Setiap jenis tanah mempunyai laju infiltrasi karakteristik yang berbeda-beda, yang bervariasi dari yang sangat rendah. Jenis tanah berpasir umumnya cenderung mempunyai laju infiltrasi tinggi, akan tetapi jika jenis tanah liat akan sebaliknya, cenderung mempunyai laju infiltrasi rendah.

Kurva kapasitas infiltrasi merupakan kurva hubungan antara kapasitas infiltrasi dan waktu yang terjadi selama dan beberapa saat setelah hujan. Kapasitas infiltrasi secara umum akan tinggi pada awal terjadinya hujan, tetapi semakin lama kapasitasnya akan menurun hingga mencapai konstan. Perhitungan model persamaan kurva kapasitas infiltrasi (*infiltration capacity curve*) yang dikemukakan oleh Horton (Triatmodjo, B., 2009) adalah sebagai berikut (**Persamaan 1**).

$$f = f_c + (f_0 - f_c)(e^{-Kt}) \quad \dots (1)$$

halmana:

- f = kapasitas infiltrasi [cm/jam],
- f_0 = laju infiltrasi awal [cm/jam],
- f_c = laju infiltrasi konstan [cm/jam],
- K = konstanta,
- t = waktu [jam],
- e = 2,71828 18284 59045 23536.

Menurut Triatmodjo, B. (2009), laju infiltrasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

a. Kelembaban tanah

Jumlah air tanah mempengaruhi kapasitas infiltrasi. Ketika air jatuh pada tanah kering, permukaan atas dari tanah tersebut menjadi basah, sedang bagian bawahnya relatif masih kering.

b. Pemampatan oleh hujan

Ketika hujan jatuh di atas tanah, butir tanah mengalami pemadatan oleh butiran air hujan. Pemadatan tersebut mengurangi pori-pori tanah yang berbutir halus (seperti

lempung), sehingga dapat mengurangi kapasitas infiltrasi. Untuk tanah pasir, pengaruh tersebut sangat kecil.

c. Tanaman penutup

Banyaknya tanaman yang menutupi permukaan tanah, seperti rumput atau hutan, dapat menaikkan kapasitas infiltrasi tanah tersebut. Dengan adanya tanaman penutup, air hujan tidak dapat memampatkan tanah, dan juga akan terbentuk lapisan humus yang dapat menjadi sarang/tempat hidup serangga. Apabila terjadi hujan lapisan humus mengembang dan lubang-lubang (sarang) yang dibuat serangga akan menjadi sangat permeabel. Kapasitas infiltrasi bisa jauh lebih besar daripada tanah yang tanpa penutup tanaman.

d. Topografi

Kondisi topografi juga mempengaruhi infiltrasi. Pada lahan dengan kemiringan besar, aliran permukaan mempunyai kecepatan besar sehingga air kekurangan waktu infiltrasi. Akibatnya sebagian besar air hujan menjadi aliran permukaan. Sebaliknya, pada lahan yang datar air menggenang sehingga mempunyai waktu cukup banyak untuk infiltrasi.

e. Intensitas hujan

Intensitas hujan juga berpengaruh terhadap kapasitas infiltrasi. Jika intensitas hujan I lebih kecil dari kapasitas infiltrasi, maka laju infiltrasi aktual adalah sama dengan intensitas hujan. Apabila intensitas hujan lebih besar dari kapasitas infiltrasi, maka laju infiltrasi aktual sama dengan kapasitas infiltrasi.

2.3 Permeabilitas Tanah

Permeabilitas adalah cepat lambatnya air merembes ke dalam tanah baik melalui pori makro maupun pori mikro baik ke arah horizontal maupun vertikal. Tanah adalah kumpulan partikel padat dengan rongga yang saling berhubungan. Rongga ini memungkinkan air dapat mengalir di dalam partikel melalui rongga dari satu titik yang lebih tinggi ke titik yang lebih rendah. Sifat tanah yang memungkinkan air melewatinya pada berbagai laju alir tertentu disebut permeabilitas tanah. Sifat ini berasal dari sifat alami granular tanah, meskipun dapat dipengaruhi oleh faktor lain (seperti air terikat di tanah liat). Jadi, tanah yang berbeda akan memiliki permeabilitas yang berbeda.

Harga koefisien permeabilitas tanah (K) bervariasi tergantung pada jenis tanahnya, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 1** di bawah ini:

Tabel 1. Nilai K dan Golongan Jenis Tanah

Jenis Tanah	K [cm/s]	Keterangan
Kerikil	$> 0,1$	<i>High permeability</i>
Kerikil halus / pasir	$0,001 - 0,1$	<i>Medium permeability</i>
Pasir sangat halus, pasir lanau, lanau tidak padat	$10^{-5} - 10^{-3}$	<i>Low permeability</i>
Lanau padat, lanau lempung, lempung tidak murni	$10^{-7} - 10^{-5}$	<i>Very low permeability</i>
Lempung homogen (tanah rapat air)	$< 10^{-7}$	<i>Impevious (rapat air)</i>

(Sumber: Prodjopangarso, H., 1987)

Jika ditinjau dengan **Persamaan 2**, nilai K dihitung sebagai berikut:

$$K = \frac{d^2 L}{D^2 t} * \ln \frac{h_1}{h_2} \quad \dots (2)$$

keterangan:

- K = koefisien permeabilitas tanah $\left[\frac{\text{cm}}{\text{s}}\right]$,
- D = diameter tabung aluminium,
- d = diameter tabung kaca,
- L = tinggi tabung aluminium yang masuk ke dalam tanah,
- t = waktu yang diperlukan untuk meresapkan air,
- h = tinggi awal air dari tanah,
- c = tinggi penurunan air (ditentukan 10 cm).

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di lingkungan kampus Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (UMY), dengan menguji 6 titik lokasi (**Gambar 2** dan **Tabel 2**). Keenam lokasi tersebut terdiri dari 2 jenis penutup lahan, yaitu jenis penutup lahan tanah dan jenis penutup lahan rumput dengan masing-masing jumlah pengujian sebanyak 3 lokasi untuk tiap jenis penutup lahan.



Gambar 2. Titik lokasi penelitian

Tabel 2. Keterangan untuk Gambar 2

Lokasi	Jenis Penutup Tanah
1	Tanah
2	
3	
4	Rumput
5	
6	

3.2 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini alat dan bahan yang akan digunakan baik di lapangan maupun di laboratorium untuk mengkaji nilai infiltrasi di lingkungan kampus UMY adalah sebagai berikut (**Gambar 3**):



a. *Double ring infiltrometer*



b. Alat uji kadar air



c. Kerucut pasir (*sand cone*)



d. Alat pengambil sampel tanah



e. Pengukur daya resap tanah

Gambar 3. Peralatan penelitian

3.3 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan secara berurutan selama 6 hari pada bulan Juni 2015. Berikut adalah tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian:

- Memeriksa/menentukan kepadatan tanah lapangan dengan metode kerucut pasir (*sand cone*).
- Mengukur nilai kapasitas/laju infiltrasi dengan metode *double ring infiltrometer*, menggunakan alat berupa dua buah ring (silinder besi) berdiameter 55 cm dan 30 cm, dengan tinggi ring yang sama, yaitu 27 cm. Pengukuran dilakukan sampai laju infiltrasi mencapai konstan.
- Mengambil sampel tanah basah pada titik/tempat pengukuran nilai kapasitas/laju infiltrasi untuk mengetahui kadar air basah setelah pengujian (dengan menggunakan alat tabung silinder berdiameter 10 cm), yaitu dengan cara memasukkan tabung silinder ke

dalam tanah sampai kedalaman 30 cm. Sampel tanah yang diambil untuk pengujian kadar air yaitu pada ketinggian tanah 10 cm, 20 cm dan 30 cm.

- d. Memeriksa daya resap tanah untuk mengetahui nilai koefisien permeabilitas tanah (K), yaitu menggunakan alat pengukur daya resap.
- e. Memeriksa/menentukan kadar air tanah dari sampel tanah di lapangan. Pemeriksaan kadar air tanah ini dilakukan di Laboratorium Geoteknik Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

4. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan diuraikan perhitungan nilai kapasitas infiltrasi, volume total air infiltrasi, nilai kepadatan tanah lapangan, koefisien permeabilitas (K), dan kadar air dari 6 lokasi pengujian lapangan.

4.1 Perhitungan Nilai Kapasitas Infiltrasi

Pengukuran nilai kapasitas infiltrasi pada pengujian ini menggunakan alat *double ring infiltrometer*. Pengujian ini dilakukan pada 6 lokasi, yaitu terdiri dari 3 lokasi jenis penutup lahan tanah dan 3 lokasi jenis penutup lahan rumput. Data *Double Ring Infiltrrometer* berupa selisih tinggi muka air untuk Lokasi 1 sampai Lokasi 6 disajikan pada **Tabel 3** berikut.

Tabel 3. Data Double Ring Infiltrrometer Lokasi 1 sampai 6

t [menit]	Jenis Penutup Lahan Tanah			Jenis Penutup Lahan Rumput		
	Selisih Tinggi Muka Air [mm]			Selisih Tinggi Muka Air [mm]		
	Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3	Lokasi 4	Lokasi 5	Lokasi 6
10	9	11	13	7	5	7
20	6	10	10	5	4	5
30	5	10	8	4	3	4
40	4	8	7	3	3	4
50	3	5	5	2	2	3
60	2	4	3	2	1	3
70	2	2	3	2	1	3
80	2	2	3	-	1	-
90	-	2	-	-	-	-

Tabel 4 dan **Tabel 5** di bawah ini adalah hasil rangkuman perhitungan kapasitas infiltrasi dengan Metode Horton:

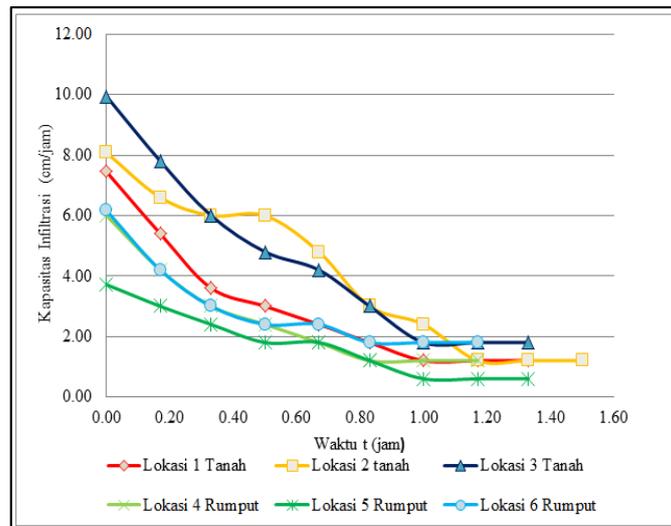
Tabel 4. Hasil Perhitungan Kapasitas Infiltrasi dengan Metode Horton

Uraian	Satuan	Jenis Penutup Lahan Tanah			Uraian	Satuan	Jenis Penutup Lahan Rumput		
		Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3			Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3
Gradien m	-	-0,8388	-1,2156	-1,0306	Gradien m	-	-0,7523	-1,1861	-0,6765
R^2	-	0,9859	0,8746	0,9728	R^2	-	0,9934	0,9479	0,9411
f_c	cm/jam	1,2	1,2	1,8	f_c	cm/jam	1,2	0,6	1,8
K (konstanta)	-	2,75	1,89	2,24	K (konstanta)	-	3,06	1,94	3,41
f_0	cm/jam	7,45	8,08	9,95	f_0	cm/jam	6	3,72	6,17
f (Horton)	cm/jam	$1,2+6,25e^{-2,75t}$	$1,2+6,88e^{-1,89t}$	$1,8+8,15e^{-2,24t}$	f (Horton)	cm/jam	$1,2+4,80e^{-3,06t}$	$0,6+3,12e^{-1,94t}$	$1,8+4,37e^{-3,41t}$

Tabel 5. Hasil Perhitungan Kapasitas Infiltrasi Rata-rata

Parameter	Jenis Penutup Lahan Tanah			Jenis Penutup Lahan Rumput		
	Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3	Lokasi 4	Lokasi 5	Lokasi 6
Kapasitas Infiltrasi (f) [cm/jam]	1,36	1,60	2,21	1,33	0,84	1,88
Rata-rata [cm/jam]	1,72			1,35		

Gambar 4 di bawah ini adalah gambar grafik kapasitas infiltrasi dari Lokasi 1 sampai Lokasi 6:



Gambar 4. Grafik kapasitas infiltrasi Lokasi 1 sampai Lokasi 6

Berdasarkan grafik kapasitas infiltrasi Lokasi 1 sampai Lokasi 6 pada **Gambar 4** di atas dapat dilihat bahwa kapasitas infiltrasi jenis penutup tanah lebih besar dari pada jenis penutup lahan rumput. Hal tersebut menunjukkan hasil dari kelaziman teori yang menyebutkan bahwa vegetasi sebagai penutup lahan akan meningkatkan laju infiltrasi. Untuk melihat lebih jauh terkait perbedaan nilai laju infiltrasi rata-rata antara tanah kosong dan penutup rumput maka dilakukan pengujian dengan menentukan jenis tanah dan nilai koefisien permeabilitasnya.

4.2 Analisis Perhitungan Volume Total Air Infiltrasi

Pada perhitungan volume total air infiltrasi ini diasumsikan pada area seluas 1 m² selama 1 jam, yaitu dengan cara mengintegrasikan persamaan Horton yang sudah diperoleh dari perhitungan kapasitas infiltrasi tersebut:

$$V(t) = V_t = (f_c * t) + \left[\frac{(f_0 - f_c)}{K} \right] * (1 - e^{-Kt}) \quad \dots (3)$$

halmana:

$V(t) = V_t =$ volume air infiltrasi area 1 m² selama 1 jam.

Tabel 6 di bawah ini menunjukkan hasil dari perhitungan volume infiltrasi dari titik Lokasi 1 sampai titik Lokasi 6:

Tabel 6. Hasil Perhitungan Volume Air Infiltrasi pada Area 1 m³ Selama 1 Jam

Parameter	Jenis Penutup Lahan Tanah			Jenis Penutup Lahan Rumput		
	Lokasi 1	2	3	4	5	6
Volume air infiltrasi area 1 m ² selama 1 jam (V _t) [m ³]	0,0333	0,0429	0,0505	0,0269	0,0197	0,0303
Rata-rata [m ³]	0,0422			0,0256		

Dari **Tabel 6** di atas dapat dilihat bahwa volume air infiltrasi rata-rata dalam waktu 1 jam untuk jenis penutup lahan berupa tanah kosong adalah sebesar 0,0422 m³, sedangkan pada lahan ditutupi rumput adalah sebesar 0,0256 m³ untuk masing-masing luasan per m². Dari nilai tersebut dapat disampaikan bahwa pada pengujian ini jenis penutup lahan tanah mempunyai nilai volume air infiltrasi lebih besar dari pada jenis penutup lahan rumput.

4.3 Pemeriksaan Kepadatan Tanah Lapangan, Koefisien Permeabilitas (K), dan Kadar Air

Berikut adalah uraian tentang pemeriksaan kepadatan tanah lapangan, perhitungan nilai koefisien permeabilitas, dan perhitungan kadar air.

- a. Pemeriksaan kepadatan tanah lapangan pada pengujian ini menggunakan alat kerucut pasir (*sandcone*). Persamaan yang digunakan untuk menghitung kepadatan tanah lapangan tertera pada **Persamaan 4** berikut:

$$\gamma_d = \left(\frac{\gamma_p}{1 + w} \right) \left(\frac{W_9 - W_8}{W_6 - W_7 - W_{pc}} \right) \quad \dots (4)$$

Tabel 7 di bawah ini menunjukkan hasil dari pemeriksaan kepadatan tanah lapangan dari Lokasi 1 sampai Lokasi 6:

Tabel 7. Hasil Perhitungan Kepadatan Tanah Lapangan

Parameter	Lokasi	Jenis Penutup Lahan					
		Tanah			Rumput		
		1	2	3	4	5	6
γ _p [kN/m ³]		10,14	10,14	10,14	10,14	10,14	10,14
W _{pc} [g]		1.058	1.058	1.058	1.058	1.058	1.058
W ₆ [g]		4.670	4.670	4.670	4.670	4.670	4.670
W ₇ [g]		1.950	2.074	2.410	2.323	2.370	2.060
W ₈ [g]		410	410	410	410	410	410
W ₉ [g]		2.644	2.352	1.587	2.318	2.168	2.220
W _s = W ₈ - W ₈ [g]		2.234	1.942	1.177	1.908	1.758	2.210
w [%]		14,76	9	15,54	47,62	14,37	11,66
γ _d [kN/m ³]		11,87	11,74	8,59	10,16	12,54	10,59
Rata-rata γ _d [kN/m ³]		10,73			11,10		

Dari **Tabel 7** di atas dapat dijelaskan bahwa untuk jenis penutup lahan rumput mempunyai nilai kepadatan tanah lapangan lebih tinggi yaitu sebesar 11,10 kN/m³ dari pada jenis penutup lahan tanah yaitu sebesar 10,73 kN/m³. Hal tersebut akan mempengaruhi kecepatan daya serap air oleh tanah dan juga laju infiltrasi pada area tersebut.

b. Pemeriksaan daya resap tanah

Pemeriksaan daya resap tanah digunakan untuk mencari nilai koefisien permeabilitas (*K*) dengan menggunakan alat pengukur daya resap. Selain mencari nilai koefisien permeabilitas (*K*), dapat juga untuk menentukan golongan jenis tanahnya. Harga koefisien permeabilitas tanah (*K*) bervariasi tergantung pada jenis tanahnya, seperti disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 8 di bawah ini adalah perhitungan pemeriksaan daya resap tanah dari Lokasi 1 sampai Lokasi 6:

Tabel 8. Data Daya Resap Lapangan Lokasi 1 sampai Lokasi 6

<i>d</i> [cm]	<i>D</i> [cm]	<i>c</i> [cm]	Lokasi 1			Lokasi 2			Lokasi 3			Lokasi 4			Lokasi 5			Lokasi 6		
			<i>L</i> [cm]	<i>h</i> [cm]	Waktu [s]															
1,8	7,3	10	8,5	73,8	12,73	13,1	78,7	7,05	8,34	73,4	38,11	13,5	80,3	7,42	12,5	81,2	10,29	6,1	71,9	5,63
1,8	7,3	20	8,5	73,8	25,54	13,1	78,7	17,04	8,34	73,4	83,80	13,5	80,3	15,37	12,5	81,2	21,19	6,1	71,9	12,15
1,8	7,3	30	8,5	73,8	64,52	13,1	78,7	28,69	8,34	73,4	141,98	13,5	80,3	24,78	12,5	81,2	37,24	6,1	71,9	19,93
1,8	7,3	40	8,5	73,8	124,09	13,1	78,7	46,32	8,34	73,4	209,17	13,5	80,3	37,06	12,5	81,2	57,66	6,1	71,9	29,28
1,8	7,3	10	9,6	75	5,99	12,6	78,1	5,31	9,6	73,9	28,97	12,5	79,3	11,31	11,9	85,5	13,72	6,2	71,2	5,08
1,8	7,3	20	9,6	75	12,60	12,6	78,1	13,07	9,6	73,9	78,38	12,5	79,3	23,61	11,9	85,5	28,88	6,2	71,2	11,91
1,8	7,3	30	9,6	75	20,23	12,6	78,1	22,89	9,6	73,9	146,64	12,5	79,3	38,98	11,9	85,5	46,27	6,2	71,2	24,44
1,8	7,3	40	9,6	75	29,53	12,6	78,1	36,24	9,6	73,9	230,76	12,5	79,3	57,18	11,9	85,5	66,46	6,2	71,2	38,24
1,8	7,3	10	11,2	76,8	27,14	14	79,4	7,35	7,9	72,6	12,60	13	80	20,98	11,2	87,3	12,64	5,8	70,8	10,77
1,8	7,3	20	11,2	76,8	58,54	14	79,4	17,73	7,9	72,6	27,06	13	80	39,73	11,2	87,3	30,71	5,8	70,8	24,38
1,8	7,3	30	11,2	76,8	108,14	14	79,4	28,95	7,9	72,6	42,65	13	80	67,04	11,2	87,3	49,15	5,8	70,8	40,36
1,8	7,3	40	11,2	76,8	143,91	14	79,4	44,72	7,9	72,6	66,17	13	80	88,43	11,2	87,3	71,23	5,8	70,8	58,82

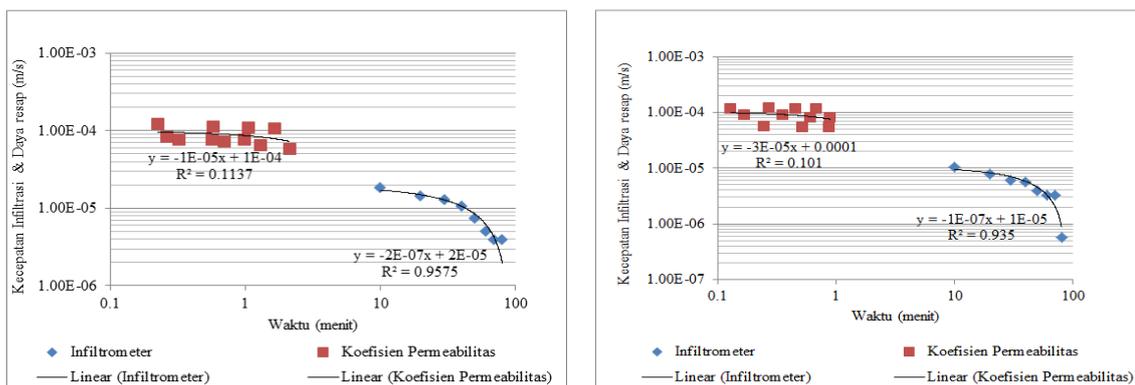
Di bawah ini adalah hasil perhitungan daya resap tanah untuk mencari nilai koefisien permeabilitas (*K*) (**Tabel 9**):

Tabel 9. Koefisien Permeabilitas (*K*) Rata-rata

Jenis Penutup Lahan	
Tanah	Rumput
$4,37 \cdot 10^{-3}$ cm/s	$4,31 \cdot 10^{-3}$ cm/s

Jadi tipe golongan tanah dari kedua jenis penutup lahan di atas masuk dalam golongan kerikil halus/pasir (*medium permeability*). Dari hasil perhitungan antara koefisien permeabilitas (*K*) rata-rata dengan kecepatan infiltrasi rata-rata tersebut bisa dihubungkan dalam bentuk grafik seperti tertera pada **Gambar 5** di bawah ini:

Pengukuran Nilai Infiltrasi Lapangan
dalam Upaya Penerapan Sistem Drainase Berkelanjutan di Kampus UMY



a. Tanah kosong

b. Lahan rumput

Gambar 5. Grafik hubungan antara nilai K dan kecepatan infiltrasi

Dari hubungan kedua grafik antara koefisien permeabilitas (K) dan kecepatan infiltrasi pada **Gambar 5** di atas menunjukkan bahwa hasil pengujian menunjukkan kecepatan infiltrasi memiliki nilai lebih lambat dibandingkan dengan kecepatan koefisien permeabilitas (K). Hal tersebut terjadi karena pengujian dengan alat *double ring infiltrometer* memerlukan waktu yang lebih lama, yaitu menunggu laju infiltrasi sampai konstan setiap 10 menit sekali, sedangkan pengujian dengan alat daya resap waktu yang diperlukan sudah ditentukan setiap penurunan air 10 cm.

- c. Pemeriksaan kadar air sesudah pengujian infiltrasi
Pemeriksaan kadar air sesudah pengujian ini dilakukan pada kedalaman tanah per lapis, yaitu setiap 10 cm, 20 cm, 30 cm dari permukaan tanah. Persamaan yang digunakan untuk menghitung kepadatan tanah lapangan adalah sebagai berikut (**Persamaan 5**).

$$w = \left(\frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \right) * 100\% \quad \dots (5)$$

Pada pengujian kadar air sesudah pengujian infiltrasi ini dilakukan tidak di semua lokasi. Pengujian hanya di Lokasi 3, Lokasi 5, dan Lokasi 6. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 10** sebagai berikut:

Tabel 10. Data dan Hasil Perhitungan Kadar Air sesudah Pengujian Infiltrasi

Parameter	Satuan	Lokasi 3 (Tanah)			Lokasi 5 (Rumput)			Lokasi 6 (Rumput)		
		Kedalaman			Kedalaman			Kedalaman		
		10 cm	20 cm	30 cm	10 cm	20 cm	30 cm	10 cm	20 cm	30 cm
W_1	gram	9,32	10,03	9,27	9,38	9,95	9,74	9,3	9,69	9,85
W_2	gram	29,42	30,22	29,41	29,59	29,98	29,89	29,51	29,94	29,94
W_3	gram	24,84	25,51	24,48	25,62	24,89	24,61	23,13	23,33	23,36
W_w	gram	4,58	4,71	4,93	3,97	5,09	5,28	6,38	6,61	6,58
W_s	gram	15,52	15,48	15,21	16,24	14,94	14,87	13,83	13,64	13,51
w	%	29,51	30,43	32,41	24,45	34,07	35,51	46,13	48,46	48,70

Dari **Tabel 10** di atas terlihat bahwa nilai kadar air yang paling besar berada pada Lokasi 6 dengan jenis penutup lahan rumput. Hal tersebut menunjukkan bahwa Lokasi 6 memiliki kadar air terbesar.

4.4 Pembahasan

Jika membandingkan hasil kapasitas infiltrasi dari kedua jenis penutup lahan yang dilakukan, pengujian menunjukkan perbedaan hasil dimana jenis penutup lahan tanah lebih cepat dalam menurunkan debit limpasan dibandingkan dengan jenis penutup lahan rumput yang ditunjukkan dari hasil pengujian lahu infiltrasi dan koefisien permeabilitas. Perbedaan hasil ini dapat diakibatkan oleh perbedaan kepadatan tanah dan kondisi kadar air yang juga diuji pada penelitian ini.

Penelitian ini perlu dikaji lebih dalam lagi didalam membandingkan perbedaan nilai laju infiltrasi dan nilai permeabilitas antara penutup tanah kosong dibandingkan dengan penutup vegetasi dalam hal ini adalah tanaman rumput untuk bisa membuktikan bahwa akar vegetasi akan memperbesar angka pori tanah sehingga laju infiltrasi dapat meningkat. Seperti telah diketahui bahwa dengan adanya vegetasi sebagai penutup lahan rumput dapat berperan sebagai:

- a. Penahan atau pengurang daya perusak butir-butir hujan yang jatuh dan aliran air di atas permukaan tanah.
- b. Penambah bahan organik tanah melalui batang, ranting dan daun mati yang jatuh.
- c. Pengurangi kekuatan dispersi air hujan, mengurangi jumlah serta kecepatan aliran permukaan dan memperbesar infiltrasi air ke dalam tanah, sehingga mengurangi erosi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian permeabilitas pada lahan di kawasan kampus UMY, diperoleh data bahwa koefisien permeabilitas rata-rata berkisar antara $4,31 \cdot 10^{-3}$ cm/s sampai $4,37 \cdot 10^{-3}$ cm/s. Hal ini menunjukkan bahwa golongan tanah dari kedua jenis penutup lahan di atas termasuk dalam golongan kerikil halus/pasir (*medium permeability*) dan cukup baik digunakan sebagai media resapan air limpasan untuk pengaplikasian model sistem drainase berkelanjutan. Dari hasil pengujian kapasitas infiltrasi menunjukkan nilai kapasitas infiltrasi adalah 1,36 cm/jam sampai 2,21 cm/jam untuk jenis penutup tanah dan 0,84 cm/jam sampai 1,88 cm/jam untuk jenis penutup tanaman rumput.

5.2 Saran

1. Untuk memberikan data yang lebih akurat, diperlukan jumlah titik penelitian yang lebih banyak serta lokasi pengambilan sampel dengan jarak yang tidak terlalu jauh antar titik untuk menghindari disparitas hasil yang terlalu besar.
2. Proses pemasangan alat *double ring infiltrometer* menjadi salah satu faktor penting untuk menghasilkan data yang lebih baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Asdak, C. (1995). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Prodjopangarso, H. (1987). *Drainasi*, Laboratorium P4, Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Soemarto, C. D. (1999). *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Triatmodjo, B. (2009). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.