

ZWE5NjU5YzkzZWEwZTYyYjUx
MjY0NWZkYzEyYzhiNmRhZGVm
NTQ0Yg.pdf
by

Submission date: 16-Jun-2023 08:03PM (UTC+0700)

Submission ID: 2117289342

File name: ZWE5NjU5YzkzZWEwZTYyYjUxMjY0NWZkYzEyYzhiNmRhZGVmNTQ0Yg.pdf (585.14K)

Word count: 2614

Character count: 15322

PENGARUH TUTUPAN VEGETASI PADA TANAH TIMBUNAN TERHADAP INFILTRASI DAN ALIRAN PERMUKAAN

Abd.Rakhim^{1*}, Ahmad Munier², M. Arsyad Thaha³ dan Farouk Maricar⁴

¹Mahasiswa Program Doktor Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin

^{2,3,4}Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin

Kampus II FT Unhas Jl. Poros Malino Km.6, Sulawesi Selatan

*Email: rahim_nanda@yahoo.co.id

Abstrak

Menurunnya tingkat kemampuan infiltrasi tanah sehingga terjadi peningkatan aliran permukaan atau fenomena banjir genangan. Sebagai alternatif untuk mengatasi masalah genangan permukaan maka diupayakan adanya teknologi resapan air ke dalam tanah secara artificial yang diharapkan dapat menurunkan tingkat aliran permukaan (surface run off), sehingga prosentase aliran permukaan berbanding resapan bisa kembali sama atau mendekati 20/80 tanpa harus menghalangi pembangunan kota yang terus berkembang. Selain itu juga akan memberikan manfaat bagi imbuan air tanah sehingga kelestarian air tanah dapat dipertahankan. Penelitian ini untuk mengetahui Berapa besar kapasitas infiltrasi tanah timbunan dengan tutupan vegetasi terhadap aliran permukaan akibat suatu intensitas curah hujan rencana. Penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan membuat model fisik sampel tanah yang biasa dijadikan timbunan pada pembangunan perumahan, material timbunan jalan perumahan, tanah timbunan untuk taman dengan kepadatan 60% dan diberi vegetasi sebagai penutupan permukaan lahan. Hasil penelitian ini menunjukkan koefisien pengaliran rata-rata (Cd) untuk timbunan tanpa tutupan permukaan masing-masing untuk I₂, I₅ dan I₁₀ sebesar 0,00-, 0,29 dan 0,46 sedangkan untuk tanah timbunan dengan tutupan permukaan vegetasi menunjukkan koefisien pengaliran masing-masing untuk I₂, I₅ dan I₁₀ sebesar 0,00, 0,2 dan 0,08. Ini berarti ada peningkatan nilai infiltrasi yang cukup signifikan bila permukaannya diberikan tutupan vegetasi.

Kata kunci: Infiltrasi, aliran permukaan, vegetasi, koefisien pengaliran

1. PENDAHULUAN

Usaha untuk meresapkan air ke dalam tanah utamanya pada musim hujan telah dilakukan untuk mengurangi genangan dan banjir pada daerah perkotaan, salah satu penyebab banjir dan genangan terjadi adalah karena berkurangnya daerah tangkapan hujan yang disertai dengan menurunnya laju infiltrasi ditambah lagi dengan distribusi curah hujan yang tidak merata sepanjang tahun, sehingga memicu permasalahan genangan air pada permukaan tanah. Alternatif penyelesaiannya adalah melalui diresapkannya air hujan kedalam tanah dengan memperbesar laju resapan atau laju infiltrasi kedalam tanah. Penutupan dan kondisi permukaan tanah sangat menentukan tingkat atau kapasitas air untuk menembus permukaan tanah, sedangkan karakteristik tanah, khususnya struktur internalnya berpengaruh terhadap laju air saat melewati masa tanah. Unsur struktur tanah yang terpenting adalah ukuran pori dan kemantapan pori. (Arfan H, dkk, 2012)

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan merupakan fungsi dari besarnya curah hujan yang terjadi dan berbanding terbalik dengan waktu kejadiannya. Artinya besarnya curah hujan yang terjadi akan semakin tinggi intensitasnya bila terjadi pada periode waktu yang semakin singkat, demikian pula sebaliknya atau dapat disajikan dalam bentuk persamaan sebagai berikut (Sosrodarsono dan Takeda, 1977)

$$I = R \cdot t^{-1} \tag{1}$$

dimana : I = intensitas curah hujan (mm/jam)
 R = presipitasi / jumlah curah hujan (mm)
 t = periode waktu (menit)

Besarnya intensitas curah hujan itu berbeda-beda yang disebabkan oleh lamanya curah hujan atau frekuensi kejadiannya. Beberapa rumus intensitas curah hujan yang dihubungkan dengan hal-hal ini, telah disusun sebagai rumus-rumus eksperimental. Salah satunya digunakan di Jepang yang lebih dikenal dengan rumus Mononobe dan merupakan rumus intensitas curah hujan untuk curah hujan jangka pendek (Sosrodarsono dan Takeda, 1977) adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (2)$$

dimana:

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

t = lamanya curah hujan (jam)

R_{24} = curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

2.2 Pengguna Rainfall Simulator

Rumus yang digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan buatan dengan simulasi perhitungan intensitas curah hujan rencana mengikuti persamaan yang diperkenalkan oleh Kusumastuti dkk (1994) dalam Arfan (2012) sebagai berikut:

$$I = \left(\frac{V}{A \cdot t} \right) \times 600 \quad (3)$$

dimana:

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

V = volume air dalam container (ml)

A = luas container (cm²)

t = waktu (menit)

Jika intensitas hujan (I) lebih besar dari kapasitas infiltrasi (f) maka akan terjadi genangan di atas permukaan tanah. Pada suatu saat genangan air akan meluap dan luapan air tersebut ditampung dalam wadah. Dengan mengetahui intensitas hujan (I), volume tampungan dalam wadah dan tinggi genangan, maka akan dapat dihitung kapasitas infiltrasi (f) (Triatmodjo, 2008)

2.3 Infiltrasi

Infiltrasi dapat diartikan sebagai aliran vertikal air ke dalam tanah melalui permukaan tanah (Triatmojo 2008 dan Harianto, 2011), sedangkan Sosrodarsono (1987), mendefinisikan infiltrasi sebagai proses masuknya air hujan ke dalam tanah dan turun ke permukaan air tanah. Peristiwa yang terjadi terhadap curah hujan yang jatuh setelah mencapai permukaan tanah adalah pergerakan air sebagai limpasan permukaan dan infiltrasi. Proporsi kedua peristiwa tersebut tergantung pada besar kecilnya intensitas curah hujan terhadap kapasitas infiltrasi.

2.4 Faktor-Faktor Pengaruh Infiltrasi

Ada beberapa faktor yang berpengaruh terhadap infiltrasi. Menurut Sosrodarsono (1987), faktor-faktor pengaruh infiltrasi adalah: 1) dalamnya genangan di atas permukaan tanah dan tebalnya lapisan yang jenuh, 2) kelembaban tanah, 3) pemampatan oleh curah hujan, 4) penyumbatan oleh bahan-bahan yang halus, 5) pemampatan oleh orang dan hewan, 6) struktur tanah, dan 7) tumbuh-tumbuhan.^[10] Hal yang sama juga disebutkan oleh Triatmojo (2008); faktor 1 sampai 4 sama dengan uraian sebelumnya namun ditambahkan factor-faktor; 1) tanaman penutup, 2) topografi, dan 3) intensitas hujan.^[13] Sedangkan Hadisusanto (2010), menambahkan faktor tersebut dengan; 1) kadar air dalam tanah, dan 2) kondisi iklim.

2.5 Pengukuran Infiltrasi

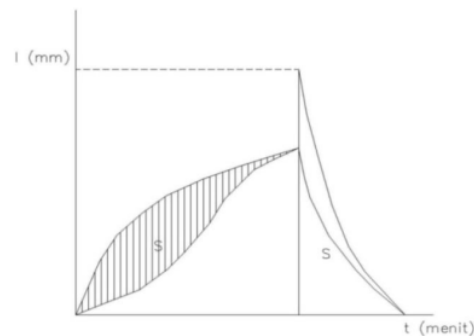
Metode yang biasa digunakan untuk menentukan kapasitas infiltrasi adalah pengukuran dengan infiltrometer dan analisis hidrograf. Infiltrometer dibedakan menjadi infiltrometer genangan dan simulator hujan (*rainfall simulator*) (Triatmodjo, 2008). Dalam penelitian ini kapasitas infiltrasi diukur dengan menggunakan *Model Rainfall Simulator type constant head*.

Simulasi hujan adalah menerapkan hujan tiruan yang diinginkan untuk penelitian antara lain: erosi, infiltrasi dan intersepsi. *Rainfall simulator* dapat mengendalikan hujan seperti yang diinginkan (Thomas et al., 1991 dalam Harto Br, 1993). *Rainfall simulator* adalah alat yang dapat

dipergunakan untuk mempelajari parameter hidrologi seperti infiltrasi dan *runoff* dibawah permukaan hujan yang terkontrol (Fasier, 1977 dalam Harto Br, 1993).

Pengukuran dengan *rainfall simulator* dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut (Hadi Susanto, 2011) :

- 1) Penyiapan petak tanah yang akan digunakan sebagai tempat percobaan dengan ukuran yang sesuai dengan ukuran alatnya.
- 2) Alat dipasang di tempatnya. Intensitas hujan buatan yang akan digunakan perlu ditetapkan dahulu dengan mengatur debit pompa.
- 3) Hujan buatan dioperasikan dengan intensitas sesuai dengan yang telah ditetapkan sebelumnya dan sejak saat yang sama semua air yang keluar dari petak tanah dicatat. Pencatatan terus dilakukan sampai suatu saat debit yang keluar dari petak tanah tersebut mencapai nilai tetap (*constant discharge*). Bila keadaan itu telah tercapai, maka hujan buatan dapat dihentikan. Pada keadaan demikian berarti telah tercapai keseimbangan antara hujan, debit dan kehilangan air (infiltrasi).
- 4) Hasil simulasi disajikan dalam gambar 1. Pada saat hujan buatan telah dihentikan tidak berarti debit yang keluar dari petak tanah itu terhenti. Karena masih adanya *surface detention* maka masih terdapat aliran keluar dari petak tanah tersebut. Oleh sebab itu, pengukuran debit masih harus terus dilakukan sampai betul-betul debit keluar petak tanah sama dengan nol.
- 5) Selama masih ada air di permukaan tanah, maka selama itu pula masih terjadi proses infiltrasi. Dalam hal ini laju infiltrasi diperkirakan sebanding dengan perbandingan debit dan infiltrasi pada saat hujan buatan dihentikan.
- 6) Evaluasi terhadap hasil percobaan ini dapat dilakukan dengan pengertian berikut. Mempehatikan bahwa pada saat hujan buatan mulai dihentikan sampai dengan debit keluar dari petak tanah sama dengan nol, maka pengertian serupa dapat dianalogikan pada saat pertama kali hujan buatan dioperasikan di dalam petak tanah juga akan terjadi penampungan, hujan seimbang dengan debit dan infiltrasi. Sehingga dengan pengertian tersebut maka volume air yang keluar mulai hujan buatan dihentikan (termasuk infiltrasi) dapat sama dengan volume air yang terbentuk pada saat hujan dimulai sampai terjadi keseimbangan. Maka garis lengkung infiltrasi dapat ditarik dengan coba-coba sehingga volume yang terjadi sama.



Gambar 1. Hasil Percobaan Rainfall Simulator (Harto Br. 1993)

2.6 Klasifikasi Tanah

Karakteristik tanah dan sebaran jenisnya dalam DAS sangat menentukan besarnya infiltrasi dan limpasan permukaan (*overland flow*) dan aliran bawah permukaan (*subsurface flow*). Dalam penelitian ini ada dua cara yang dipergunakan didalam menentukan klasifikasi tanah yaitu **Unified Classification Method dan AASHTO**. Metode ini pertama kali diusulkan oleh Casagrade (1942), kemudian direvisi oleh kelompok ahli dari USBR (*United State Bureau of Reclamation*). Dalam sistem ini, Cassagrande membagi tanah atas 3 (tiga) kelompok yaitu:

- a) Tanah berbutir kasar, < 50% lolos saringan No. 200.
- b) Tanah berbutir halus, > 50% lolos saringan No. 200.

- c) Tanah organik yang dapat dikenal dari warna, bau dan sisa-sisa tumbuh-tumbuhan yang terkandung di dalamnya.

2.7. Koefisien Pengaliran

Menurut Asdak (2010), koefisien pengaliran yang sering disingkat Cd adalah bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya aliran permukaan terhadap besarnya curah hujan. Misalnya nilai Cd suatu lahan sebesar 0,10, ini berarti 10 persen dari total curah hujan akan menjadi aliran permukaan. Angka koefisien pengaliran ini merupakan salah satu indikator apakah suatu lahan telah mengalami gangguan secara fisik. Secara matematis dapat dijabarkan sebagai berikut :

$$Cd = q_{ro}/R \quad (4)$$

Dimana: q_{ro} = aliran permukaan dan R = curah hujan

3 METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan secara eksperimental di laboratorium dengan rancangan penelitian sebagai berikut:

3.1 Model Fisik Alat

Model fisik penelitian didesain oleh peneliti berdasarkan kajian-kajian literatur dari hasil hasil penelitian tentang penggunaan rainfall simulator untuk berbagai penelitian. Deskripsi tentang model fisik tersebut digambarkan sebagai berikut:

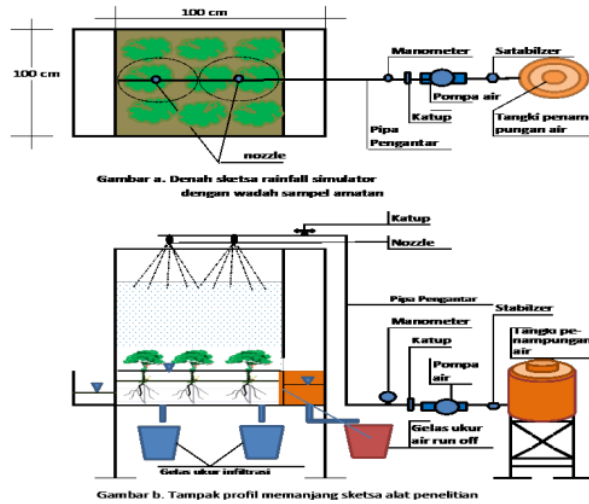
- Tinggi total alat : 255 cm
- Lebar bruto : 120 cm
- Panjang bruto : 240 cm
- Kapasitas tangki : 1000 ltr
- Ukuran bak simulasi hujan (p x l x t) : 100 x 100 x 30 cm
- Ukuran bak media sampel (p x l x t) : 100 x 100 x 25 cm
- Ukuran sampel tanah biasa (p x l x t) : 100 x 100 x 25 cm
- Ukuran sampel tanah + geobalan (p x l x t) : 100 x 100 x 25 cm

3.2. Prosedur Pengambilan Data

Secara umum prosedur penelitian untuk pengambilan data mengikuti langkah berikut:

- Setting alat rainfall simulator tipe constan head
- Menentukan intensitas Curah Hujan (I_2 , I_5 , dan I_{10}).
Intensitas Curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah intensitas Curah Hujan Rencana yang didapatkan dari hasil perhitungan Intensitas Curah Hujan Rencana dengan Metode Mononbe yang menggunakan data curah hujan wilayah Makassar.
- Penyiapan sampel tanah dengan mengikuti spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya.
- Running test ke-1; pengukuran dan penyesuaian intensitas curah hujan buatan dengan intensitas curh hujan hasil perhitungan.
- Running test ke-2; pengukuran/pengambilan data infiltrasi pada tanah tanpa vegetasi
- Running testke-3; pengukuran infiltrasi pada tanah dengan tutupan vegetasi

Berikut ini adalah sketsa gambar skema alat penelitian sebagaimana telah diuraikan:



Gambar 2. Kapasitas Infiltrasi tanah timbunan dengan Vegetasi dalam Model

25
4 HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1 Hasil Uji Karakteristik Tanah

26
 Hasil uji karakteristik tanah timbunan yang digunakan pada penelitian ini ditampilkan pada tabel 1 berikut

Tabel 1. Rekap uji karakteristik tanah

No	Uraian	Satuan	Nilai	Keterangan
A	Kadar Air	%	33.68	
B	28 Batas-batas Atterberg			
	1. Batas Cair, (LL)	%	40.16	
	2. Batas Plastis, (PL)	%	29.47	
	3. Indeks Plastisitas (IP)	%	10.69	
	4. Batas Susut, (SL)	%	12.43	
C	Distribusi Butiran			
	1. Metode AASHTO			
	a) Fraksi Kasar	%	95.20	Klasifikasi
	b) Fraksi Halus	%	4.80	A-2-6
	2. Metode Unified			
	a) Praksi Kasar	%	95.20	Group SP
	b) Praksi Halus	%	4.80	
D	Berat Jenis, (Gs)		2.712	Clay
E	Kompaksi			
	1. Berat isi kering optimum	gr/cm ³	2.27	
	2. Kadar Air Optimum	%	43.90	
F	Koefisien Permeabilitas			
	1. Tanpa Pemasatan		0,001178	
	2. Setelah Pemasatan		0,000492	
G	Sandcone Test	%	66.39	

Sumber : Hasil analisa laboratorium

4.2. Intensitas Curah Hujan buatan

Dengan menggunakan persamaan (3), maka intensitas hujan buatan dapat dihitung. Intensitas curah hujan untuk masing-masing I₂, I₅ dan I₁₀ kemudian disimulasikan untuk mendapatkan Intensitas hujan buatan yang akan didapatkan setelah running test ke-1 dan hasilnya terangkum dalam tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Perhitungan intensitas curah hujan buatan

Tinggi (H) (cm)	Volume Container (Q)						Luas (cm ²)	Wkt (mnt)	I (ml/jam)	Intensitas	
	V1 (ml)	V2 (ml)	V3 (ml)	V4 (ml)	V5 (ml)	Vrerata (ml)				Irerata (ml/hari)	Ihitung (ml/hari)
1,2	264,31	280,83	82,60	49,56	578,19	251,100	165,19	5	182,40	187,20	181,09
2	33,04	66,08	561,67	379,95	280,83	264,31	165,19	5	192,00		
1,6	578,19	181,72	313,87	82,60	330,39	297,35	165,19	5	216,00	232,80	246,84
5	512,11	148,68	297,35	396,47	363,43	343,61	165,19	5	249,60		
1,8	396,47	313,87	429,51	495,59	412,99	409,69	165,19	5	297,60	298,80	290,33
10	429,51	479,07	446,03	330,39	379,95	412,99	165,19	5	300,00		

Sumber : Hasil simulasi

4.3. Laju Infiltrasi dan laju aliran permukaan

Dari hasil running test dan pengambilan data pengukuran infiltrasi dan aliran permukaan selanjutnya dilakukan perhitungan dan plotting data ke dalam grafik. Adapun hasil perhitungan laju infiltrasi ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Laju infiltrasi dan limpasan permukaan pada tanah timbunan dengan kepadatan 60% tanpa dan dengan tutupan vegetasi.

waktu t (menit)	Intensitas Hujan Rencana											
	I ₂				I ₅				I ₁₀			
	Perbandingan Laju Infiltrasi dengan aliran permukaan (run off)											
	tanpa vegetasi		dengan vegetasi		tanpa vegetasi		dengan vegetasi		tanpa vegetasi		dengan vegetasi	
Infiltrasi	runoff	infiltrasi	run off	infiltrasi	run off	infiltrasi	run off	infiltrasi	runoff	infiltrasi	run off	
(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)	
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.96	0.00	0.00	15.66	
10	0.00	0.00	10.51	0.00	13.98	0.00	156.21	34.80	24.58	0.00	38.28	
15	91.40	0.00	29.14	0.00	76.32	0.00	229.36	43.50	67.50	0.00	67.86	
20	147.90	0.00	84.65	0.00	144.71	0.00	209.73	45.24	86.12	0.00	87.00	
25	189.14	0.00	261.08	0.00	161.56	0.00	195.06	46.98	108.04	238.89	156.60	
30	221.99	0.00	247.99	0.00	176.43	129.24	190.31	48.72	108.25	292.89	177.20	
35	221.77	0.00	238.87	0.00	147.50	145.26	187.73	50.46	96.80	293.20	184.65	
40	210.77	0.00	230.75	0.00	128.91	167.78	180.59	59.16	96.77	293.34	194.84	
45	208.13	0.00	227.97	0.00	128.83	166.14	178.21	66.12	96.76	293.90	209.95	
50	207.99	0.00	219.84	0.00	128.75	166.21	178.21	68.17	96.73	293.94	223.08	
55	207.79	0.00	214.29	0.00	128.68	166.79	153.83	69.91	96.71	293.98	235.50	
60	207.75	0.00	214.29	0.00	128.53	167.64	146.30	71.65	96.68	303.42	252.02	
Kumulatif	1914.63	0.00	1979.38	0.00	1364.21	1109.06	2005.55	611.67	974.94	2303.55	1842.65	
Rata2	147.28	0.00	152.26	0.00	104.94	85.31	154.27	47.05	75.00	177.20	141.74	

Sumber: hasil perhitungan

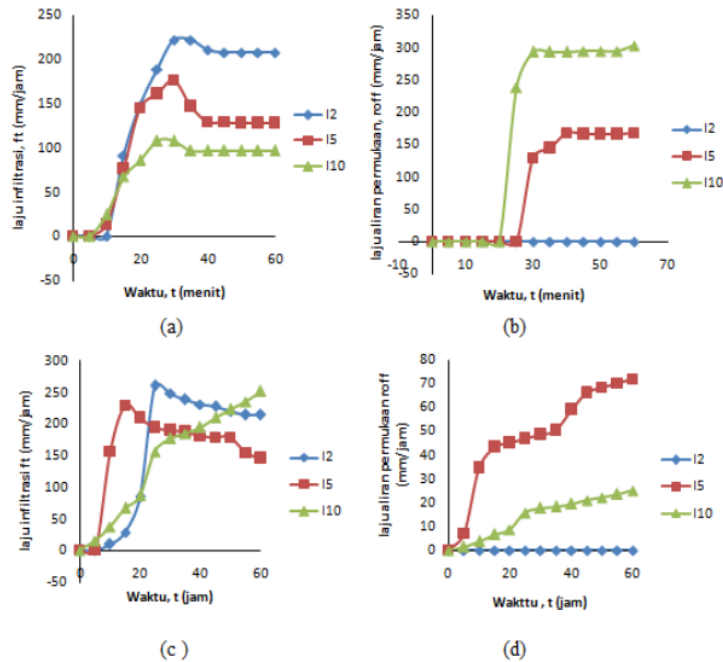
4.4. Koefisien Pengaliran

Dengan menggunakan persamaan (4), koefisien pengaliran (Cd) untuk tanah timbunan dengan kepadatan 60% dengan kondisi tanpa dan dengan tutupan vegetasi untuk masing-masing intensitas curah hujan ditunjukkan pada tabel 4 dan grafik yang tertera pada gambar 5.

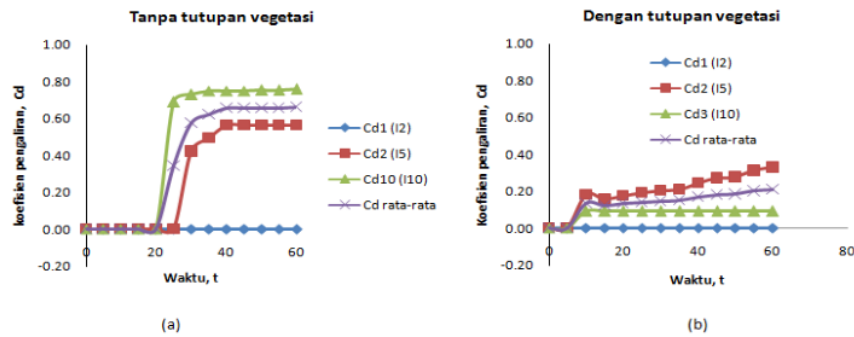
Tabel 4. Koefisien pengaliran pada tanah tanpa dan dengan tutupan vegetasi

Waktu t	Koefisien pengaliran Cd				Koefisien pengaliran Cd			
	Tanpa vegetasi				Dengan vegetasi			
menit	I2	I5	I10	Rerata	I2	I5	I10	Rerata
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.09	0.14
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.09	0.13
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.09	0.13
25	0.00	0.00	0.69	0.34	0.00	0.19	0.09	0.14
30	0.00	0.42	0.73	0.58	0.00	0.20	0.09	0.15
35	0.00	0.50	0.75	0.62	0.00	0.21	0.09	0.15
40	0.00	0.57	0.75	0.66	0.00	0.25	0.09	0.17
45	0.00	0.56	0.75	0.66	0.00	0.27	0.09	0.18
50	0.00	0.56	0.75	0.66	0.00	0.28	0.09	0.18
55	0.00	0.56	0.75	0.66	0.00	0.31	0.09	0.20
60	0.00	0.57	0.76	0.66	0.00	0.33	0.09	0.21
rerata	0.00	0.29	0.46	0.37	0.00	0.20	0.08	0.14

Sumber: hasil perhitungan



Gambar 4. Laju infiltrasi dan aliran permukaan, (a) dan (b) untuk tanah tanpa tutupan vegetasi, sedangkan (c) dan (d) untuk tanah dengan tutupan vegetasi



Gambar 5. Grafik koefisien pengaliran Cd (a) tanah timbunan tanpa tutupan vegetasi, (b) tanah dengan tutupan vegetasi.

3. KESIMPULAN

Penggunaan tutupan lahan dapat memperbesar infiltrasi dan mengurangi run off. juga dapat digunakan sebagai pengisian air ke dalam tanah dan efektif untuk mengurangi limpasan permukaan dalam kondisi puncak. Dapat disimpulkan bahwa hasil penelitian dengan sampel tanah timbunan dengan kepadatan 60% dan diberi vegetasi sebagai penutupan permukaan lahan, menunjukkan bahwa koefisien pengaliran rata-rata (Cd) untuk timbunan tanpa tutupan permukaan masing-masing untuk I₂, I₅ dan I₁₀ sebesar 0,00, 0,29 dan 0,46 sedangkan untuk tanah timbunan dengan tutupan permukaan vegetasi menunjukkan koefisien pengaliran masing-masing untuk I₂, I₅ dan I₁₀ sebesar 0,00, 0,2 dan 0,08. Ini berarti ada peningkatan nilai infiltrasi yang cukup signifikan bila permukaannya diberikan tutupan vegetasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arfan, H. Experimental Model of Infiltration Behaviour In Organic Soil. Proceedings of the International Symposium on Lowland Technology, Bali, Indonesia, 294 – 300 (2012)
- Arfan, H., dan Pratama, A. Model Eksperimen Pengaruh Kepadatan, Intensitas Curah Hujan dan Kemiringan Terhadap Resapan Pada Tanah Organik. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Makassar (2012).
- Asdak, C. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta, 2007.
- Hadisusanto. *Aplikasi Hidrologi*. Jogja Media Utama, Yogyakarta (2011).
- Harto Br, S. *Analisis Hidrologi*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta (1993).
- Indarto. *Hidrologi Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Bumi Aksara, Jakarta (2010).
- Mao Lili, Bralts V F, Pan Yinghua, Liu Han, Lei Tingwu. Methods For Measuring Soil Infiltration: State of The Art. Int Agric and Biol Eng, 1 (1): 6-30 (2008).
- Munir, A., Syamsuddin, C., Suhardi, and M. Achmad. Simulation of Ground Water Contour at Coastal Area South Sulawesi. Proceedings of the International Symposium on Lowland Technology, Bali, Indonesia, 440 – 444 (2012)
- Soewarno. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid 1*. Nova, Bandung (1995).
- Sosrodarsono, S., dan Takeda, K (editor). *Hidrologi untuk Pengairan*. Pradyna Paramita, Jakarta (1977).
- Sukirman, S. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova, Bandung (1999).
- Suripin. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi, Yogyakarta (2004).
- Triatmodjo, B. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta (2008).

ORIGINALITY REPORT

25%
SIMILARITY INDEX

23%
INTERNET SOURCES

11%
PUBLICATIONS

11%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1 repository.usu.ac.id
Internet Source 1%

2 e-journals.unmul.ac.id
Internet Source 1%

3 repositori.uin-alauddin.ac.id
Internet Source 1%

4 adoc.pub
Internet Source 1%

5 library.binus.ac.id
Internet Source 1%

6 repository.unhas.ac.id
Internet Source 1%

7 I A N Shoffan, S Sumarli, I M Nauri. "The effect of copper-based catalytic converter with circular tube shape on exhaust emission of Yamaha Vixion 1PA", IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019
Publication 1%

8 eprints.upj.ac.id
Internet Source

1 %

9

journal.itny.ac.id

Internet Source

1 %

10

vdokumen.com

Internet Source

1 %

11

cwejournal.org

Internet Source

1 %

12

library.unismuh.ac.id

Internet Source

1 %

13

Submitted to LL DIKTI IX Turnitin Consortium
Part II

Student Paper

1 %

14

bebasbanjir2025.wordpress.com

Internet Source

1 %

15

e-journal.uajy.ac.id

Internet Source

1 %

16

digilib.unila.ac.id

Internet Source

1 %

17

repository.unsoed.ac.id

Internet Source

1 %

18

Submitted to Syiah Kuala University

Student Paper

1 %

19

eprints.undip.ac.id

Internet Source

1 %

20

repository.its.ac.id

Internet Source

1 %

21

research.dl.saga-u.ac.jp

Internet Source

1 %

22

amirhamzahsil49.wordpress.com

Internet Source

1 %

23

123dok.com

Internet Source

<1 %

24

ejurnal.untag-smd.ac.id

Internet Source

<1 %

25

media.neliti.com

Internet Source

<1 %

26

publikasi.mercubuana.ac.id

Internet Source

<1 %

27

Submitted to Unika Soegijapranata

Student Paper

<1 %

28

jurnal.uns.ac.id

Internet Source

<1 %

29

seputargk.id

Internet Source

<1 %

30

worldwidescience.org

Internet Source

<1 %

31

docobook.com

Internet Source

<1 %

32

journal.eng.unila.ac.id

Internet Source

<1 %

33

pt.scribd.com

Internet Source

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches < 5 words

Exclude bibliography On