

KAPASITAS INFILTRASI TANAH TIMBUNAN DENGAN TUTUPAN PAVING BLOK (UJI MODEL LABORATORIUM)

Abd. Rakhim Nanda^{1*}, Nurnawaty^{2}**

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar
Jl. Sultan Alauddin No. 259, Makassar, Sulawesi Selatan

*Email : rahim_nanda@yahoo.co.id, **Email : nurnadzar@yahoo.co.id

Abstrak

Berkurangnya daerah tangkapan hujan serta menurunnya laju infiltrasi atau resapan air ke dalam tanah memicu permasalahan genangan. *Genangan air dan limpasan permukaan yang terjadi pada permukaan tanah kedap air menuntut ditemukannya cara-cara baru untuk mengelola aliran air terutama dari air hujan. Untuk mengurangi permukaan yang kedap air (tidak tembus air) seperti permukaan jalan trotoar (sidewalk), driveways, tempat parkir, dan tempat-tempat lain digunakan pervious paving dengan tujuan mengurangi run off dan memperbesar infiltrasi. Lingkup penelitian ini pada pengujian infiltrasi dengan menggunakan paving block guna mendapatkan gambaran besarnya infiltrasi yang dihasilkan ketika menggunakan paving block sedangkan tujuan penelitian ini untuk mengetahui berapa besar pengaruh lapisan paving block dengan variasi curah hujan terhadap kepadatan tanah timbunan dan kapasitas infiltrasi dengan menggunakan model laboratorium yang menggunakan bahan timbunan dan paving blok dan alat rainfall simulator. Hasil Penelitian menunjukkan Kapasitas infiltrasi dengan kepadatan tanah 90% tanpa tutupan terjadi pada menit ke 20 sebesar 3,36 cm/jam, dengan tutupan 50% paving blok pada menit ke 15 sebesar 0,24 cm/jam dan tutupan 100% paving blok pada menit ke 10 sebesar 0,75. Penggunaan paving blok dapat memperbesar infiltrasi dan mengurangi run off*

Kata kunci: Kapasitas Infiltrasi, Paving Blok, run off

1. PENDAHULUAN

Salah satu penyebab banjir dan genangan, ini terjadi adalah karena berkurangnya daerah – daerah tangkapan hujan yang disertai dengan menurunnya laju infiltrasi ditambah lagi dengan distribusi curah hujan yang tidak merata sepanjang tahun, sehingga memicu permasalahan genangan. 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 (Kurnia, dkk, 2006).

Dalam penelitian ini pengukuran kapasitas infiltrasi menggunakan alat simulasi hujan (*rainfall simulator*). Alat tersebut dibuat dengan mengikuti model–model yang sudah pernah ada (Arfan, 2012) dengan simulasi perhitungan intensitas curah hujan rencana mengikuti persamaan sebagai berikut:

$$I = \left(\frac{V}{A.t} \right) \times 600 \quad (1)$$

Dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

V = Volume air dalam container (ml)

A = Luas container (cm²)

t = waktu (menit)

Masalah genangan air dan limpasan permukaan yang terjadi pada permukaan perkerasan kedap air menuntut ditemukannya cara-cara baru untuk mengelola aliran air terutama dari air hujan. Perkerasan berpori merupakan salah satu metode alternatif untuk pengendalian limpasan

permukaan. Jenis-jenis perkerasan berpori antara lain adalah aspal berpori, Perkerasan Berpori, perkerasan bata beton (*paving blocks*), dan sistem perkerasan kerikil. Perkerasan berpori memiliki pori-pori yang sangat banyak dan mengurangi volume limpasan permukaan dengan cara membiarkan air yang ada di permukaannya menyerap ke dalam perkerasan untuk kemudian dialirkan ke dalam tanah dengan tingkat penyerapan yang tinggi. Perkerasan Berpori dapat berfungsi sebagai bagian dari sistem memanen air hujan (*rainwater harvesting*). Sistem memanen air hujan merupakan proses untuk mencegah terjadinya limpasan permukaan saat hujan dan sekaligus memanfaatkan air hujan untuk kebutuhan yang menguntungkan, seperti menambah cadangan air tanah, irigasi untuk taman, *toilet flushing*, air untuk mencuci kendaraan, dan sebagainya.

Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Non Hijau - Direktorat Jenderal Penataan Ruang, Departemen Pekerjaan Umum menjelaskan bahwa Pembangunan Dampak Rendah (*Low Impact Development – LID*) adalah strategi pembangunan berdampak rendah yang membuat sistem perkerasan berperan hidrologis mampu menyalurkan air permukaan ke lapisan di bawahnya dan ekonomis karena meminimalisasi sistem drainase. Perkerasan Berpori (*pervious concrete*) adalah tipe perkerasan LID *permeable paving*, yaitu campuran Perkerasan Berpori yang tidak menggunakan pasir atau hanya dalam jumlah kecil, sehingga menghasilkan beton dengan pori kira-kira 20%. Ruang pori tersebut membuat air dapat mengalir di dalam perkerasan ke lapisan batuan berukuran seragam di bawahnya, lalu ke dalam tanah – sehingga mengurangi atau menghilangkan aliran air di atas permukaan perkerasan. Kekuatan rata-rata dari Perkerasan Berpori (tembus air) adalah dari 50 sampai 350 kg/cm², dan dapat lebih tinggi tergantung fungsi penggunaannya. Kecepatan peresapan adalah 0,2 sampai 0,48 cm/s.

Sistem *pervious paving* digunakan untuk mengurangi permukaan yang kedap air (tidak tembus air) seperti permukaan jalan trotoar (*sidewalk*), *driveways*, tempat parkir, dan tempat-tempat lain yang digunakan dengan tujuan mengurangi *run off* dan memperbesar infiltrasi. *Pervious paving* juga dapat digunakan sebagai inlet air infiltrasi ke dalam tanah. *Pervious paving* sangat efektif untuk membantu mengurangi *run off* dalam kondisi puncak serta menambah jumlah kandungan air tanah pada area yang berkembang (Harrisburg, 1998).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Berapa besar pengaruh lapisan paving block dengan variasi curah hujan terhadap kepadatan timbunan dan kapasitas infiltrasi

Pengukuran laju infiltrasi menurut Model Horton adalah salah satu model infiltrasi yang terkenal dalam hidrologi. Model Horton dapat dinyatakan secara matematis mengikuti persamaan berikut :

$$f_t - f_c = (f_0 - f_c) e^{-kt} \quad (4)$$

Dimana:

- f_t = kapasitas infiltrasi pada saat t (mm/jam)
- f_0 = kapasitas infiltrasi pada saat awal (mm/jam)
- f_c = kapasitas infiltrasi konstan, yang tergantung pada tipe tanah (mm/jam)
- e = 2,71828
- t = waktu.
- k = konstantan yang menunjukkan laju penguapan kapasitas infiltrasi.

Dimana m adalah gradien garis dari regresi linear grafik hubungan waktu dengan $\ln(f - f_c)$.

2. METODOLOGI

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental model fisik laboratorium, menggunakan jenis tanah bahan timbunan dan sampel paving block dan satu set alat simulasi hujan (rainfall simulator) Bak pengujian yang berukuran 100 cm x 100 cm x 50 cm dimana terdapat sekat di dalamnya untuk memisahkan volume limpahan dan volume resapan. Tinggi tanah dalam bak uji adalah 25 cm. Sampel tersebut dilindungi dari air yang jatuh dari bak sebelum dicapai keadaan muka air konstan di dalam bak penampungan air.(gambar 1)

Penelitian ini dilakukan dengan dua perlakuan, yakni dengan tanpa lapisan paving block dan dengan lapisan paving block pada permukaannya dan masing-masing diuji dengan kepadatan yaitu kepadatan tanah 90% dengan berbagai variasi waktu (t) pengamatan.

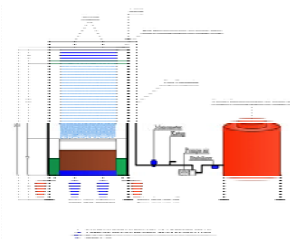
Variabel penelitian adalah Intensitas curah hujan rencana (I), waktu durasi hujan dan rembesan, t (menit). serta volume rembesan dan limpasan, V (ml) atau (liter)..

Prosedur Penelitian dilakukan dengan tahapan running test : Running test ke-1; pengukuran intensitas curah hujan buatan, Running test ke-2; yakni pengukuran infiltrasi pada tanah tanpa pavingblok dan unning test ke-3; yakni pengukuran infiltrasi pada tanah dengan menambahkan lapisan pavingblok pada permukaan sampel tanah.

Lingkup pembahasan dalam tulisan ini kami fokuskan pada pengujian infiltrasi dengan menggunakan paving block guna mendapatkan gambaran besarnya infiltrasi yang dihasilkan ketika menggunakan paving block. Rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah terapan rumus-rumus praktis.



Gambar 1(a) Model Sampel tanah 100x100x25 cm



Gambar 1(b) Sketsa Rainfall Simulator

Gambar 1. Model Laboratorium yang digunakan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kapasitas Infiltrasi Tanah Tanpa Tutupan Paving Block

Hasil pengamatan kapasitas infiltrasi pada tanah tanpa tutupan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Pengamatan infiltrasi pada sampel tanah dengan tanpa tutupan paving block kepadatan tanah 90%

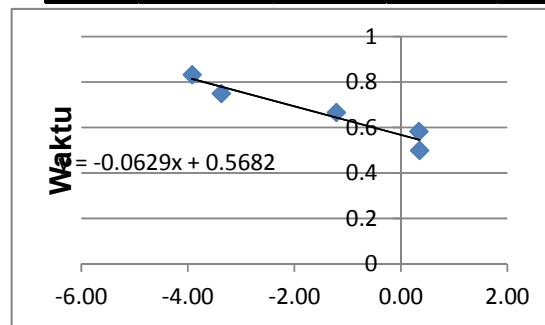
Waktu Pengamatan (menit)	Pengamatan Rembesan (cm/jam)		
	Intensitas curah hujan		
	I2	I5	I10
0	0.00	0.00	0.00
5	0.00	1.35	0.34
10	0.00	9.04	5.75
15	0.38	10.72	12.73
20	15.58	17.44	18.89
25	22.28	25.77	16.57
30	22.56	20.62	15.13
35	23.19	20.02	15.13
40	22.06	19.94	14.55
45	21.85	19.90	14.55
50	21.29	19.88	14.55
55	21.23	19.84	14.51
60	21.23	19.84	14.51

3.2. Analisa Parameter Infiltrasi Tanah Tanpa Tutupan Paving Block Kepadatan Tanah 90 %

Perhitungan parameter infiltrasi pada intensitas hujan 2 tahun dapat dilihat pada tabel 2 dan untuk mencari kurva nilai m pada kepadatan tanah 90,0% pada gambar 2. Setelah di peroleh hasil K maka di konversi ke persamaan model Horton.

Tabel 2. Perhitungan parameter infiltrasi intensitas 2 tahun tanpa tutupan dengan kepadatan 60,09 %

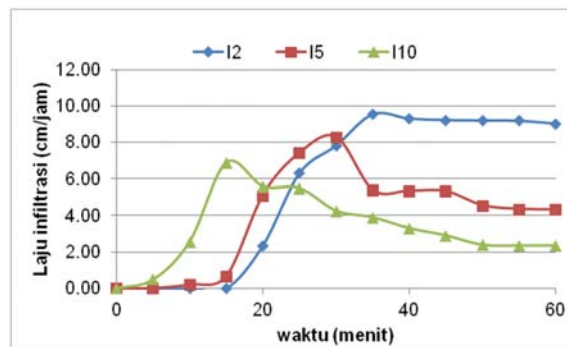
Waktu t (menit)	Kapasitas infiltrasi f (cm/jam)	fc	f - fc	Ln (f - fc)
5	0.00	20.78		
10	0.00	20.78		
15	9.14	20.78		
20	14.79	20.78		
25	18.91	20.78		
30	22.20	20.78	1.42	0.35
35	22.18	20.78	1.40	0.34
40	21.08	20.78	0.30	-1.21
45	20.81	20.78	0.03	-3.37
50	20.80	20.78	0.02	-3.92
55	20.78	20.78		
60	20.78	20.78		



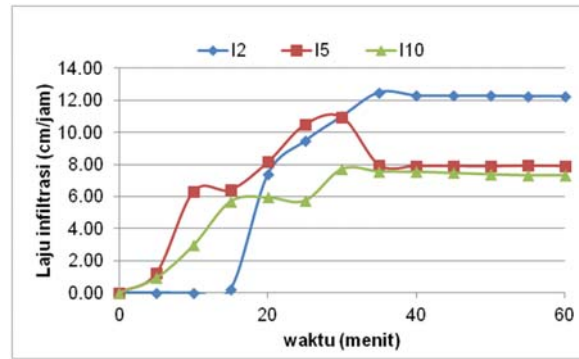
Gambar 2. Grafik hubungan waktu dan Ln (f-fc) untuk I₂ tanah tanpa tutupan

3.3. Kapasitas Infiltrasi Kepadatan 90 % dengan tutupan paving blok 0%, 50 % dan 100 % dengan Intensitas hujan 2, tahun, 5 tahun dan 10 tahun

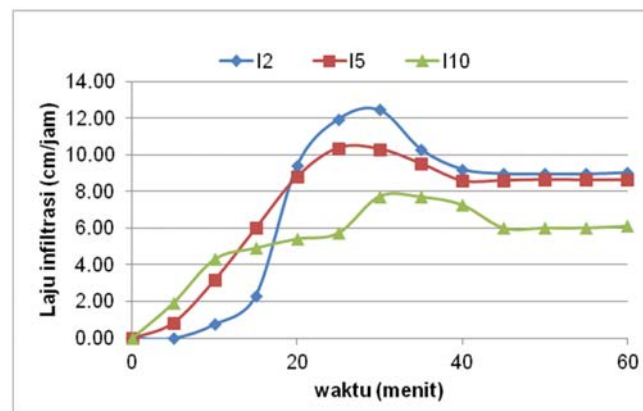
Berikut ini adalah gambar grafik perbandingan kapasitas infiltrasi tanah pada kepadatan 60,09% tanpa tutupan paving block dan dengan tutupan paving blok 50% serta tutupan blok 100%. Berturut-turut dapat dilihat pada gambar 3, 4 dan 4



Gambar 3 : Grafik infiltrasi tanpa tutupan paving block dengan 3 intensitas curah hujan berbeda



Gambar 4 : Grafik infiltrasi dengan tutupan 50 % paving block dengan 3 intensitas curah hujan berbeda



Gambar 5 : Grafik infiltrasi tutupan 100 % dengan paving block pada 3 intensitas curah hujan berbeda

3.4. Pembahasan

Pada gambar 3 di atas dapat dilihat bahwa kapasitas infiltrasi dengan 2 tahun (I_2) pada sampel tanah tanpa tutupan dengan kepadatan tanah 90% infiltrasi terjadi pada menit 20 yaitu 2,36 cm/jam dan mencapai titik mendekati konstan di menit ke 50 yaitu 9,22 cm/jam sedangkan pada intensitas 5 (I_5) infiltrasi terjadi di menit ke 10 yaitu 0,20 cm/jam dan mencapai titik konstan di menit ke 55 yaitu 4,36 cm/jam sedangkan pada intensitas 10 (I_{10}) infiltrasi terjadi di menit ke 10 yaitu 0,50 cm/jam dan mencapai titik konstan di menit ke 55 yaitu 2,40 cm/jam

Pada gambar 4 di atas dapat dilihat bahwa kapasitas infiltrasi dengan intensitas 2 tahun (I_2) pada sampel tanah dengan tutupan paving block 50 % kepadatan tanah 90% infiltrasi terjadi pada menit 15 yaitu 0,24 cm/jam dan mencapai titik konstan di menit ke 55 yaitu 12,25 cm/jam, sedangkan pada intensitas 5 (I_5) infiltrasi terjadi di menit ke 5 yaitu 1,25 cm/jam dan mencapai titik konstan di menit ke 45 yaitu : 7,91 cm/jam. sedangkan pada intensitas 10 (I_{10}) infiltrasi terjadi di menit ke 5 yaitu 0,93 cm/jam dan mencapai titik konstan di menit ke 55 yaitu 7,33 cm/jam.

Pada gambar 5 di atas dapat dilihat bahwa kapasitas infiltrasi dengan intensitas 2 tahun (I_2) pada sampel tanah dengan tutupan paving block 100 % kepadatan tanah 90% infiltrasi terjadi pada menit 10 yaitu 0,75 cm/jam dan mencapai titik konstan di menit ke 50 yaitu 8,96 cm/jam, sedangkan pada intensitas 5 tahun (I_5) infiltrasi terjadi di menit ke 5 yaitu 0,85 cm/jam dan mencapai titik konstan di menit ke 55 yaitu : 8,62 cm/jam. sedangkan pada intensitas 10 (I_{10})

infiltrasi terjadi di menit ke 5 yaitu 1,92 cm/jam dan mencapai titik konstan pada menit ke 50 yaitu 6,01 cm/jam.

4. KESIMPULAN

Penggunaan paving blok dapat memperbesar infiltrasi dan mengurangi run off. paving juga dapat digunakan sebagai pengisian air ke dalam tanah dan efektif untuk mengurangi limpasan permukaan dalam kondisi puncak. Pada penelitian ini dapat disimpulkan kapasitas infiltrasi dengan kepadatan tanah 90% tanpa tutupan terjadi pada menit ke 20 sebesar 3,36 cm/jam, dengan tutupan 50% paving blok pada menit ke 15 sebesar 0,24 cm/jam dan tutupan 100% paving blok pada menit ke 10 sebesar 0,75, sehingga dapat disimpulkan Hubungan antara resapan dengan variasi intensitas adalah berbanding lurus, dimana resapan akan meningkat jika intensitas yang diberikan juga meningkat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini khususnya personil di laboratorium Teknik Sipil Unismuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Arfan, H., dan Pratama, A. 2012. Model Eksperimen Pengaruh Kepadatan, Intensitas Curah Hujan dan Kemiringan Terhadap Resapan Pada Tanah Organik. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Asdak, C. 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hadisusanto, N. 2011. *Aplikasi Hidrologi*. Jogja Mediautama. Yogyakarta.
- Harto Br, S. 1993. *Analisis Hidrologi*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Indarto. 2010. *Hidrologi Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid 1*. Nova. Bandung.
- Sosrodarsono, S., dan Takeda, K (eds). 1977. *Hidrologi untuk Pengairan*. Pradyana Paramita. Jakarta.
- Sukirman, S. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova. Bandung.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi. Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta.