



Studi Pengaruh Silinder Pori Pada Saluran Drainase Terhadap Debit Infiltrasi Pada Tanah Lempung

Fenti Daud Sindagamanik¹, Sukmasari Antaria², Nenny³

^{1,2,3} Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar

Abstrak

Usaha penanggulangan banjir perlu dilakukan secara dini, dimana salah satunya adalah melakukan perbaikan pada sistem drainase. Penanggulangan banjir memerlukan desain drainase efektif, berwawasan lingkungan, yang berfungsi menampung, dan mengalirkan air dari badan jalan ke lapisan tanah yang ada di bawahnya. Penelitian skala laboratorium sangat diperlukan untuk mengetahui: dimensi, rasio luas, bahan dan kedalaman lubang pori yang efektif untuk meresapkan air dari badan saluran drainase ke lapisan tanah di bawah saluran. Penelitian ini dilakukan dengan studi eksperimental dengan menggunakan model saluran drainase bersilinder pori. Pengujian dilakukan dengan 3 variasi diameter lubang, 3 variasi ketinggian muka air di saluran. Sebagai media infiltrasi digunakan tanah jenis Lempung yang dimodelkan berdasarkan sampel tanah yang diambil pada lokasi yang sering mengalami banjir atau genangan. Dari pengamatan dan uji laboratorium diharapkan dapat dihasilkan dimensi silinder pori yang sesuai dengan kondisi tanah Lempung pada bagian bawah saluran drainase. Makalah ini merupakan bagian dari penelitian Saluran Bersilinder Pori Berwawasan Lingkungan Pereduksi Genangan banjir Perkotaan, yaitu mengenai Pengaruh Silinder Pori Terhadap debit Infiltrasi Pada Tanah Lempung.

Kata kunci: berpori, infiltrasi, saluran, silinder

1. Pendahuluan

Hampir setiap musim hujan terjadi banjir di Kota Makassar, serta kota-kota besar lainnya di Indonesia. Berbagai media massa melaporkan kejadian tersebut. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) di Kota ini sudah mengevakuasi sedikitnya 1.500 warga yang berdomisili di Kecamatan Manggala terutama di Perumnas Antang (Tempo, 2013).

Akibat banjir tersebut, beberapa jalan utama di Makassar digenangi air hingga beberapa hari. Jalan utama yang menjadi langganan banjir adalah: Sungai Saddang Baru, Pelita Raya, Urip Sumoharjo, AP Pettarani, Boulevard, Abd Daeng Sirua, Toddopuli, Tidung, Tamalate, Rappocini, Jalan Landak Baru, dan kawasan lainnya. Banjir dapat terjadi sebagai akibat drainase yang tidak memadai sehingga kurang mampu menampung debit air. Disamping itu, minimnya ruang terbuka hijau sebagai areal resapan air, sebagaimana Lapangan Karebosi, yang awalnya diperuntukkan sebagai kawasan resapan air, kini menjadi mall di bawah tanah. Penyebab lainnya adalah drainase dialih fungsikan warga sebagai tempat pembuangan sampah, sehingga saluran tersumbat. Upaya penanganan banjir di kota Makassar tidak akan dapat menuntaskan persoalan jika hanya berputar pada upaya perifer pembersihan dan penggalan sedimen di saluran dan kanal. Hal ini dikarenakan karena jaringan dan dimensi saluran drainase kota ini sudah tidak memadai untuk melayani perkembangan kota yang semakin pesat. Apalagi

sistem drainase kota yang dibuat tahun 1985 ini selama hampir 30 tahun tidak diperbaharui, meskipun pada tahun 2004 sempat dibuat masterplannya. Sistem drainase di Makassar sudah perlu dibenahi secara total karena selama ini kita menggunakan sistem drainase lama yang sudah tidak sesuai dengan perkembangan pembangunan. Konsep drainase konvensional yang mengalirkan air buangan secepatnya ke hilir perlu direvisi dengan mengalirkan secara alamiah (lambat), sehingga tidak menimbulkan banjir di hilir. (Kimpraswil, 2006).

Perlu adanya desain saluran drainase efektif, berwawasan lingkungan, yang bukan hanya berfungsi menampung dan mengalirkan air dari badan jalan tetapi sekaligus berfungsi sebagai media penyerapan air ke lapisan tanah yang ada di bawahnya. Hal ini diperlukan sebagai salah satu langkah preventif untuk mencegah debit air yang mengalir ke dalam bangunan saluran drainase melebihi kapasitas maksimum yang telah direncanakan. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk meresapkan air tersebut adalah dengan membuat lubang pori atau lubang resapan di sepanjang bagian dasar saluran. Oleh karena itu direncanakan untuk mengadakan penelitian skala laboratorium untuk mengetahui: jumlah, dimensi, bahan, dan jarak silinder pori yang efektif untuk meresapkan air dari badan saluran drainase ke lapisan tanah jenis Lempung Liat di bawah saluran drainase.

Hasil Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai masukan bagi Pemkot Makassar

¹Fenti Daud S. Telp.:082194072445
E-mail addresses: fentidaud@unismuh.ac.id

dan Pemerintah di kota- kota lainnya di Indonesia yang setiap tahun dilanda banjir.

2. METODOLOGI

2.1. Desain Penelitian

Model Saluran Drainase Bersilinder Pori digunakan sebagai alat untuk uji laboratorium, Sebagai media infiltrasi digunakan tanah sampel sesuai tanah di daerah lokasi sampel yang sering mengalami genangan banjir. Penelitian ini menggunakan tiga variabel bebas yaitu, tinggi silinder pori, debit aliran. dan jarak silinder pori masing masing dengan 3 (tiga) variasi. Sedangkan variabel terikatnya adalah debit infiltrasi .

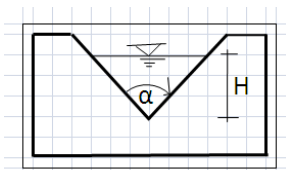
2.2. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

2.2.1. Persiapan Bahan dan Alat

Material untuk pembuatan Model Saluran Drainase Bersilinder Pori, dipersiapkan yaitu Acrilyc, besi , lem acrilyc serta peralatan yang diperlukan antara lain gurinda, alat pemotong acilyc dan lain lain.

2.2.2. Pembuatan Pintu Thomson.

Debit air yang masuk ke model saluran diatur dengan menggunakan alat ukur peluap Thompson yang ditempatkan di bagian hilir bak penenang. Alat ukur ini berupa peluap ambang tipis berbentuk segi tiga dengan sudut 90°.



Gambar 1. Pintu Thomson (Triatmodjo B, 1996)

Besarnya debit yang melewati pintu Thomson dihitung dengan rumus :

$$Q = \frac{8}{15} C_d \text{tg} \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} H^{5/2}$$

dimana :

- Q = debit aliran (l/dtk)
- C_d = Koefisien pengaliran, akan diperoleh dari hasil percobaan pada pintu Thomson.
- α = sudut peluap segitiga
- g = percepatan gravitasi
- H = tinggi air pada pintu Thomson

Penentuan koefisien pengaliran debit dilakukan dengan pengamatan debit aliran melalui pintu Thomson. Pengamatan dilakukan berulang, sehingga dari pengamatan ini besarnya koefisien pengaliran C_d dapat dihitung, seperti pada Tabel 1. di bawah ini.

Tabel 1. Penentuan Koefisien pengalihan debit C_d

No	Tinggi air (h)	Waktu	Debit (Q) (ml/300 det)	Keterangan
1	0,035	300	127000	
2	0,035	300	127800	
3	0,035	300	127000	
4	0,035	300	128100	
5	0,035	300	129000	
Q rata-rata			127780 ml/300det	
			0.000426 m ³ /det	

$$Q = \frac{8}{15} C_d \text{tg} \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} H^{5/2}$$

$$C_d = \frac{0.000426 \times 15}{8 \times \text{tg} 45^\circ \sqrt{2g} 0,035^{5/2}} = 0,787$$

Untuk

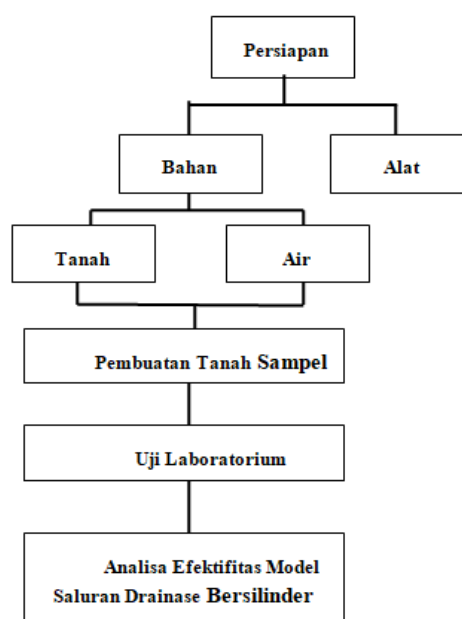
- Q1 = 2,5 L/d = 0,0025 m³/d maka H1 = 7,1 cm
- Q2 = 1,5 L/d = 0,0015 m³/d maka H2 = 5,8 cm
- Q3 = 0,4 L/d = 0,0004 m³/d maka H3 = 3,5 cm

2.2.3. Pembuatan Tanah Sampel Untuk Media Infiltrasi

Tanah sampel yang akan digunakan sebagai media infiltrasi dibuat model tanah jenis Lempung, berdasarkan tekstur tanah lokasi sampel yang dipilih yang sering mengalami genangan banjir .

2.3. Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mendapatkan gambaran yang jelas hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat hasil dari uji laboratorium. Debit infiltrasi Model Saluran Drainase Bersilinder Pori diperoleh berdasarkan uji laboratorium dengan variasi kedalaman silinder pori, jarak silinder pori.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian Tahun I

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil yang Dicapai

3.1.1. Tekstur Tanah Sampel

Sebagai media infiltrasi digunakan tanah sampel Lempung Liat dengan tekstur yang sesuai dengan tekstur tanah lokasi sampel (daerah Perintis Kemerdekaan). Hasil pemeriksaan tekstur tanah sampel yang diambil, terdiri dari Pasir 50 %, Debu 30 % dan Liat 20 %. Berat Jenis tanah sampel 1,544 gr / cm³

Klasifikasi pasir, debu, dan liat ditentukan berdasarkan pembagian ukuran fraksi fraksi tanah (tekstur) menurut Sistem Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA) Tahun 1938.

Tabel 2. Diameter Fraksi Partikel Tanah

Partikel	Diameter Fraksi (mm)
Pasir Sangat Kasar	2,00 – 1,00
Pasir Kasar	1,00 – 0,50
Pasir Sedang	0,50 – 0,25
Pasir Halus	0,25 – 0,10
Pasir Sangat Halus	0,10 – 0,05
Debu	0,05 – 0,002
Liat	Kurang dari 0,002

Berdasarkan berat jenis sampel maka jumlah tanah yang digunakan untuk masing masing variasi pengaliran adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Berat Tanah yang dibutuhkan untuk uji laboratorium

No	Diameter (cm)	Kedalaman (cm)	Jarak Lubang (cm)	Berat Tanah Yang Dibutuhkan (gr)
1			16	550410.06
2		10	32	552737.18
3			48	553512.88
4			16	553803.77
5	8	15	32	554676.44
6			48	554967.33
7			16	544980.12
8		20	32	549634.36
9			48	551185.77

3.1.2. Pembuatan Model Saluran Drainase Bersilinder Pori

Untuk uji laboratorium digunakan Model Saluran Drainase Bersilinder Pori yang berukuran (40 x 40 x 240) cm serta wadah (50 x 50 x 240) cm yang akan diisi tanah Lempung Liat setinggi 30 cm sebagai media infiltrasi. Tanah pada wadah ini memiliki lubang yang berisi pasir dengan 3 variasi kedalaman yaitu 5 cm, 10 cm dan 15 cm.

3.1.3. Infiltrasi Yang Terjadi Akibat Silinder Pori Saluran Drainase Pada Jenis Tanah Lempung .

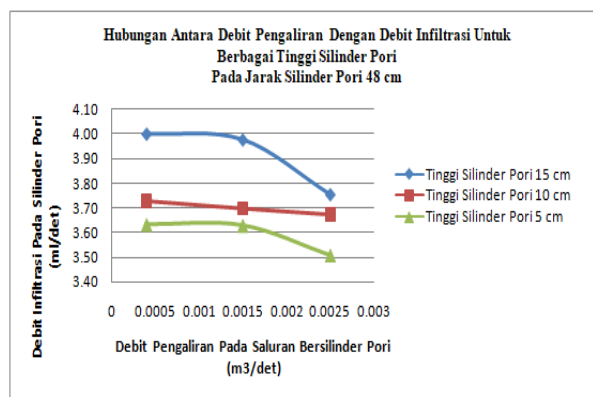
Dari hasil uji laboratorium dengan menggunakan Model Saluran drainase bersilinder Pori diperoleh hasil, seperti yang disajikan pada table 4.

Tabel 4. Data Debit Infiltrasi Yang terjadi Pada Saluran Drainase Bersilinder Pori

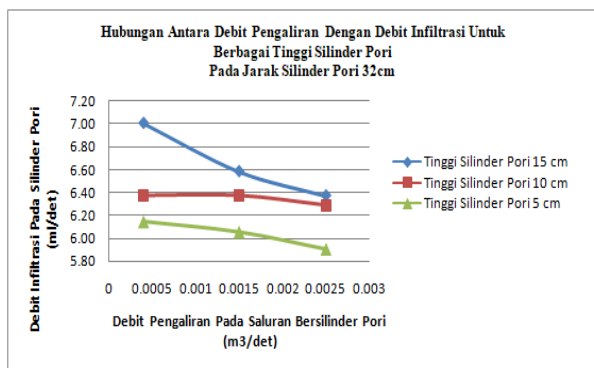
Tinggi Silinder Pori (cm)	Debit Pengaliran (m3/det)	Debit Infiltrasi (ml/det) Berdasarkan Jarak Silinder Pori (cm)		
		48	32	16
15	0.0004	4.002	7.006	8.503
	0.0015	3.978	6.584	8.393
	0.0025	3.754	6.372	8.169
10	0.0004	3.727	6.371	8.094
	0.0015	3.698	6.372	8.017
	0.0025	3.673	6.286	7.649
5	0.0004	3.632	6.144	7.266
	0.0015	3.628	6.052	6.863
	0.0025	3.508	5.902	5.215

Faktor Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Debit Infiltrasi

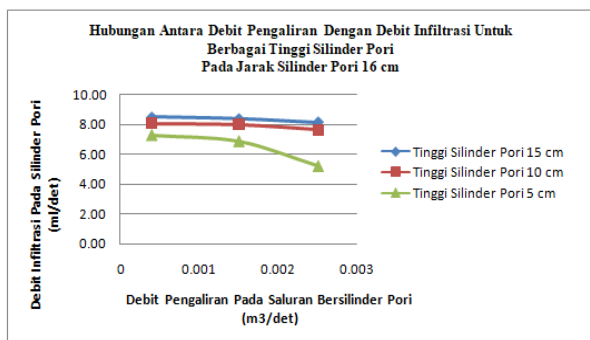
Pada Gambar (4), (5) dan (6) memperlihatkan faktor yang berpengaruh terhadap debit infiltrasi pada Saluran Drainase Bersilinder Pori antara lain tinggi silinder pori (h₁ = 5 cm, h₂ = 10 cm dan h₃ = 15 cm) dimana pada gambar (4) menunjukkan debit infiltrasi terbesar yaitu 4.002 ml/det , gambar (5) menunjukkan debit infiltrasi terbesar yaitu 7.006 ml/det dan gambar (6) menunjukkan debit infiltrasi terbesar yaitu 8.503 ml/det. Faktor lain yang mempengaruhi debit infiltrasi pada Saluran Drainase Bersilinder Pori adalah debit pengaliran dimana pada gambar (4), (5) dan (6) juga nampak jelas peningkatan debit infiltrasi pada Saluran drainase Bersilinder Pori sangat signifikan dengan peningkatan debit pengaliran (Q₁, Q₂ dan Q₃) Selain faktor debit pengaliran dan tinggi silinder pori , faktor lain yang berpengaruh terhadap debit infiltrasi adalah jarak silinder pori , dimana semakin besar jarak silinder pori semakin kecil debit infiltrasi yang terjadi pada Saluran drainase Bersilinder Pori, hal ini ditunjukkan secara jelas pada Gambar (4) , (5) dan (6).



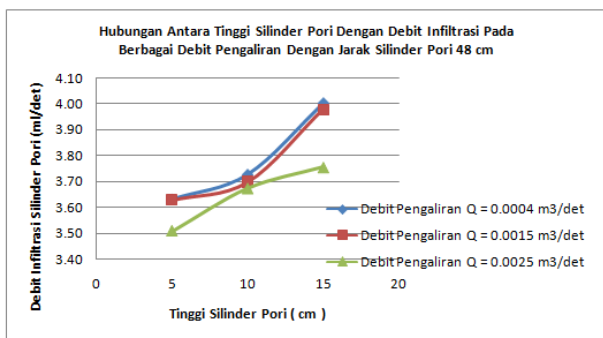
Gambar 4. Pengaruh Debit Pengaliran Terhadap Debit Infiltrasi



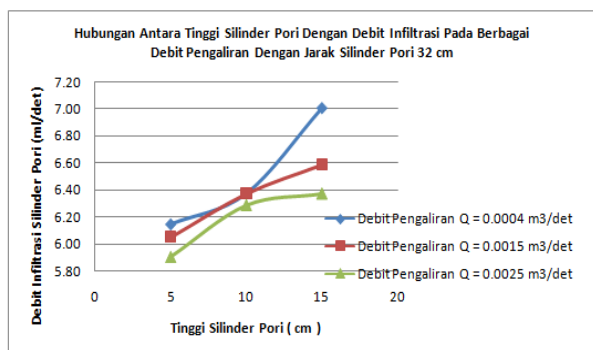
Gambar 5. Pengaruh Debit Pengaliran Terhadap Debit Infiltrasi



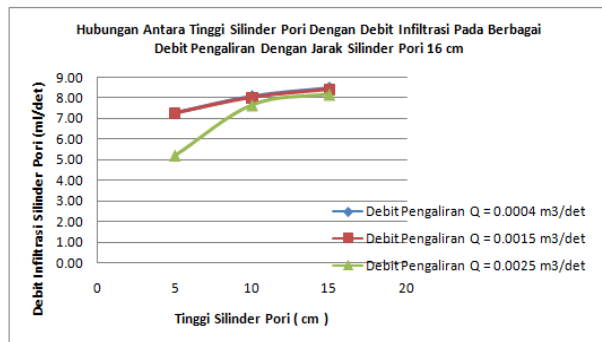
Gambar 6. Pengaruh Debit Pengaliran Terhadap Debit Infiltrasi



Gambar 7. Pengaruh Debit Pengaliran Terhadap Debit Infiltrasi



Gambar 8. Pengaruh Debit Pengaliran Terhadap Debit Infiltrasi



Gambar 9. Pengaruh Debit Pengaliran Terhadap Debit Infiltrasi

4. KESIMPULAN

Untuk daerah dengan tekstur tanah lempung, infiltrasi air kedalam lapisan tanah dapat dilakukan dengan membuat Saluran Drainase Bersilinder Pori. Rasio Silinder Pori dipengaruhi oleh besarnya air yang akan diinfiltrasikan ke dalam lapisan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

Daud F.S., Selintung, M, Thaha Arsyad.2012 Uji Besar dan Posisi Pori Pada Drainase Jalan Raya Terhadap Overland Flow. Prosiding Konferensi Nasional Pasca Sarjana Teknik Sipil (KNPTS) 2012 : TSA- 55 – TSA 56.

Daud F.S., Selintung,M, Thaha Arsad.2013 The effect of soil texture and pore dimation of road drainage on surface flow reduction. Proceeding the 6 th Civil Engineering Conference in Asia Region . 2013 :ISBN 978-602-08-03.

Daud F.S., Selintung,M, Thaha Arsad.2013 Pore drainage influent on channel dimensions against infiltration in static conditions . Proceeding International Seminar on Applied Technology, Science and Art, 2013.

Daud F.S., Selintung,M, Thaha Arsad.2012 Uji Besar dan Posisi Pori Pada Drainase Jalan Raya Terhadap Overland Flow. Prosiding Konferensi Nasional Pasca Sarjana Teknik Sipil (KNPTS) 2012 : TSA- 55 – TSA 56.

Dariah A, Rachman A. 2006. Pengukuran Infiltrasi Balittanah.litbang.pertanian.go.id/Ind/dokumentasi/buku

Hakim Duppa, Reduksi Aliran Permukaan Dengan Resapan Berpori Pada Daerah Genangan, Makassar. Indonesia.

Hary Pradiko,dkk. 2017. Model penerapan Drainase Berwawasan Lingkungan Skala Individu di lahan Permukiman kawasan bandung Utara., Jurnal Teknik Sipil, Vol 24 – 2017, hal 83-90

I Ketut Suharta. 2000. Mengetahui kapasitas infiltrasi dan kapasitas perlokasi dan mengetahui potensi peresapan air hujan di wilayah Kota Denpasar. Indonesia

Goldsmith. 1993:162 dalam Sucipto dan Agung

- Sutarto, 2007, Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan, Nomor 1 Volume 9 – Januari 2007, hal 33 – 42.
- Michal Sněhota et.al. 2010. Preferential and Unstable Flow: From The Pore To The Catchment Scale. Germany.
- Pangeran H S, Sistim Permodelan dan Perencanaan drainase. 2018. <https://www.slideshare.net/PangeranSitorus/paper-sistem-pemodelan-dan-perencanaan-drainase>. 31 Juli 2018.
- Peter R Jørgensen. 2004. Monitoring well interception with fractures in clayey till
- Salem Bouri, Hamed Ben Dhia. 2009. A thirty-year artificial recharge experiment in a coastal aquifer in an arid zone: The Teboulba aquifer system (Tunisian Sahel), Laboratoire 3E, ENIS, BP W 3038, Sfax, Tunisia, Surface geosciences (Hydrology–Hydrogeology), Elsevier, Published by Elsevier Masson SAS.
- Rumillah H, Kemala J, Bambang. Sistim Drainase Sebagai Pengendalian Banjir Kota Medan. 2014. Jurnal Penelitian Saintika, Vol 14 nomor 1, 2014.
- Sunjoto.S. 2011. *Comparison of Recharge System Formulas from Point of View of Dimension Analysis, Mathematical Logic and Flow Condition*, Proceedings of the 4th ASEAN Civil Engineering Conference, Department of Civil & Environmental Engineering Gadjah Mada University, Yogyakarta, Indonesia