



Studi Kinerja Silinder Berpori Dalam Mereduksi Genangan Terhadap Struktur Tanah Pada Saluran Drainase

Nenny¹, Sukma Sari Antaria², Yusril Mahendra^{3*}, Muh. Mufti Aditya⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Pengairan, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia

*Email: yusriimahendra180701@gmail.com

Abstract: Flooding is often a problem on urban roads, especially during the rainy season. Floods are caused by a variety of things, including high rainfall, or inadequate drainage systems. especially in the Tamarunang Housing area in Gowa Regency where poor infrastructure and inadequate drainage systems can cause flooding and waterlogging. The purpose of this study is to conduct soil analysis on the influence of soil structure on the performance of porous cylinders, the influence of soil structure on the infiltration process, and to determine the infiltration discharge capacity of soil structure in drainage channels. The research was conducted in a residential area located in Gowa Asri, Tamarunang, Somba Opu District, Gowa Regency. With a total area of 6,661m² located between 5°12'38" South and 119°28'17" E. This study uses a quantitative method, with the average permeability result produced per day is 3,119 mm³/day.

Keywords: Flood; Drainage; Infiltration; Soil Structure.

1. PENDAHULUAN

Banjir adalah masalah yang sering terjadi di ruas-ruas jalan perkotaan, terutama pada saat musim hujan. Banjir disebabkan oleh berbagai hal, diantaranya curah hujan yang tinggi, atau sistem drainase yang kurang memadai (Gunawan dkk., 2020).

Saat hujan melanda, air di permukaan jalan terhambat masuk kedalam saluran drainase mengakibatkan genangan yang mengganggu aktivitas jalan (Azura dkk., 2019). Akar permasalahan genangan di perkotaan berawal dari pertambahan penduduk yang sangat cepat di atas rata-rata pertumbuhan nasional, akibat urbanisasi, baik migrasi musiman maupun permanen (Wijaya dkk., 2018). Pertambahan penduduk yang tidak diimbangi dengan penyediaan prasarana dan sarana perkotaan yang memadai mengakibatkan pemanfaatan lahan perkotaan menjadi acak-acakan sehingga terjadinya banjir dan genangan (Alwie dkk., 2020).

Pada 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 (Sindagamik dkk., 2020). Salah satu solusi potensial yang dapat diterapkan untuk mengurangi genangan air adalah dengan penggunaan teknologi silinder berpori dalam sistem drainase (Suryadi dkk., 2020). Silinder berpori merupakan inovasi dalam bidang teknik sipil yang bertujuan meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah (Wardhana dkk.,

2020). Teknologi ini memungkinkan air hujan meresap lebih cepat dan efisien, mengurangi laju aliran permukaan dan potensi genangan (Abda, 2021).

Oleh karena itu, implementasi silinder berpori dalam saluran drainase diharapkan dapat memperbaiki kondisi struktur tanah di sekitar area drainase, meningkatkan daya serap air, dan mengurangi akumulasi air di permukaan tanah. Studi tentang pengaruh kinerja silinder berpori terhadap struktur tanah dalam konteks ini menjadi penting untuk mengetahui efektifitas dan efisiensi penerapan teknologi tersebut di Perumahan Gowa Asri Tamarunang, Kecamatan Somba Opu.

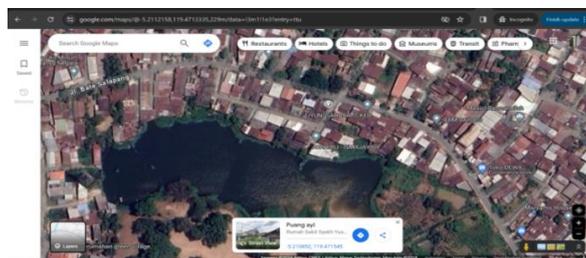
Berdasarkan penelitian Perbandingan infiltrasi pada saluran Drainase cukup signifikan dimana saluran tanpa bangunan silinder berpori hanya mendapatkan 0,00000429 m³/detik sedangkan saluran yang menggunakan silinder berpori sebanyak 0,00316457 m³/detik. Ini diakibatkan karena drainase konvensional hanya mengalirkan air ke hilir aliran dan hanya kecil kemungkinan menyerap air dalam tanah. Dari faktor yang mempengaruhi infiltrasi yang terjadi pada silinder yaitu tanah dasar permukaan saluran memiliki porositas lebih besar yaitu 47,98% dibandingkan tanah handbor hanya 45,32%. dimana kondisi lapisan tanah handbor terdapat celah-celah submikroskopis pada tanah lempung dan serpih membuat laju infiltrasi sulit mengalir ke dalam tanah.

Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan analisis tanah terhadap pengaruh struktur tanah terhadap kinerja silinder berpori, pengaruh struktur tanah terhadap proses infiltrasi, dan untuk mengetahui kapasitas pembuangan infiltrasi struktur tanah pada saluran drainase.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan perumahan yang terletak di Gowa Asri, Tamarunang kecamatan Somba Opu, Kabupaten Gowa. Dengan total luas keseluruhan adalah 6.661 m² yang terletak antara 5° 12'38" LS dan 119° 28'17" BT.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian
(Sumber: Google Earth)

2.2 Jenis Penelitian dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif karena data yang berupa angka sebagai

alat untuk menganalisis hal-hal yang ingin diketahui (Siroj dkk., 2024). Penelitian ini merupakan proses pengumpulan data mentah yang diperoleh dari hasil percobaan pada laboratorium. Data primer adalah data yang diperoleh dengan melakukan pengukuran langsung di lapangan. Data primer yang dibutuhkan adalah data pengukuran *baseline* dan data pengambilan sampel sedimen di lapangan (Sukanta dkk., 2016).

Sumber Data yang diperoleh melalui uji Penelitian permeabilitas dalam menganalisis proses infiltrasi dan Uji Berat Jenis dan Komposisi tanah didapatkan dari hasil pengujian melalui 2 percobaan yaitu Metode Segitiga tektur tanah (konvensional) dan metode Berat Jenis

2.3 Metode Pengambilan Data

- a. Tahap yang pertama dilakukan ialah mengukur saluran Drainase yang akan dijadikan sebagai tempat penelitian.
- b. Membersihkan saluran drainase dari Sampah maupun tumbuhan menjalar pada area aliran saluran drainase
- c. Mengangkat endapan tanah yang menutupi aliran drainase dan Membangun ulang saluran yang akan digunakan.
- d. Mengambil sampel data tanah Dasar saluran sebagai perbandingan tanah handbor
- e. Membuat lubang resapan biopori menggunakan alat Hand Bor dengan diameter 10 cm sebanyak 5 titik dengan Jarak antar lubang biopori yaitu 50 cm, dan tinggi silinder pori yaitu 40 cm di bawah permukaan tanah.



Gambar 2. Proses Boring tanah.

- f. Mengambil data tanah handbor pada kedalaman 40cm
- g. Memasukkan model silinder yang telah di isi kerikil kedalam lubang resapan biopori.
- h. Mengambil data ketinggian muka air banjir pada saluran. Dalam pengukuran digunakan rumus Intesitas hujan, Untuk menghitung Intensitas hujan digunakan rumus Metode Talbot data hujan periode jam- jaman sebagai berikut (Wibowo dkk., 2019):

$$I = \frac{a}{b + t}$$

Dengan :

I : Intensitas hujan (mm/jam)

t : Lama hujan (jam)

a & b : konstanta yang bergantung terhadap lamanya curah hujan di daerah aliran yang terjadi

Konstanta a dan b di atas, dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$a = \frac{\sum(I.t) \cdot \sum(I^2) - \sum(I^2.t) \cdot \sum(I)}{n \cdot \sum(I^2) - \sum(I) \cdot \sum(I)}$$

$$b = \frac{\sum(I.t) \cdot \sum(I) - n \cdot \sum(I^2.t)}{n \cdot \sum(I^2) - \sum(I) \cdot \sum(I)}$$

Dengan :

I : Intensitas hujan (mm/jam)

t : Lama hujan (jam)

n : jumlah data periode waktu

- i. Melakukan uji Laboratorium sampel tanah menggunakan percobaan Berat jenis dan uji Permeabilitas tanah dengan menggunakan 3 jenis sampel sebagai perbandingan nilai rata-rata pada 2 sampel tanah yang di gunakan. Metode yang digunakan dalam menentukan Koefisien Permeabilitas adalah ada 2 yaitu cosntan Head dan Falling Head. Adapun rumus digunakan antara lain (Santoso dkk., 2018) :

$$K = \frac{(Q \cdot L)}{(h \cdot a \cdot t)} \quad (\text{Metode } \textit{Constant Head})$$

Atau

$$K = 2,303 \frac{(a \cdot L)}{(A \cdot t)} \text{Log} \frac{(h_1)}{(h_f)} \quad (\text{Metode } \textit{falling head})$$

Dengan :

Q = Volume Air Berkumpul

a=luaspenampangburet

A = Luas Potongan Melintang sampel tanah

L = Panjang aliran air dalam tanah

t = Waktu pengujian

h1 = tinggi Puncak Hidrolik awal permulaan

hf = tinggi Puncak hidrolik akhir percobaan



Gambar 3. Uji Laboratorium percobaan Berat jenis dan Permeabilitas.

- j. Selanjutnya analisis debit infiltrasi yang terjadi pada saluran drainase silinder berpori berdasarkan tanggal kejadian hujan yaitu bulan Maret sampai bulan April digunakan rumus sebagai berikut (Budiman dkk., 2021):

$$Q_{sp} = q_{darcy} 0,7302 \left[\ln \left(\frac{k_2}{k_1} \right) \left(\frac{dhD}{(T-d)^3} \right) + 5,1945 \right]$$

Dengan :

Q_{sp} : Debit air yang terinfiltrasi pada saluran Drainase Bersilinder Pori

q_{darcy} : $i_{darcy} A K_2$

i_{darcy} : Gradient Hydraulic saluran

K_2 : Koefisien Permeabilitas Tanah

K_1 : Koefisien Permeabilitas Material Pengisi Silinder Pori

d : Tinggi Silinder Pori

D : Diameter Silinder Pori

T : Tebal Lapisan Tanah

h : Tinggi Muka Air pada Saluran Drainase Bersilinder Pori

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Hasil Pemeriksaan Tanah

Tanah yang digunakan sebagai media penelitian adalah tanah dasar permukaan drainase dan tanah hasil handbor dengan kedalaman setinggi 40 cm, hasil pengujian tanah yang diuji melalui laboratorium didapatkan berbagai jenis komposisi penyusutan butiran tanah.

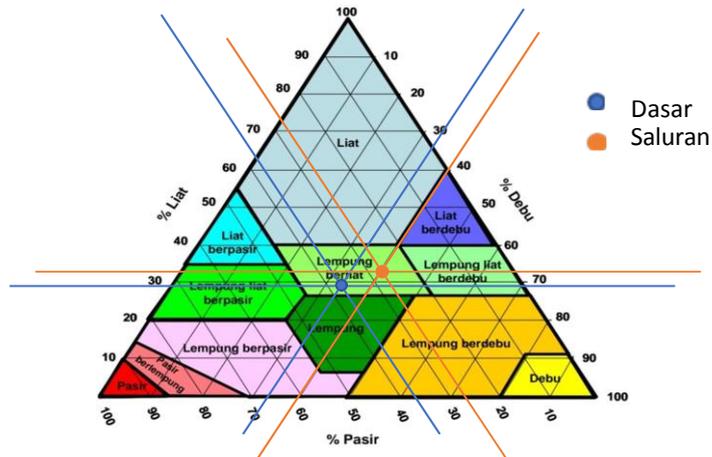
Komposisi tanah didapatkan dari hasil pengujian melalui 2 percobaan yaitu Metode Segitiga tekstur tanah (konvensional) dan metode berat jenis. Dari komposisi butiran tanah tersebut dapat diklasifikasi menurut *USDA (United State Department Of Agriculture)*. Hasil yang didapatkan dapat dilihat pada tabel (Brady et al., 2008).

Tabel 1. Hasil Analisa Tekstur Tanah.

Sampel Tanah	Fraksi %			Tekstur tanah
	Pasir	Debu	Liat	
Dasar Saluran	37,08	33,71	29,21	Lempung Berliat
Handbor (40cm)	27,78	40	32,22	Lempung Berliat

Berdasarkan analisa berat jenis tanah didapatkan sebagai berikut:

- $G_s = 2,708$ (diperoleh dari Uji Berat Jenis dilaboratorium)
- Berat isi air (γ_w) = $9,81 \text{ kN/m}^3 \Rightarrow 0,999 \text{ g/cm}$



Gambar 4. Fraksi Segitiga Tekstur
(Sumber: Triatmodjo, 2012)

berdasarkan data analisa $W = (\text{berat air} / \text{berat tanah kering}) \times 100\%$
 $= (10,42 / 36,58) \times 100\%$
 $= 28,49 \%$

Berat isi butir (γ_s)
 $= (\gamma_w) \cdot G_s$
 $= 0,999 \cdot 2,708$
 $= 2,705 \text{ g/cm}^3$

Vol. tanah kering (V_s)
 $= \text{Berat tanah kering} / (\gamma_s)$
 $= 36,58 / 2,70$
 $= 13,52 \text{ cm}^3$

Vol. isi Pori (V_v)
 $= V - V_s$
 $= 26,01 - 13,52$
 $= 12,48 \text{ cm}^3$

Porositas
 $= (V_v/V) \cdot 100\%$
 $= (12,48/26,01) \cdot 100\%$
 $= 47,98 \%$

Tabel 2. Hasil Analisa parameter yang mempengaruhi laju infiltrasi.

Sampel tanah	Kadar air (%)	Porositas (%)
Tanah dasar	28,49	47,98
Handbor (40cm)	19,64	45,32

3.2 Analisis Permeabilitas

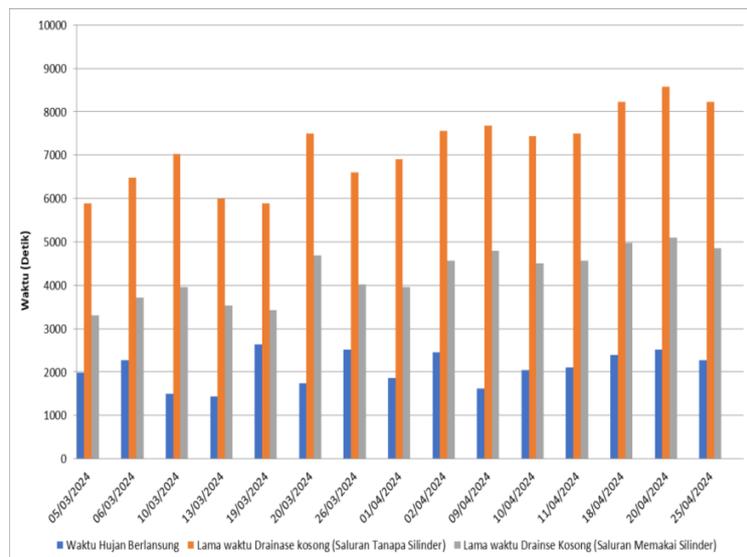
Dari proses pengujian laboratorium Permeabilitas di gunakan 3 sampel sebagai perbandingan tiap tanah pegujian, berdasarkan berat jenis sampel yang akan dilakukan sebagai sampel uji permeabilitias. Berikut data hasil analisa rata-rata permeabilitas.

Tabel 3. Data hasil Analisa Rata-rata Permeabilitas.

Sampel Tanah	Tanah Dasar	Handbor (40cm)
Constant Head		
Koefisien Permeabilitas, (Q .L/h.A.t)	0,000945	0,000800
Falling Head		
Koefisien Permeabilitas ,2,303 (a.L/A.t) x log (hi/hf)	0,000952	0,000687
Hasil rata-rata permeabilitas tanah (cm/detik)	0,000949	0,000739

3.3 Analisis Infiltrasi Tanah

Intesitas hujan merupakan jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Besarnya intensitas hujan berbeda- beda tergantung dari lamanya hujan dan frekuensi kejadiannya. Berikut data curah hujan yang terjadi pada lokasi penelitian berdasarkan data waktu hujan. dilapangan maka dihitung intensitas curah yang terjadi pada bulan tersebut, Terlihat pada tabel 4.



Gambar 5. Data Waktu Hujan pada Drainase

Selanjutnya untuk menghitung volume tampungan (V) drainase digunakan rumus sebagai berikut:

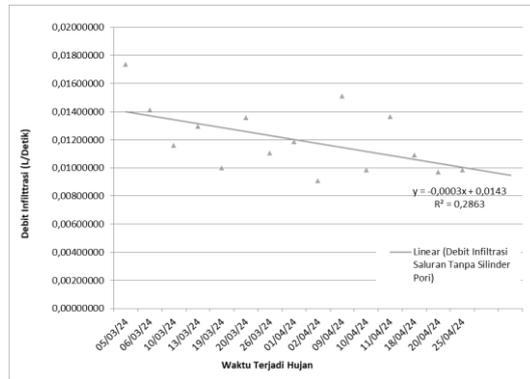
- a. Panjang (L) = 6 m
- b. Lebar (b) = 0.2 m
- c. Tinggi Muka Air (h) = 0.18 m $V = P \times L \times T$
 $= 6 \times 0.2 \times 0.18$
 $= 0.216 \text{ m}^3$

Setelah memperoleh perhitungan diatas maka dilanjutkan dengan menghitung Debit tampungan (Q) dapat dilihat sebagai berikut:

- a. Volume tampungan (V) = 0.216 m³
- b. Waktu pengaliran (t) = 5
 menit => 300 detik Q = V / t
 = 0.216 m³ / 300 detik
 = 0.00072 m³/ detik

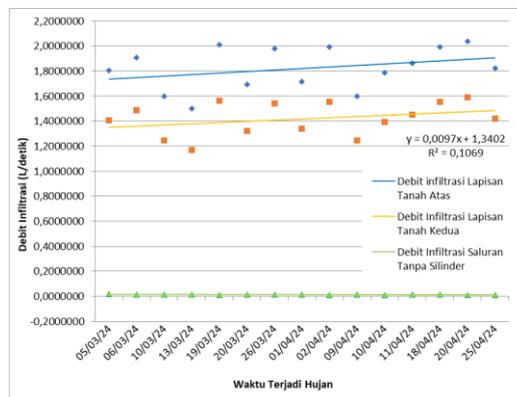
Selanjutnya menghitung debit infiltrasi (Q_{lp}) pada saluran yang tidak memakai silinder.

- a. Volume tampungan (V) = 0.216 m³
- b. Luas Area (A) = 72,5 m² Q_{lp} = V / A
 = 0.216 m³ / 72,5 m²
 = 0.00000993 m³/ detik



Gambar 6. Debit Infiltrasi Pada Saluran Tanpa Menggunakan Silinder Pori.

Menunjukkan penurunan infiltrasi pada saluran yang dimana saluran konvensional hanya mengalirkan air ke hilir saja mengingat saluran yang dilapangan adalah pasangan batu.



Gambar 7. Perbandingan Debit Infiltrasi Pada Saluran Drainase

Pada grafik diatas Debit infiltrasi pada saluran yang tidak menggunakan silinder tidak mengalami pertambahan infiltrasi dibandingkan dengan saluran menggunakan Silinder pori disebabkan adanya tanah sebagai media ini infiltrasi dapat menurunkan air pada saluran. Faktor lain yang mempengaruhi infiltrasi pada tanah adalah kapasitas porositas.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah perbandingan infiltrasi pada saluran Drainase cukup signifikan dimana saluran tanpa bangunan silinder berpori hanya mendapatkan 0,000144 m³/detik sedangkan saluran yang menggunakan silinder berpori sebanyak 0,00262 m³/detik. Ini diakibatkan karena drainase konvensional hanya mengalirkan air ke hilir aliran dan hanya kecil kemungkinan menyerap air dalam Tanah. Dari faktor yang mempengaruhi infiltrasi yang terjadi pada silinder yaitu tanah dasar permukaan saluran memiliki porositas lebih besar yaitu 47,98% dibandingkan tanah handbor hanya 45,32%. dimana kondisi lapisan tanah handbor terdapat celah-celah submikroskopis pada tanah lempung dan serpih membuat laju infiltrasi sulit mengalir ke dalam tanah.

REFERENSI

- Abda, J. (2021). Tinjauan Sistem Drainase Jalan. *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial*, 17(2), 107-113.
- Alwie, A., Rahayu, D. D., & Alvi, F. (2020). Perencanaan Model Drainase Berpori untuk Meminimalisir Terjadinya Genangan Air. *Jurnal Ekonomi*, 8(1), 41-49.
- Azura, Y. (2019). Kajian Ulang Sistem Drainase Jalan Raya (Studi Kasus: Jalan Raya Cigombong KM 16-KM 23). *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Sipil*, 1(1).
- Brady, N. C., Weil, R. R., & Weil, R. R. (2008). *The nature and properties of soils* (Vol. 13, pp. 662-710). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Budiman, R., & Rahardjo, D. (2021). Evaluasi Penggunaan Metode Infiltrasi Berbasis Silinder Berpori di Sistem Drainase." *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Perkotaan*, 8(1), 45-54.
- Gunawan, H., & Dewi, K. (2020). Efektivitas Sistem Drainase dalam Mengurangi Risiko Banjir di Kawasan Urban. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(3), 200-212.
- Wardhana, I., & Santoso, B. H. (2020). Aplikasi Silinder Berpori untuk Meningkatkan Infiltrasi Air pada Sistem Drainase. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 12(3), 215-223.

- Wibowo, P., & Darmawan, H. (2019). Aplikasi Metode Talbot untuk Pengukuran Curah Hujan dalam Sistem Drainase Perkotaan. *Jurnal Teknik Sipil Indonesia*, 14(3), 215-223.
- Wijaya, N., & Santoso, H. (2018). Perubahan Penggunaan Lahan dan Dampaknya terhadap Banjir di Wilayah Perkotaan. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 14(2), 122-135.
- Santoso, H., & Prasetyo, R. (2018). Penggunaan Metode Constant Head dan Falling Head untuk Penentuan Koefisien Permeabilitas Tanah. *Jurnal Teknik Geoteknik Indonesia*, 6(3), 78-87.
- Sindagamanik, F. D., Antaria, S., & Nenny, N. (2020). Studi Pengaruh Silinder Pori Pada Saluran Drainase Terhadap Debit Infiltrasi Pada Tanah Lempung. *Jurnal Teknik Sipil: Rancang Bangun*, 6(1), 12-16.
- Siroj, R. A., Afgani, W., Fatimah, F., Septaria, D., & Salsabila, G. Z. (2024). Metode penelitian kuantitatif pendekatan ilmiah untuk analisis data. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran (JRPP)*, 7(3), 11279-11289.
- Sukanta, R., & Nur, N. A. (2016). "Teknik Pengukuran dan Pengambilan Sampel Sedimen pada Studi Erosi." *Jurnal Teknik Lingkungan*, 7(4), 134-142.
- Suryadi, R., & Setiawan, H. (2020). "Penerapan Teknologi Silinder Berpori untuk Sistem Drainase Berkelanjutan." *Jurnal Teknik Lingkungan*, 15(3), 45-55.
- Triatmodjo, B. (2012). *Dasar-Dasar Mekanika Tanah*. Yogyakarta: Beta Offset