

Analisa Kesesuaian Lubang Resapan Biopori Sebagai Pengendali Aliran Permukaan Dari Lahan Non Gedung

Kiki Rizky Amalia*, Radius Pranoto, Arfan Hasan, Ananda Ayu Putri

Politeknik Negeri Sriwijaya

*Correspondence email: kiki.rizky.amalia@polsri.ac.id

Abstrak. Indonesia memiliki potensi curah hujan yang tinggi rata-rata berkisar 2000-3000 mm/tahun. Akan tetapi, potensi hujan tersebut justru sering menyebabkan banyak masalah, seperti; aliran permukaan, genangan, erosi dan banjir. Lubang resapan biopori adalah salah satu teknologi konservasi air hujan yang telah banyak diterapkan untuk mereduksi limpasan permukaan dan bisa menambah cadangan air tanah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesesuaian lubang resapan biopori dalam mengendalikan aliran permukaan yang berasal dari lahan terbuka (non bangunan gedung) di lingkungan Kampus Politeknik Negeri Sriwijaya, Indonesia. Kemampuan rembesan tanah diukur menggunakan *double ring infiltrometer* dan diperoleh nilai sebesar 0,869 m/hari. Model Lubang resapan biopori yang digunakan berbentuk silinder, berdiameter 10 cm dan kedalaman 0,5 - 1 m. Simulasi dilakukan per luasan menggunakan data curah hujan harian selama 12 tahun (2007-2018). Hasil simulasi menunjukkan bahwa lubang resapan biopori memiliki kemampuan resapan air 0,00298 m³/hari. Rasio kebutuhan rata-rata lubang biopori untuk lahan terbuka (non bangunan gedung) adalah 1 buah lubang biopori per luasan lahan 1 m².

Kata Kunci: Aliran permukaan, lubang resapan biopori, *double ring infiltrometer*, infiltrasi

Abstract. Indonesia has the potential for high rainfall with an average of 2000-3000 mm/year. However, the potential for rain often causes many problems, such as; runoff, inundation, erosion and flooding. Biopore infiltration holes are one of the rainwater conservation technologies that have been widely applied to reduce surface runoff and increase groundwater reserves. This study aims to analyze the suitability of biopore infiltration holes in controlling runoff from open land (non-building) in the State Polytechnic of Sriwijaya, Soil seepage ability was measured using a *double ring infiltrometer* and obtained a value of 0.869 m/day. Model of the biopore infiltration hole used is cylindrical, 10 cm in diameter and 0.5 - 1 m deep. Simulations were carried out per area using daily rainfall data for 12 years (2007-2018). The simulation results show that the biopore infiltration hole has a water absorption capacity of 0.00298 m³/day. The ratio of the average requirement for biopore holes for open land (non-building) is 1 biopore hole per 1 m² land area.

Keywords: surface runoff, biopore infiltration holes, *double ring infiltrometer*, infiltration.

PENDAHULUAN

Pengelolaan air hujan melalui teknologi sistem ekodrainase salah satu konsep baru yang saat ini banyak digunakan, dengan prinsipnya meresapkan air sebanyak-banyaknya kedalam tanah. Sistem ekodrainase terbukti efektif dalam mengurangi limpasan permukaan, mereduksi banjir, dan bisa menambah cadangan air tanah (Pranoto *et al.*, 2022). Salah satu konsep sistem Ekodrainase adalah perencanaan Lubang Resapan Biopori. Lubang Resapan Biopori berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor. P.105/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018, adalah lubang silindris yang dibuat secara vertical ke dalam tanah dengan diameter 10-25 cm, kedalaman ± 100 cm atau tidak melebihi kedalaman muka air tanah sebagai metode resapan air yang ditujukan untuk mengatasi genangan air dan meningkatkan daya resap air pada tanah.

Pemanfaatan teknologi Lubang Resapan Biopori dapat dikembangkan di berbagai lingkungan, baik pada lahan bangunan maupun non bangunan (Hutabarat *et al.* 2022, Santosa 2018, dan Ashabie *et al.* 2022). Politeknik Negeri Sriwijaya merupakan salah satu perguruan tinggi yang ada di provinsi Sumatera Selatan yang luas lahannya sekitar 7,2 hektar dan luas lahan yang dengan bangunan sekitar 2,6 hektar. Dalam melakukan operasionalnya Politeknik Negeri Sriwijaya memenuhi kebutuhan sumber air bersih yang disuplai dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Palembang. Kampus Politeknik Negeri Sriwijaya belum ada upaya konservasi maupun pemanfaatan air hujan sebagai alternatif sumber air bersih. Hujan yang turun pada permukaan kedap air atau lahan terbangun berubah menjadi debit limpasan dan semua mengalir keluar dari lingkungan kampus melalui saluran

drainase. Jika air hujan dilestarikan, disimpan dan diresapkan ke dalam tanah akan dapat menjadi tempat penyimpanan air (Ardiyana *et al.* 2016, Papafotiou *et al.* 2015 dan Sarbidi 2015).

Penerapan teknologi sistem ekodrainase dengan lubang resapan biopori di lingkungan Kampus Politeknik Negeri Sriwijaya memiliki tantangan tersendiri, yaitu kondisi alamiah struktur tanah yang didominasi tanah urugan dengan tekstur lanau (lempung dan pasir halus). Kondisi ini diprediksi akan menyebabkan kemampuan tanah dalam meresapkan air tergolong rendah. Penelitian ini dengan merencanakan sistem ekodrainase yang tepat di Polteknik Negeri Sriwijaya, salah satunya dengan konsep lubang resapan biopori. (Prameswari *et al.* 2020; Cheik *et al.* 2021; Dohnal *et al.* 2009; Kautz 2015).

METODE

Lokasi pada penelitian ini adalah di lingkungan kampus Politeknik Negeri Sriwijaya. Untuk mencapai tujuan dari Penelitian ini, maka Metode Penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif. Data yang diperlukan berupa data primer dan data sekunder yang dihitung menggunakan beberapa rumus sehingga menghasilkan rencana jumlah lubang resapan biopori dan prosentase reduksi beban drainase.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah double ring infiltrometer (tinggi alat 30 cm, diameter ring kecil 15 cm, dan diameter ring besar 30 cm), alat ukur (meteran), dan seperangkat laptop dengan aplikasi MS.Office, Arc-GIS 10.0, Auto-CAD 2010, dan *Google Earth*. Data penelitian terdiri dari data laju infiltrasi hasil pengukuran, data curah hujan harian tahun 2007-2018 dari BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Kenten Palembang), dan data luas persil bangunan gedung kampus Politeknik Negeri Sriwijaya.

Pengukuran Laju Infiltrasi dan Permeabilitas Tanah

Laju infiltrasi diukur menggunakan alat *double ring infiltrometer* di 3 (tiga) titik yang tersebar di lokasi penelitian. Pengukuran diawali dengan membuat lubang dalam tanah yang berukuran panjang 1,5 m, lebar 1 m dan dalam 0,5 m. Setelah itu *double ring infiltrometer* dipasang vertikal sedalam 10 – 15 cm, kemudian diisi air sampai penuh dan diamati lama penurunan airnya. Pengujian dan pengukuran dilakukan hingga mendapatkan laju infiltrasi konstan. Kapasitas infiltrasi (f_c) dihitung dari data perubahan tinggi muka air ketika laju infiltrasi telah mencapai konstan. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$f_c = \left[\frac{\Delta h_c}{\Delta t} \right] \times 60 \quad (1)$$

$$f_c = f_c \times \frac{24}{100} \quad (\text{dalam satuan m/hari}) \quad (2)$$

Dengan:

f_c = kapasitas infiltrasi (cm/jam)

Δh_c = perubahan tinggi muka air tiap selang waktu (cm)

Δt = selang waktu pengukuran (menit)

Klasifikasi Tutupan lahan Non Gedung Bangunan

Pengukuran dilakukan secara langsung menggunakan meteran ukur dan dihitung luasan lahan dari data lapangan tersebut. Klasifikasi dilakukan berdasarkan jenis lahan yang sama, selanjutnya dihitung luas masing-masing jenis lahan tersebut dan ditentukan nilai koefisien alirannya (C).

Perhitungan Debit Banjir dan Volume Air Meresap

Debit input yang akan dimasukan ke lubang biopori berasal dari curah hujan yang melimpas dari luasan tadah hujan (atap bangunan). Perhitungan debit input dan volume air yang meresap menggunakan metode *SNI 03-2453-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan* (BSN 2002) dengan Persamaan 3 dan 4 berikut.

$$Q_b = 0,855 \times C \times R \times A \quad (3)$$

Dengan:

Q_b = Debit banjir dari aliran permukaan (m^3 /hari)

C = Koefisien aliran permukaan

R = Tinggi curah hujan harian (m/hari)

A = Luas lahan (m^2)

$$V_r = \frac{T_e}{24} \cdot A_b \cdot K \quad (4)$$

Dengan:

V_r = Volume air meresap (m^3)

A_b = Luas dinding + luas alas biopori (m^2)

T_e = Durasi hujan efektif = $\frac{1}{60} \cdot 0,9 \cdot R^{0,92}$ (jam)

K = Koefisien permeabilitas (m/hari)

Perhitungan Jumlah Lubang Biopori

Dalam penentuan jumlah lubang biopori, terlebih dahulu dihitung kedalaman total air dari debit banjir dengan Persamaan berikut.

$$H_{total} = \frac{Q_b - Q_r}{A_a} \quad (5)$$

$$n = \frac{H_{Total}}{H_{rencana}} \quad (6)$$

Dengan:

n = Jumlah lubang biopori yang dibutuhkan

H_{total} = Tinggi total air dari debit andil banjir (m)

$H_{rencana}$ = Kedalaman lubang biopori yang direncanakan (m)

A_b = Luas alas biopori (m^2)

HASIL

Laju Infiltrasi

Berdasarkan data dari hasil uji tanah yang dilakukan, tekstur tanah yang ada di lokasi penelitian didominasi tanah lanau (butiran antara tanah lempung dan pasir halus). Pengukuran laju infiltrasi di lokasi penelitian (Gambar 1) dilakukan pada 3 titik yang telah ditentukan, yaitu di Titik 1, Titik 2 dan Titik 3.



Gambar 1. Pengukuran laju infiltrasi

Sumber : Dokumentasi Penelitian (2022)

Dari hasil pengukuran kondisi tanah di ketiga titik yang telah ditentukan tersebut didapatkan hasil yang laju infiltrasi yang relatif sama, kecuali di Titik 3 yang mana diperoleh nilai laju infiltrasi lebih cepat. Hal ini dikarenakan tanah pada Titik 3 fraksi pasir halusanya lebih tinggi dan kandungan organik dari serasan dedaunan lebih banyak sehingga meningkatkan laju infiltrasi (Hal tersebut juga bisa dikarenakan lokasi ini sering dijadikan lokasi praktikum mahasiswa untuk pencampuran pasir (material kasar), penggalian dan pengurangan secara berulang, sehingga struktur tanah menjadi gembur dan porositas tanahnya lebih tinggi. Sebaliknya, rendahnya laju infiltrasi pada tanah terganggu biasanya terjadi karena pemadatan struktur tanah akibat bekas pijakan kaki maupun aktivitas benda lainnya.

Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan didapatkan nilai kapasitas infiltrasi di Titik 1 (1,26 cm/jam), Titik 2 (6,6 cm/jam), dan Titik 3 (2,4 cm/jam). Besarnya laju infiltrasi sumur resapan dihitung dari nilai rata-rata kapasitas infiltrasi hasil pengukuran ketiga lokasi tersebut, sehingga

didapatkan nilai 3,42 cm/jam atau sekitar 0,821 m/hari. Berdasarkan klasifikasi (Lee 1990), laju infiltrasi di lokasi penelitian tergolong rendah (2,0-6,5 cm/jam).

Tutupan Lahan dan Koefisien Aliran

Nilai koefisien limpasan (C) ditentukan berdasarkan pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12 /PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan (Permen PU 2014). Jenis-jenis tutupan lahan non bangunan yang ada di lingkungan kampus POLSRI disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Jenis lahan, luas dan koefisien aliran di kampus Politeknik Negeri Sriwijaya

No	Jenis lahan	Luas (m ²)	Koefisien Aliran (C)
1	Lapangan Olah Raga	3928,0	0,72
2	Lapangan Upacara	2000,0	0,72
3	Lapangan Parkir Kendaraan Roda 2	463,4	0,7
4	Lapangan Parkir Kendaraan Roda 4	1294,8	0,8
5	Halaman (Aspal)	7414,0	0,825
6	Jalan Beton Alternatif 1	2006,0	0,875
7	Jalan Beton Alternatif 2	2332,0	0,875
8	Taman / tata hijau kampus	27249,1	0,2
Total		46687,2	

Sumber: Data Olahan (2022)

Debit Banjir dan Volume Resapan

Debit banjir adalah aliran air hujan yang mengalir di atas permukaan lahan, nilainya dipengaruhi oleh tipe tutupan lahan (Ahmed *et al.* 2020). Tipe lahan perkerasan impermeabel seperti; lapisan beton, aspal, dan paving blok menyumbang limpasan hujan paling besar, hal ini karena nilai koefisien limpasannya (C) lebih besar daripada lahan bervegetasi maupun tanah kosong (Ronlton *et al.* 2021).

Curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah curah hujan harian selama 12 tahun (tahun 2007-2018) dari stasiun hujan terdekat lokasi penelitian. Dalam rentang waktu 12 tahun atau sekitar 4383 hari diketahui bahwa terdapat 2146 hari hujan dengan nilai hujan rata-rata harian sebesar 14,91 mm/hari.

Tabel 2. Jenis lahan, luas dan koefisien aliran di kampus Politeknik Negeri Sriwijaya

Bentuk Lahan	C	A (m ²)	Qab (m ²)	Qr (m ³)	Qs (m ³)	H total (m)
Lapangan Olah Raga	0,72	3928	52,8	0,00298	52,8	6720,9
Lapangan Upacara	0,72	2000	26,9	0,00298	26,9	3421,8
Lapangan Parkir Motor	0,7	463,4	6,1	0,00298	6,0	770,5
Lapangan Parkir Mobil	0,8	1294,8	19,3	0,00298	19,3	2461,3
Halaman (Aspal)	0,825	7414	114,1	0,00298	114,1	14536,0
Jalan Beton Alternatif 1	0,875	4338	70,8	0,00298	70,8	9020,4
Taman hijau/ kebun	0,2	27249,1	101,7	0,00298	101,7	12951,4

Sumber: Data Olahan (2022)

Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis data yang didapatkan jumlah kebutuhan lubang resapan biopori yang dapat digunakan pada Kampus Politeknik Negeri Sriwijaya dapat dilihat pada tabel 3 untuk pemanfaatan lubang resapan biopori sebesar 100%.

Tabel 3. Penggunaan Lubang Resapan Biopori 100%

Bentuk Lahan	A (m ²)	n	Rasio 1 per luas LB (m ²)
Lapangan Olah Raga	3928	6721	0,6
Lapangan Upacara	2000	3422	0,6
Lapangan Parkir Motor	463,4	770	0,6
Lapangan Parkir Mobil	1294,8	2461	0,5
Halaman (Aspal)	7414	14536	0,5
Jalan Beton/aspal	4338	9020	0,5
Taman hijau/ kebun	27249,1	12951	2,1

Sumber: Data Olahan (2022)

Untuk penerapan lubang resapan biopori sebesar 75% berdasarkan hasil analisis data didapatkan kebutuhan jumlah lubang resapan biopori seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Penggunaan Lubang Resapan Biopori 75%

Bentuk Lahan	A (m ²)	n	Rasio 1 per luas LB (m ²)
Lapangan Olah Raga	3928	5041	0,8
Lapangan Upacara	2000	2566	0,8
Lapangan Parkir Motor	463,4	578	0,8
Lapangan Parkir Mobil	1294,8	1846	0,7
Halaman (Aspal)	7414	10902	0,7
Jalan Beton/aspal	4338	6765	0,6
Taman hijau/ kebun	27249,1	5041	2,8

Sumber: Data Olahan (2022)

Untuk penerapan lubang resapan biopori sebesar 50% berdasarkan hasil analisis data didapatkan kebutuhan jumlah lubang resapan biopori seperti pada tabel 5.

Tabel 5. Penggunaan Lubang Resapan Biopori 50%

Bentuk Lahan	A (m ²)	n	Rasio 1 per luas LB (m ²)
Lapangan Olah Raga	3928	3360	1,2
Lapangan Upacara	2000	1711	1,2
Lapangan Parkir Motor	463,4	385	1,2
Lapangan Parkir Mobil	1294,8	1231	1,1
Halaman (Aspal)	7414	7268	1,0
Jalan Beton/aspal	4338	4510	1,0
Taman hijau/ kebun	27249,1	3360	4,2

Sumber: Data Olahan (2022)

Untuk penerapan lubang resapan biopori sebesar 30% berdasarkan hasil analisis data didapatkan kebutuhan jumlah lubang resapan biopori seperti pada tabel 6.

Tabel 6. Penggunaan Lubang Resapan Biopori 30%

Bentuk Lahan	A (m ²)	n	Rasio 1 per luas LB (m ²)
Lapangan Olah Raga	3928	2016	1,9
Lapangan Upacara	2000	1027	1,9
Lapangan Parkir Motor	463,4	231	2,0
Lapangan Parkir Mobil	1294,8	738	1,8
Halaman (Aspal)	7414	4361	1,7
Jalan Beton/aspal	4338	2706	1,6
Taman hijau/ kebun	27249,1	2016	7,0

Sumber: Data Olahan (2022)

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang lubang resapan biopori di kampus Politeknik Negeri Sriwijaya, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pemanfaatan teknologi Ekodrainase dengan Lubang Resapan Biopori dapat dimanfaatkan untuk sistem saluran drainase di kampus politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Adapun jumlah kebutuhan Lubang Resapan Biopori untuk Kampus Politeknik Negeri Sriwijaya untuk penggunaan 100 % adalah sebanyak 49.881 Buah Lubang Resapan Biopori, untuk penggunaan 75% adalah 32.739 Buah Lubang Resapan Biopori, untuk penggunaan 50 % adalah 21.825 Buah Lubang Resapan Biopori, untuk penggunaan 30% adalah 13.095 Buah Lubang Resapan Biopori.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed SM, Khamis NS, Ammar HK. 2020. *Modeling of Runoff in the Arid Regions Using Remote Sensing and Geographic Information System (GIS)*. International Journal of Design & Nature and Ecodynamics. 15 (5): 691-700.

- Ashabie AS and Masjud YI. 2022. *The Study of Biopore Infiltration Holes (BIH) Implementation to Reduce Waterlogging in President University Campus Area*. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1111, No. 1, p. 012060). IOP Publishing.
- Ardiyana M, Bisri M, dan Bisri. 2016. *Studi Penerapan Ecodrain Pada Sistem Drainase Perkotaan (Studi Kasus : Perumahan Sawojajar Kota Malang)*. Jurnal Teknik Pengairan, Vol.7, No.2.
- Cheik, S., Jouquet, P., Maeght, J.-L., Capowiez, Y., Tran, T.M., Bottinelli, N., 2021. *X-ray tomography analysis of soil biopores structure under wetting and drying cycles*. Eur. J. Soil Sci. 1–5. <https://doi.org/10.1111/ejss.13119>.
- Dohnal, M., Dušek, J., Vogel, T., Čislerová, M., Lichner, L., Stekauerová, V., 2009. *Ponded infiltration into soil with biopores — field experiment and modeling*. Biologia 64 (3), 580–584. <https://doi.org/10.2478/s11756-009-0078-7>.
- Hutabarat LE and Simanjuntak IV. 2022. *Using Bio-Pore Infiltration Hole to Reduce Flooding in Densely Population Communities of Jakarta and Surrounding Area*. IOSR Journal of Engineering, 12(8), 1-9.
- Kautz, T., 2015. *Research on subsoil biopores and their functions in organically managed soils: a review*. Renew. Agric. Food Syst. 30 (4), 318–327. <https://doi.org/10.1017/S1742170513000549>.
- Lee R. 1990. *Hidrologi Hutan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Papafotiou E dan Katsifarakis KL. 2015. *Ecological rainwater management in urban areas. Preliminary considerations for the city of Corinth, Greece*. Journal of Agriculture and Agricultural Science Procedia. 4:383-391.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. 2014. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. Nomor 12 /PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*. Jakarta. Indonesia.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor. P.105/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018 tentang *Tata Cara Pelaksanaan, Kegiatan Pendukung, Pemberian Insentif, Serta Pembinaan dan Pengendalian Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan lahan*. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.
- Pranoto Radius, Alhafez, Ricky R, Sari Anggi Nindya, Djaka Suhirkam . 2022. *Model Rancangan Zero Runoff Sistem (ZROS) Integrasi Bangunan Penampung Hujan dan Sumur Resapan*. Rona Teknik Pertanian, 15 (1): 25-37. DOI: 10.17969/rtp.v15i1.23395
- Prameswari D, Saharjo BH, Wasis B and Pamoengkas P. 2020. *Effects of biopore infiltration holes and cross drain on soil properties on skidding roads and natural production forest*. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 533, No. 1, p. 012011). IOP Publishing.
- Pranoto Radius, Alhafez, Ricky R, Sari Anggi Nindya, Djaka Suhirkam, Viktor Suryan. 2022. *Modeling of Infiltration Wells to Reduce Rainwater Runoff of Buildings: A Case Study in Campus of Polytechnic State of Sriwijaya, Indonesia*. Proceedings of the 5th FIRST T1 T2 2021 International Conference. Volume 9 (1-8). <https://doi.org/10.2991/ahe.k.220205.001>.
- Ronalton EM, Tais OC, dan Matheus HM. 2021. *Determination of Runoff Coefficient (C) In Catchments Based On Analysis Of Precipitation And Flow Events*. International Soil and Water Conservation Research Journal. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2021.09.001>
- Santosa S. 2018. *Effect of fruits waste in biopore infiltration hole toward the effectiveness of water infiltration rate on Baraya campus land of Hasanuddin University*. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 979, No. 1, p. 012037). IOP Publishing.
- Sarbidi. 2015. *Metode Penerapan Zero Run Off Pada Bangunan Gedung dan Persilnya untuk Peningkatan Panen Air Hujan dan Penurunan Puncak banjir*. Jurnal Permukiman. Vol. 10 No. 2 November 2015: 106-117.