

KAPASITAS RESAPAN AIR PADA SISTEM BIOPORI KANTOR BWS PAPUA

Ottow Gesler Rabrageri¹, Asep huddiankuwera², Sigit Riswanto³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Yapis Papua

^{2,3}Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Yapis Papua

¹ogesrabrageri@gmail.com, ²asephuddiankuwera@gmail.com, ³sigitriswanto2015@gmail.com

ABSTRAK

Kantor BWS Papua dalam beberapa tahun terakhir mengalami kemajuan yang cukup pesat, salah satunya terjadi pada halaman Kantor BWS Papua. Kantor BWS Papua memiliki 1 gedung utama, beberapa bangunan Arsip. Namun pada tahun 2023 penambahan gedung workshop dan pemasangan paving blok pada lahan parkir mengakibatkan berkurangnya lahan terbuka hijau pada Kantor tersebut. Saluran drainase yang berada pada Kantor BWS Papua tersebut kurang efisien, dikarenakan letaknya yang lebih tinggi dari pada beberapa lahan lainnya, sehingga air tidak mengalir ke saluran tersebut. Dengan adanya pembangunan dan pemasangan paving ini mengakibatkan terjadinya penurunan fungsi daerah resapan dan limpasan yang dapat menimbulkan banjir. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menangani masalah ini adalah dengan cara menerapkan Lubang Resapan Biopori (LRB). LRB dapat mengurangi genangan banjir akibat hujan yang terjadi secara terus-menerus. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar laju resapan lubang resapan biopori dan untuk mengetahui berapa jumlah lubang resapan biopori yang dapat diterapkan pada lokasi penelitian tersebut. Pada penelitian ini dilakukan analisis frekuensi curah hujan, dan curah hujan rencana yang dapat dipilih pada penelitian ini adalah curah hujan rencana pada distribusi Log Normal. Dari analisis curah hujan diperoleh data hujan pada kala ulang 10 tahun durasi 1 jam sebesar 5,469 mm/jam. Pengujian Uji infiltrasi tanah dilakukan secara sederhana dan mendapatkan hasil laju resap tanah sebesar 22,9 liter/jam. Hasil penelitian diperoleh jumlah LRB yang dapat diterapkan adalah 53 buah pada lahan terbuka seluas 224 m².

Kata Kunci : (LRB), Resapan, Banjir, Hujan.

ABSTRACT

In the last few years the BWS Papua Office has experienced quite rapid progress, one of which occurred on the BWS Papua Office page. The BWS Papua office has 1 main building, several archive buildings. However, in 2023 the addition of the workshop building and the installation of paving blocks in the parking lot will result in a reduction in green open space in the office. The drainage channel at the BWS Papua Office is less efficient, because it is located higher than some other land, so water does not flow into the channel. With the development and marketing of paving, this results in a decrease in the function of the catchment area and runoff which can cause flooding. One way that can be done to deal with this problem is by implementing Biopore Absorption Holes (LRB). LRB can reduce flood inundation due to continuous rain. The aim of this research is to find out how big the infiltration rate of biopore infiltration holes is and to find out how many biopore infiltration holes can be applied at the research location. In this study, rainfall frequency analysis was carried out, and the planned rainfall that can be selected in this research is planned rainfall in the Log Normal distribution. From the rainfall analysis, the rainfall data obtained at a 10 year return period with a duration of 1 hour was 5,469 mm/hour. Testing The soil infiltration test was carried out simply and obtained a soil absorption rate of 22,9 liters/hour. The research results showed that the number of LRBs that could be applied was 53 on an open area of 224 m².

Keywords : (LRB), Infiltration, Flood, Rain.



1. PENDAHULUAN

Kantor BWS Papua dalam beberapa tahun terakhir mengalami kemajuan yang cukup pesat, salah satunya terjadi pada halaman Kantor BWS Papua. Kantor BWS Papua memiliki 1 gedung utama, beberapa bangunan Arsip. Namun pada tahun 2023 penambahan gedung workshop dan pemasangan paving blok pada lahan parkir mengakibatkan berkurangnya lahan terbuka hijau pada Kantor tersebut. Saluran drainase yang berada pada Kantor BWS Papua tersebut kurang efisien, dikarenakan letaknya yang lebih tinggi dari pada beberapa lahan lainnya, sehingga air tidak mengalir ke saluran tersebut. Dengan adanya pembangunan dan pemasangan paving ini mengakibatkan terjadinya penurunan fungsi daerah resapan dan limpasan yang dapat menimbulkan banjir. Dalam skala kecil banjir disebut genangan yang salah satunya disebabkan oleh ketidakmampuan air hujan masuk ke dalam tanah. Jika curah hujan kecil, air dapat meresap ke dalam tanah dan bermanfaat untuk memelihara kelembapan tanah, namun ketika curah hujan yang turun begitu besar, air yang tidak meresap ke dalam tanah (infiltrasi) akan melimpas di permukaan dan mengakibatkan banjir genangan. Salah satu cara untuk menanggulangi permasalahan banjir adalah dengan membuat lubang resapan biopori yang termasuk dalam fasilitas ekodrainase. Ekodrainase disebut juga drainase yang berwawasan lingkungan, yang mempunyai prinsip dasar mengendalikan kelebihan air permukaan sedemikian rupa sehingga air limpasan dapat mengalir secara terkendali dan lebih banyak mendapat kesempatan untuk meresap ke dalam tanah. Oleh karena itu, untuk mengatasi banjir genangan perlu dibuat lubang resapan biopori.

Lubang Resapan Biopori adalah lubang buatan manusia yang berbentuk silindris dibuat secara vertikal ke dalam tanah dengan diameter 10–30 cm dan kedalaman 80–100 cm, dimana pembuatannya yang mudah, murah dan dapat di terapkan di manapun. Adapun manfaatnya antara lain: Memaksimalkan air yang meresap ke dalam tanah, membuat kompos secara alami dari sampah organik, mengurangi tingkat volume air yang menggenangi, memaksimalkan aktivitas flora dan fauna tanah, mengurangi resiko serta mencegah kemungkinan terjadinya bencana alam banjir, erosi tanah dan tanah longsor. Hal seperti ini dapat dijadikan sebagai pengendali banjir genangan pada Kantor BWS Papua.

Dengan demikian, peneliti merasa perlu dikembangkan teknologi peresapan air yang lebih tepat guna pada lahan disekitar Kantor BWS Papua yang tidak memerlukan lahan luas dan waktu pembuatan yang lama, mudah dibuat dan dipelihara dengan biaya lebih murah, serta lebih ramah lingkungan. Sehingga peneliti tertarik untuk mengambil judul penelitian "Perencanaan Lubang Resapan Biopori Pada Lahan Terbuka Kantor BWS Papua". Dengan demikian, peneliti merasa perlu dikembangkan teknologi peresapan air yang lebih tepat guna pada lahan Kantor BWS Papua yang tidak memerlukan lahan luas dan waktu pembuatan yang lama, mudah dibuat dan dipelihara dengan biaya lebih murah, serta lebih ramah lingkungan. Sehingga peneliti tertarik untuk mengambil judul penelitian "Kapasitas Resapan Air pada Sistem Biopori Kantor BWS Papua".

1.1 Intensitas Hujan

Perhitungan intensitas hujan bisa menggunakan metode Mononobe. Yang digunakan pada keadaan hujan dengan durasi relatif pendek (Suroso, 2006). Perhitungan intensitas hujan dapat dianalisis dengan persamaan Talbot, Sherman, atau Ishiguro apabila yang tersedia adalah data hujan harian, Triatmodjo (2008) Mononobe mengusulkan persamaan berikut.

$$R_t = \frac{R_{24}(24)^{2/3}}{24 T}$$

dengan:

R_t = intensitas hujan rerata dalam T jam (mm/jam),

R_{24} = curah hujan maksimum dalam 1 hari (mm),

t = lamanya curah hujan (jam).



1.2 Curah Hujan

Hujan merupakan sumber dari semua air yang mengalir baik mengalir di bawah permukaan tanah maupun tertampung di atas permukaan tanah. Menurut Fasdarsyah (2014), hujan adalah jatuhnya air dari atmosfer ke permukaan bumi dalam bentuk air, embun, kabut, atau salju akibat adanya peristiwa kondensasi. Kondensasi merupakan suatu peristiwa perubahan wujud uap air menjadi air. Menurut Wesli (2008), durasi hujan dan ketebalan hujan menjadi salah satu faktor utama yang dapat dilihat untuk kebutuhan analisa, prediksi dan juga perencanaan. Berdasarkan variabel ini, dapat diturunkan sebuah variabel baru yaitu intensitas curah hujan. Intensitas hujan merupakan jumlah curah hujan yang dikalkulasikan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu, yang terjadi pada kurun waktu tertentu. Besarnya intensitas hujan dipengaruhi oleh durasi curah hujan serta frekuensi curah hujan. Menurut Astuti dkk. (2015), intensitas hujan menyatakan besarnya curah hujan dalam jangka pendek dan memberikan gambaran derasnya curah hujan per jamnya. Untuk menganalisa nilai curah hujan atau intensitas hujan di suatu tempat diperlukannya alat penakar hujan yang digunakan untuk menghitung besar volume hujan dan durasi lamanya hujan tersebut berlangsung. Terdapat 2 macam alat ukur hujan yaitu alat ukur manual dan alat ukur otomatis. Menurut Fauziah dkk. (2013), Intensitas hujan dapat dirumuskan dengan beberapa metode di bawah ini, yaitu:

a. Metode Talbot

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

(Persamaan 2.1)

Keterangan:

I = intensitas hujan (mm/jam)

T = lamanya hujan (menit)

a dan b = konstanta

b. Metode Ishiguro

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

(Persamaan 2.2)

Keterangan:

I = intensitas hujan (mm/jam)

T = lamanya hujan (menit)

a dan b = konstanta

c. Metode Sherman

$$I = \frac{a}{tn}$$

(Persamaan 2.3)

Keterangan:

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (menit)

n = konstanta

d. Metode Mononobe

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

(Persamaan 2.4)

Keterangan:

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

R₂₄ = curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

1.3 Analisis Data Curah Hujan

Analisis Frekuensi Menurut Triatmodjo (2013), analisis frekuensi dapat digunakan untuk memperkirakan besarnya banjir dengan interval kejadian 5, 10, 100 tahun, dan tahun-tahun selanjutnya. Analisis frekuensi pada data curah hujan menggunakan distribusi probabilitas yang berfungsi untuk mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian banjir. Menurut Martha (2013), Tahapan perhitungan yang dapat dipakai untuk menganalisis perhitungan frekuensi curah hujan adalah sebagai berikut:

1. Menghitung Parameter Statistik

a) Nilai rata-rata curah hujan

$$X_{rt} = \frac{\sum X_i}{n} \dots\dots\dots(Persamaan 1)$$

Keterangan:

X_{rt} = Nilai rata-rata curah hujan

X_i = Nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke i

N = Jumlah data curah hujan

b) Pemilihan jenis distribusi

Menurut Kamiana (2011), terdapat 4 metode distribusi yang dapat digunakan untuk menganalisis jenis distribusi sebaran yaitu sebagai berikut:

1) Distribusi Normal

$$X_T = X_{rt} + K_T \cdot S \dots\dots\dots(Persamaan 2)$$

Keterangan :

X_T = Curah Hujan Rencana (mm/hari)

X_{rt} = Nilai rata-rata dari data hujan (mm)

S = Standar deviasi dari data hujan (mm)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{rt})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(Persamaan 3)$$

K_T = Faktor frekuensi (nilai yang didapatkan dari Tabel Variasi Reduksi Gauss)

2) Distribusi Gumbel

$$X_T = X_{rt} + K_T \times S \dots\dots\dots(Persamaan 4)$$

Keterangan:

X_t = Hujan rencana dengan periode ulang T tahun (mm)

X_{rt} = Nilai rata-rata dari data hujan (mm)

K_T = Faktor frekuensi, bergantung pada jumlah pengamatan (n) w dan periode ulang (t)
= $Y_t - Y_n \cdot S_n$

Y_t = Reduced Mean

Y_n = Reduced Variance

S_n = Reduced Standard Deviation

S = Standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} (X_i - \bar{X}_{rt})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 5})$$

3) Distribusi Log Normal

$$\text{Log } XT = \text{Log } \bar{X}_{rt} + KT \times S \log X \dots\dots\dots(\text{Persamaan 6})$$

Keterangan:

Log XT = Nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang T tahun (mm)

Log \bar{X}_{rt} = Nilai rata-rata dari Log Xt

$$\text{Log } \bar{X}_{rt} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X_i}{n} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 7})$$

S Log X = Deviasi standar dari Log \bar{X}_{rt}

$$S \text{ Log } X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X}_{rt})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 8})$$

KT = Faktor frekuensi (nilai yang didapatkan dari Tabel Variasi Reduksi Gauss)

4) Distribusi Log Pearson Tipe III.

$$\text{Log } XT = \text{Log } \bar{X}_{rt} + KT \cdot S \log X \dots\dots\dots(\text{Persamaan 9})$$

Keterangan:

Log XT = Nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang T tahun (mm)

Log \bar{X}_{rt} = Nilai rata-rata dari Log Xi (mm)

S log X = Standar deviasi dari Log X

$$S \text{ Log } X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X}_{rt})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 10})$$

KT = Koefisien frekuensi, didapat berdasarkan hubungan nilai Cs dengan periode ulang T

$$Cs = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S \log X)^3} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 11})$$

1.4 Analisis Laju Resap /Infiltrasi

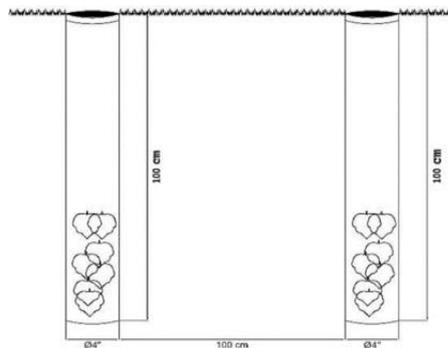
Untuk mencari laju infiltrasi tanah pada lokasi penelitian dilakukan uji lapangan dengan menghitung peresapan 1 liter atau 1000 ml air pada tanah dengan lubang resapan biopori menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Laju Infiltrasi (ml/menit)} = \frac{1000 \text{ (ml)}}{\text{Waktu (menit)}}$$

1.5 Lubang Resapan Biopori

Menurut Brata dan Nelistya (2008), lubang resapan biopori (LRB) merupakan lubang berbentuk silindris berdiameter sekitar 10 cm yang digali di dalam tanah. Kedalamannya tidak melebihi muka air tanah, yaitu sekitar 100 cm dari permukaan tanah. Lubang resapan biopori dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam meresapkan air. Air tersebut meresap melalui biopori yang menembus permukaan dinding Lubang resapan biopori ke dalam tanah di sekitar lubang.

Dengan demikian, akan menambah cadangan air dalam tanah serta menghindari terjadinya aliran air di permukaan tanah. Gambar lubang resapan biopori seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1



Gambar 1. Lubang resapan biopori
Sumber: Syarifah

Jumlah lubang resapan biopori yang akan dibuat sebaiknya disesuaikan dengan luasan tanah yang ada. Menentukan jumlah lubang resapan biopori yang ideal adalah dengan menghitung menggunakan rumus berikut ini.

$$\text{Jumlah LRB} = \frac{\text{Intensitas Hujan (mm/jam)} \times \text{Luas bidang kedap (m}^2\text{)}}{\text{Laju Peresapan air (liter/jam)}} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 12})$$

- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- A = Luas area terbuka (m²)
- V = laju infiltrasi (liter/jam)

Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 Tentang Pemanfaatan Air Hujan, maka jumlah LRB maksimum yang ideal adalah 50 lubang untuk luas lahan 100 m².

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang dipakai pada perancangan lubang resapan biopori di kawasan Kantor BWS Papua ini adalah metode penelitian Deskriptif Kuantitatif. Metode ini merupakan dasar dari sebuah penelitian ini. Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data yang diperlukan untuk dapat merencanakan Lubang Resapan Biopori yang efektif dalam mengurangi genangan banjir.

Lokasi penelitian ini terletak di Kantor BWS Papua yang beralamat di Jl Raya Abepura, Wahno, Kompleks Otonom Kota Jayapura. Menurut data pada Kantor BWS Papua (2023), luas tanah di Kantor BWS Papua tersebut adalah 7633 m² sedangkan luas bangunan 4550 m². Luas lahan yang ingin direncanakan untuk penerapan Lubang Resapan Biopori adalah 224 m². Adapun peta lokasi bangunan dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian
Sumber: Google earth,2024



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan pada penelitian ini adalah data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun terakhir mulai dari tahun 2014 sampai 2023. Data curah hujan ini didapatkan dari data PPSDA, BWS Papua. Data curah hujan maksimum harian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Curah Hujan Maksimum Harian

Data Curah Hujan Maksimum Harian	
Tahun	Curah Hujan (mm/hari)
2014	22
2015	31,6
2016	25,1
2017	15,7
2018	20,8
2019	13,1
2020	8,5
2021	13,1
2022	18,2
2023	18,6

Sumber : PP SDA, BWS Papua

3.2 Analisa Frekuensi Curah Hujan

Analisis frekuensi curah hujan digunakan sebagai awal dari perhitungan intensitas hujan dan debit limpasan hujan. Analisis ini memuat perhitungan parameter statistik, pemilihan jenis distribusi probabilitas dan uji distribusi probabilitas. Kemudian dalam menentukan jenis distribusi probabilitas terdapat empat distribusi yaitu distribusi Gumbel, distribusi Normal, distribusi Log Pearson Tipe III, distribusi Log Normal.

Parameter statistik yang digunakan:

1. Nilai rata-rata

$$\text{Log } X = \frac{\log X}{n} = 1,244$$

2. Standar Deviasi

$$S = \frac{\sqrt{\sum(\text{Log } X_i - \text{Log } X)^2}}{(n-1)} = 0,02656$$

3. Perhitungan Koefisien

$$CS = \frac{n \sum(\text{Log } X_i - \text{Log } X)^3}{(n-1)(n-2)(n-3)} = 0,001$$

4. Perhitungan Log Pearson Tipe III dari tabel harga nilai k 1,282

$$\text{Log } X_{10} = (\text{Log } x) + S \times k = 18,99$$

Metode yang paling sesuai untuk analisa frekuensi curah hujan adalah Metode Log Pearson III karena pada metode Log Pearson III lebih fleksibel



3.3 Analisa Curah Hujan Periode Ulang

Perhitungan menggunakan Log metode rumus mononobe Dengan demikian curah hujan rencana kala ulang 10 tahun (T10) dengan periode 2014-2023 adalah :

$$I_t = R_{24/24} \times (24/t)^{2/3} = 5469 \text{ mm}$$

Nilai Curah Hujan pada periode ulang waktu 10 tahun sebesar 5469 mm/jam.

3.4 Analisis Laju Resapan

Uji Resap tanah dilakukan secara sederhana dengan membuat lubang sedalam 100 cm dan diameter 10 cm. Uji laju Resap dilakukan 1 kali percobaan dengan menggunakan 1000 ml yang dituangkan kedalam LRB dan di ukur ketinggian air =10 cm setara 1000 ml dan dilakukan uji laju resap selama 1 menit, maka hasil yang di peroleh berkurang 228ml/menit atau setara 2,28 cm/menit, dan di hitung menggunakan rumus volume tabung $v = \pi \cdot r^2 \cdot t$.

$$v = \pi \cdot r^2 \cdot t \quad v = 31,4 \text{ m}^3$$

$$\text{Laju resap} = \frac{\text{volume}}{\text{Waktu}} = 22,95$$

Berdasarkan hasil dapat disimpulkan bahwa uji Resap tanah yaitu sebesar 22,95 liter/jam.

3.5 Analisa Jumlah Lubang Resapan Biopori

Jumlah resapan biopori diperlukan data intensitas curah hujan dan nilai laju Resap tanah. Perencanaan lubang resapan biopori menggunakan nilai intensitas hujan 10 tahun dengan durasi hujan 1 jam dengan pertimbangan menurut Sanitya dan Burhanuddin (2012 dalam Suwanto, 2011) dan Suroso (2006), dalam merencanakan jenis bangunan air dapat digunakan intensitas hujan dengan kala ulang 10 tahun dan durasi hujan 1 jam. Berikut merupakan perhitungan jumlah Lubang Resapan Biopori.

$$\text{Jumlah LRB} = \frac{\text{Intensitas Hujan (mm/jam)} \times \text{Luas bidang kedap (m}^2\text{)}}{\text{Laju Peresapan air (liter/jam)}} = 53,37$$

$$\text{Jumlah LRB} = 53 \text{ buah}$$

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Lubang resapan biopori dibuat dengan menggunakan kedalaman pipa sebesar 100 cm dan diameter pipa 10 cm serta jarak antar pipa LRB sebesar 100 cm.
2. Jumlah lubang resapan yang dapat diterapkan di Kantor BWS Papua adalah 53 buah pada lahan terbuka seluas 224 m².

DAFTAR PUSTAKA

- Hidayat, A., Wibowo, M. A., Hatmoko, J. U. D., Kistiani, F., Hermawan, F., Merukh, S. S. H., & Zachari, M. (2021). Pembuatan Biopori Sebagai Upaya Peningkatan Laju Infiltrasi Dan Cadangan Air Tanah Serta Pengendalian Banjir. *Jurnal Pasopati*,
- Sulistyaningtyas, P. (2021). ANALISA PENERAPAN LUBANG RESAPAN BIOPORI UNTUK MENGURANGI LIMPASAN PADA DESA TEMPURAN KECAMATAN SOOKO MOJOKERTO (Doctoral dissertation, Universitas Islam Majapahit).
- Kurniawan, R. P. (2015). Pengaruh lubang resapan biopori pada tanah berpenutup rumput gajah mini (*pennisetum purpureum schumach. 1827*) terhadap reduksi limpasan permukaan the effect of biopore infiltration hole in the land covered by “gajah mini” grass (*pennisetum purpureum schu.*
- Arifin, Z., Tjahjana, D. D. D. P., Rachmanto, R. A., Suyitno, S., Prasetyo, S. D., & Hadi, S. (2020). Penerapan Teknologi Biopori Untuk Meningkatkan Ketersediaan Air Tanah Serta Mengurangi Sampah Organik Di Desa Puron Sukoharjo. *SEMAR (Jurnal Ilmu Pengetahuan, Teknologi, dan Seni bagi Masyarakat)*, 9(2), 53-63.
- Gholam, G. M., Kurniawati, I. D., Laely, P. N., Amalia, R., Mutiaradita, N. A., Rohman, S. N., ... & Amalia, K. R. (2021). Pembuatan dan edukasi pentingnya lubang resapan biopori (LRB) untuk membantu



- meningkatkan kesadaran mengenai sampah organik serta ketersediaan air tanah di Dusun Tumang Sari Cepogo. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 9(2), 108-116.
- Setyono, D., Maulana, A., & Anisah, A. Perencanaan Kebutuhan Lubang Resapan Biopori (LRB) dalam Rangka Konservasi Air di Kampus A Universitas Negeri Jakarta. *Indonesian Journal Of Civil Engineering Education*, 9(1), 45-50.
- Sanitya, R. S., & Burhanudin, H. (2013). Penentuan lokasi dan jumlah lubang resapan biopori di kawasan DAS Cikapundung bagian tengah. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 13(1).
- Santosa, I., Utama, S. R., & Masra, F. (2020). Penerapan Biopori Untuk Konservasi Sumber Daya Air di Perumahan Griya Kencana Raja Basa Bandar Lampung. *Jurnal Pengabdian Kesehatan Beguai Jejama*, 1(2).
- DIKI, S. (2021). PERENCANAAN LUBANG RESAPAN BIOPORI PADA LAHAN TERBUKA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MATARAM (Doctoral dissertation, Universitas Mataram).
- NEGARA, I. D. G. J., SETIAWAN, A., SAIDA, H., & GUNAWAN, A. (2021). Karakteristik Laju Resapan lubang Biopori Pada Beberapa Jenis Sampah Organik. *Ganec Swara*, 15(1), 1004-1012.
- I Dewa, G. J. N. Turnitin: KARAKTERISTIK LAJURESAPAN LUBANG BIOPORI PADA BEBERAPA JENIS SAMPAH ORGANIK.
- Laila, K. N. (2019). Optimasi kompos sampah organik dalam biopori menggunakan effective microorganism 4 (Em4) (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Khoirunisa, N., Wardana, Z., & Susilawati, A. (2015). Pengaruh lubang resapan biopori terhadap laju infiltrasi dan penyiaran mikroorganisme tanah.
- Arifin, Z., Tjahjana, D. D. D. P., Rachmanto, R. A., Suyitno, S., Prasetyo, S. D., & Hadi, S. (2020). Penerapan Teknologi Biopori Untuk Meningkatkan Ketersediaan Air Tanah Serta Mengurangi Sampah Organik Di Desa Puron Sukoharjo. *SEMAR (Jurnal Ilmu Pengetahuan, Teknologi, dan Seni bagi Masyarakat)*, 9(2), 53-63.