

ARTIKEL ILMIAH

**ANALISIS PENERAPAN LUBANG RESAPAN BIOPORI SEBAGAI
ALTERNATIF MENGURANGI LIMPASAN DI PERUMAHAN
GRAND MUSLIM KECAMATAN LABUAPI KABUPATEN
LOMBOK BARAT**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 Jurusan Teknik Sipil



Oleh:

**Nukta Indah Permata Sari
F1A019144**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MATARAM**

2023

ARTIKEL ILMIAH

ANALISIS PENERAPAN LUBANG RESAPAN BIOPORI SEBAGAI
ALTERNATIF MENGURANGI LIMPASAN DI PERUMAHAN
GRAND MUSLIM KECAMATAN LABUAPI KABUPATEN
LOMBOK BARAT

Oleh:

Nukta Indah Permata Sari

F1A019144

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

1. Pembimbing Utama



Salchudin, ST., MT.
NIP: 19661231 199512 1 001

Tanggal: 13 Juli 2023

2. Pembimbing Pendamping



Agustono Setiawan, ST., MSc.
NIP: 19700113 199702 1 001

Tanggal: 13 Juli 2023

Mengetahui
Sekretaris Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Mataram



Dr. Eros Haryadi, ST., MSc(Eng)
NIP: 19731027 199802 1 001

ANALISIS PENERAPAN LUBANG RESAPAN BIOPORI SEBAGAI ALTERNATIF MENGURANGI LIMPASAN DI PERUMAHAN GRAND MUSLIM KECAMATAN LABUAPI KABUPATEN LOMBOK BARAT

Nukta Indah Permata Sari¹, Salehudin, ST., MT², Agustono Setiawan, ST., MSc.²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

ABSTRAK

Perumahan Grand Muslim merupakan perumahan yang terletak di Kecamatan Labuapi, Kabupaten Lombok Barat, memiliki ruang terbuka hijau yang semakin berkurang karena sebagian besar wilayahnya ditutupi oleh perkerasan. Hal ini menyebabkan berkurangnya daerah resapan air sehingga terjadinya genangan di beberapa lokasi di Perumahan Grand Muslim. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dibutuhkan sistem drainase yang ramah lingkungan, salah satunya yaitu penerapan lubang resapan biopori. Lubang resapan biopori merupakan lubang berbentuk silindris yang dibuat secara tegak lurus ke dalam tanah, dengan diameter 10-30 cm dan kedalaman sekitar 100 cm atau tidak melebihi muka air tanah. Dalam penelitian ini menggunakan benda uji sebanyak 6 sampel, dimana 3 sampel tanpa bahan pengisi dan 3 sampel menggunakan bahan pengisi sampah dedaunan kemudian di uji laju infiltrasi selama 7 sampai 21 hari dan dianalisis menggunakan metode Horton. Berdasarkan perhitungan debit limpasan yang terjadi, didapatkan nilai debit limpasan terbesar dan terkecil pada Blok D yaitu 0,471 m³/detik dengan luas lahan 3,128090 ha dan pada pos yaitu 0,002 m³/detik dengan luas lahan 0,012595 ha. Untuk lubang resapan biopori tanpa bahan pengisi diperoleh nilai rata-rata laju infiltrasi tertinggi sebesar 97,457 cm/jam dan terendah sebesar 22,437 cm/jam. Sedangkan untuk lubang resapan biopori menggunakan isian sampah dedaunan diperoleh nilai rata-rata laju infiltrasi tertinggi sebesar 113,991 cm/jam dan terendah sebesar 42,179 cm/jam. Besar persentase reduksi lubang resapan biopori sebesar 8,61 %, persentase reduksi dipengaruhi oleh laju infiltrasi tanah pada lokasi penelitian, jumlah lubang resapan biopori, dan luas lahan yang tersedia. Lubang resapan biopori yang dapat diterapkan yaitu 2949 buah dengan diameter lubang sebesar 10 cm dan kedalaman 60 cm yang berjarak 1 m antar lubang resapan, sehingga Rencana Anggaran Biaya (RAB) yaitu Rp. 90.232.833,51 (Sembilan Puluh Juta Dua Ratus Tiga Puluh Dua Ribu Delapan Ratus Tiga Puluh Tiga Lima Puluh Satu Rupiah)

Kata kunci : Perumahan Grand Muslim, Lubang resapan biopori, Limpasan, Infiltrasi, Reduksi, Horton.

ABSTRACT

Grand Muslim Housing is a housing complex located in Labuapi District, West Lombok Regency, which has reduced green open space because most of its area is covered by pavement. This has resulted in reduced water catchment areas resulting in inundation at several locations in Grand Muslim Housing. To overcome this problem, an environmentally friendly drainage system is needed, on of which is the application of

biopore infiltration holes. Biopore infiltration holes are cylindrical holes made perpendicular to the ground, with a diameter of 10-30 cm and a depth of about 100 cm or not exceeding the groundwater level. In this study, 6 samples were used as test objects, where 3 samples were without filler and 3 samples were using leaf litter as filler, then the infiltration rate was tested for 7 to 21 days and analyzed using the Horton method. Based on the calculation of the runoff discharge that occurred, the value of the largest and smallest runoff discharge was obtained in Block D, namely 0.471 m³/second with a land area of 3.128090 ha, and at the post, namely 0.002 m³/second with a land area of 0.012595 ha. For biopore infiltration holes without filler, the highest average infiltration rate was 97.457 cm/hour and the lowest was 22.437 cm/hour. As for the biopic infiltration holes using leaf litter, the highest average infiltration rate was 113.991 cm/hour and the lowest was 42.179 cm/hour. The reduction percentage of biopore infiltration holes is 23.9%, the percentage of reduction is influenced by the rate of soil infiltration at the study site, the number of biopore infiltration holes, and the available land area. Biopore infiltration holes that can be applied are 2949 pieces with a hole diameter of 10 cm and a depth of 60 cm with a distance of 1 meter between infiltration holes so that the Budget Plan (RAB) is IDR 90,232,833.51 (Ninety Million Two Hundred Thirty Two Thousand and Eight Hundred Thirty Three Fifty One Rupiah).

Keywords : Grand Muslim Housing, Biopore Infiltration Holes, Run-off, Infiltration, Reduction, Horton.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perumahan Grand Muslim berdasarkan hasil pemetaan geografis memiliki luas wilayah sebesar 100.303 m² (10,0303 ha) merupakan perumahan yang terletak di Kecamatan Labuapi, Kabupaten Lombok Barat, memiliki ruang terbuka hijau yang semakin berkurang karena sebagian besar wilayahnya ditutupi oleh perkerasan. Berkurangnya ruang terbuka hijau menyebabkan berkurangnya daerah resapan air ke dalam tanah di kawasan perumahan. Kondisi jaringan drainase yang kurang memadai karna banyaknya tumbuhan di sekitar drainase menyebabkan terjadinya genangan air terutama pada musim hujan dan

ketidakmampuan drainase yang ada untuk menampung volume dan debit air yang terus bertambah. Hal ini menyebabkan terjadinya genangan setinggi 5-10 cm di beberapa lokasi di Perumahan Grand Muslim ketika musim hujan tiba. Dikarenakan lokasi penelitian sangat padat penduduk dan kebutuhan ruang sangat terbatas, sehingga harus memaksimalkan pemanfaatan ruang untuk mencari jalan keluar dalam menangani genangan tersebut.

Peresapan air hujan yang efektif perlu dilakukan untuk mengurangi aliran permukaan serta untuk memelihara kelembapan tanah dan menambah cadangan air bawah tanah.

Lubang Resapan Biopori merupakan teknologi tepat guna dan ramah lingkungan dengan memanfaatkan sampah organik ke dalam lubang kecil dalam tanah untuk mengurangi limpasan permukaan dan genangan yang timbul selama dan setelah hujan.

Biopori (*biopore*) merupakan ruangan atau pori dalam tanah yang di bentuk oleh makhluk hidup, seperti cacing, perakaran tanaman, rayap, dan fauna tanah lainnya. Lubang-lubang yang terbentuk akan terisi udara, dan akan menjadi tempat berlalunya air di dalam tanah. Lubang Resapan Biopori (LRB) merupakan lubang berbentuk silindris yang dibuat secara tegak lurus (vertikal) ke dalam tanah, dengan diameter 10-30 cm dan kedalaman sekitar 100 cm atau tidak melebihi kedalaman muka air tanah. Adapun manfaat dari adanya lubang resapan biopori ini yaitu memperbaiki ekosistem tanah, mencegah banjir dan genangan air akibat limpasan permukaan yang terjadi pada saat musim hujan, menambah cadangan air tanah yang dapat digunakan pada saat musim kemarau, serta mempermudah penanganan sampah organik dan mengubahnya menjadi kompos. Dengan adanya lubang resapan biopori ini diharapkan efektif untuk mempecepat peresapan air ke dalam tanah sehingga dapat mengurangi limpasana. Untuk itu penulis mengamil judul “*Analisis Penerapan Lubang Resapan Biopori Sebagai Alternatif Mengurangi Limpasan di Perumahan Grand Muslim Kecamatan Labuapi Kabupaten Lombok Barat*”.

B. Rumusan Masalah

1. Berapakah besar debit limpasan permukaan di Perumahan Grand Muslim?
2. Berapakah laju infiltrasi lubang resapan biopori di Perumahan Grand Muslim?
3. Berapakah besar persentase reduksi (pengurangan) limpasan permukaan di Perumahan Grand Muslim setelah adanya lubang resapan biopori?
4. Berapakah rencana anggaran biaya pembuatan lubang resapan biopori yang digunakan di Perumahan Grand Muslim?

C. Batasan Masalah

1. Lokasi penelitian dilakukan di Perumahan Grand Muslim.
2. Drainase yang direncanakan berupa lubang resapan biopori.
3. Data curah hujan yang digunakan adalah dari stasiun hujan terdekat dan berpengaruh yaitu stasiun hujan Bertais dengan data curah hujan pengamatan 10 tahun.
4. Tidak melakukan pengujian jenis tanah pada lokasi penelitian.
5. Tidak meninjau benda asing atau sampah lain selain sampah dedaunan.

D. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui besar debit limpasan permukaan di Perumahan Grand Muslim.
2. Untuk mengetahui laju infiltrasi lubang resapan biopori di Perumahan Grand Muslim.
3. Untuk mengetahui berapa besar persentase reduksi (pengurangan) limpasan permukaan di Perumahan Grand Muslim setelah adanya lubang resapan biopori.

4. Untuk mengetahui rencana anggaran biaya pembuatan lubang resapan biopori yang digunakan di Perumahan Grand Muslim.

E. Manfaat Penelitian

Sebagai panduan bagi masyarakat dalam mengatasi limpasan permukaan dan genangan di Perumahan Grand Muslim.

II. DASAR TEORI

A. Tinjauan Pustaka

Diki Setiawan (2021), melakukan penelitian yang berjudul "*Perencanaan Lubang Resapan Biopori pada Lahan Terbuka Fakultas Teknik Universitas Mataram*". Pada penelitian ini menggunakan pipa dengan diameter 10 cm dan panjang pipa 100 cm, dimana panjang pipa tertanam 80 cm dan 20 cm diatas permukaan dengan isian sampah dedaunan. Sehingga didapatkan rata-rata nilai laju infiltrasi pada tanpa bahan pengisi sebesar 42,167 cm/jam dan pada sampah dedaunan sebesar 61,662 cm/jam. Untuk perhitungan debit limpasan berbanding lurus dengan luas lokasi. Luas lokasi ruang terbuka terbesar ada pada lokasi lahan terbuka 2 dengan luas 0,0133 Km² serta debit limpasan sebesar 0,156 m³/detik. Dan total jumlah lubang resapan biopori yang dapat diterapkan yaitu berjumlah 622 buah.

Tri Satriawansyah, Doni Setiawan (2016), melakukan penelitian yang berjudul "*Perencanaan Sumur Resapan dan Lubang Resapan Biopori sebagai Alternative Penanggulangan Banjir di MAN 1 Sumbawa Besar*". Hasil dari penelitian ini di peroleh dimensi hasil perencanaan sumur

resapan yaitu diameter 1,5 m dan kedalaman 2 m dengan jumlah sumur resapan 4 buah dengan jarak 7,5 meter bisa menanggulangi genangan yang terjadi pada musim hujan. Sedangkan untuk LRB diperoleh dimensi dengan diameter 10 cm dan kedalaman 100 cm dengan jumlah pekerjaab LRB sebanyak 12 buah dengan jarak 6 meter bisa melindungi sistem air tanah (ground water system) pada kawasan MAN 1 Sumbawa Besar.

Abarca (2021), melakukan penelitian yang berjudul "*Perencanaan Lubang Resapan Biopori sebagai Alternatif Penanggulangan Banjir di Perumahan Jati Sela Regency Kecamatan Gunungsari Kabupaten Lombok Barat*". Hasil dari penelitian ini diperoleh jumlah lubang resapan biopori yang dapat diterapkan di Perumahan Jati Sela adalah 204 buah dengan diameter lubang resapan biopori sebesar 12 cm dan kedalaman 80 cm yang berjarak 1 m antar lubang resapan. Dan didapatkan rata-rata persentase debit reduksi sebesar 98,3 % dan debit limpasan yang tersisa setelah adanya biopori sebesar 0,0057 m³/detik.

Negara, dkk. (2021), melakukan penelitian dengan judul "*Karakteristik Laju Resapan Lubang Biopori pada Beberapa Jenis Sampah Organik*". Pada penelitian ini menggunakan 3 jenis sampah organik sebagai bahan pengisi LRB, yaitu jerami, dedaunan, dan sampah rumah tangga. laju infiltrasi tertinggi sampai terendah berturut-turut diperoleh pada sampah jerami, dedaunan, dan sampah rumah tangga dengan laju peresapan rata-rata berturut-turut sebesar 113,56 cm/jam, 84,69

cm/jam, dan 52,979 cm/jam. Laju infiltrasi terbesar pada lubang resapan biopori terjadi pada hari ke-7 dan laju resapan sudah mulai menurun pada hari ke-21 karna sudah menjadi kompos dan sampah seharusnya diganti dengan yang baru.

B. Landasan Teori

1) Analisis Hidrologi

Dalam merencanakan bangunan air, analisis yang penting dan perlu ditinjau adalah analisis hidrologi. Analisis hidrologi diperlukan untuk menentukan besarnya debit banjir rencana yang mana debit rencana akan berpengaruh pada perhitungan persentase reduksi limpasan. Pada perencanaan konstruksi, data curah hujan harian selama periode 10 tahun yang dijadikan dasar perhitungan dalam menentukan debit rencana.

2) Lubang Resapan Biopori

Menurut Brata dan Nelistya (2008), biopori (*biopore*) merupakan ruangan atau pori dalam tanah yang dibentuk oleh makhluk hidup, seperti fauna tanah dan akar tanaman. Bentuk biopori menyerupai liang (terowongan) dan bercabang-cabang yang sangat efektif untuk menyalurkan air dan udara ke dan di dalam tanah. Liang pada biopori terbentuk oleh adanya pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman di dalam tanah serta meningkatnya aktivitas fauna tanah, seperti cacing tanah, rayap, dan semut yang menggali liang di dalam tanah.

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 tersebut diisi sampah organik yang akan digunakan oleh fauna tanah sebagai sumber makanan. Jika jumlah sampah organik cukup, fauna tanah akan terus beraktivitas dan membentuk biopori. Limpasan permukaan akan masuk ke dalam lubang dan meresap ke segala arah melalui biopori sekitar lubang.

Analisis Debit Resapan Biopori, menganalisis debit resapan biopori dihitung dengan menggunakan rumus: $Q_{\text{serap}} = \text{Jumlah LRB} \times (\text{Laju Resap Ir} \times \text{Luas LRB})$

$$\% \text{Reduksi} = \frac{Q_{\text{Serap}}}{Q_{\text{Limpasan}}} \times 100\%$$

dengan:

Q_{Serap} = Debit yang dapat diserap oleh LRB (m^3/detik)

Q_{Limpasan} = Debit hujan yang jatuh di seluruh wilayah penelitian (m^3/detik)

3) Infiltrasi

Infiltrasi merupakan aliran air ke dalam tanah melalui permukaan tanah. Dalam infiltrasi dikenal dua istilah yaitu kapasitas infiltrasi dan laju infiltrasi, yang dinyatakan dalam mm/jam. Kapasitas infiltrasi adalah laju infiltrasi maksimum untuk suatu jenis tanah tertentu; sedangkan laju infiltrasi adalah kecepatan infiltrasi yang nilainya tergantung pada kondisi tanah dan intensitas hujan (Triatmodjo, 2010).

Laju infiltrasi sebagai fungsi waktu diberikan oleh Horton (1940) dalam persamaan sebagai berikut :

$$f(t) = fc + (f_0 - fc)e^{-kt}$$

dengan :

$f(t)$: kapasitas infiltrasi pada saat ke t

fc : kapasitas infiltrasi konstan, yang tergantung pada tipe tanah

f_0 : kapasitas infiltrasi awal

k : konstanta yang menunjukkan laju pengurangan kapasitas infiltrasi
 t : waktu dari awal hujan (menit)
 e : 2,718

4) Rencana Anggaran Biaya

Pembiayaan adalah proses alokasi berbagai sumber daya yang mungkin guna melaksanakan kegiatan dari organisasi. Beberapa batasan rencana pembiayaan antara lain dapat berasal dari ketersediaan modal, kekurangan keahlian personel, keterbatasan material (Gazalba, 2005).

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam Menyusun anggaran biaya adalah sebagai berikut :

1. Volume / Kubikasi Pekerjaan
2. Analisis Harga Satuan
 - a. Analisis bahan
 - b. Analisis upah
 - c. Harga satuan pekerjaan

Jadi, secara umum rencana anggaran biaya dapat dirumuskan adalah sebagai berikut:

$$RAB = \sum (Volume \times Harga \text{ satuan pekerjaan})$$

Langkah-langkah menghitung Rencana Anggaran Biaya adalah sebagai berikut :

1. Membuat item pekerjaan dan menghitung volume pekerjaan.
2. Membuat daftar harga satuan upah dan bahan.
3. Membuat Analisa pekerjaan per item pekerjaan.
4. Membuat rencana anggaran biaya.

III. METODOLOI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak di Perumahan Grand Muslim, Kecamatan Labuapi, Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

B. Tahap Penelitian

1) Tahap Persiapan

Tahapan persiapan disini juga dilakukan pengumpulan literatur-literatur dan referensi yang menjadi bahan landasan teori sehingga peneliti dapat melakukan pembuatan studi. Dengan tahapan persiapan ini akan memberikan gambaran tentang langkah-langkah yang akan di ambil selanjutnya.

2) Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan merupakan data yang diperoleh dari hasil observasi dan pengukuran langsung di lapangan. Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi atau lembaga terkait.

3) Persiapan Awal

1. Menentukan lokasi yang akan dijadikan sebagai tempat penelitian.
2. Melakukan survey lokasi terkait kondisi eksisting, tinggi genangan, dan kedalaman muka air tanah (*water table*) pada lokasi penelitian.
3. Mempersiapkan alat dan bahan untuk mendukung berjalannya penelitian.
 - Bor biopori

- Sampah organik (dedaunan)
 - Wadah untuk tanah
 - Pipa PVC diameter 10 cm
 - Penutup pipa paralon
 - Meteran
 - Alat tulis
 - Kayu
 - Gergaji
 - Ember
 - Gallon
 - Air
 - Kamera / handphone
4. Membuat benda uji sebanyak 6 buah dengan spesifikasi benda uji :
 - Panjang pipa yang digunakan 60 cm.
 - Diameter pipa yang digunakan 10 cm, bertujuan untuk menghindari masuknya hewan yang cukup besar, seperti tikus.
 5. Memasang benda uji pada lokasi yang sudah ditentukan.
 6. Mengisi benda uji dengan sampah organik dan di diamkan selama 7 hari.

4) Uji Lapangan Laju Infiltrasi Tanah

Uji lapangan laju infiltrasi tanah digunakan untuk mencari angka peresapan. Uji ini berfungsi untuk mengetahui daya serap tanah terhadap air dengan prinsip infiltrasi. Pengukuran laju infiltrasi pada penelitian ini menggunakan pipa benda uji ditanam sebanyak 6 sampel, dimana 3 sampel tanpa bahan pengisi dan 3 sampel berisi sampah dedaunan. Pada lokasi pengujian dibagi menjadi 3 titik, yaitu pada halaman rumah, bahu jalan, dan di lahan terbuka/taman. Setiap titik diletakkan 2 sampel dengan masing-masing 1 sampel tanpa bahan pengisi

dan 1 sampel menggunakan bahan pengisi sampah dedaunan.

Pengujian infiltrasi tanpa bahan pengisi :

- a. Siapkan alat dan bahan.
- b. Membuat galian dengan bor tanah berbentuk tabung pada permukaan tanah dengan diameter 10 cm dan tinggi 60 cm.
- c. Memasukkan pipa benda uji ke dalam lubang galian.
- d. Lubang tersebut di isi dengan air sampai penuh.
- e. Kemudian air diukur dan dicatat skala penurunan permukaan setiap 5 menit pertama menggunakan stopwatch.
- f. Diukur dan dicatat kembali penurunan muka airnya setelah di diamkan 5 menit kedua.
- g. Prosedur tersebut dilakukan secara berulang-ulang sampai penurunan air (Sn) 3 kali berturut-turut sama atau konstan.
- h. Setelah penurunan muka air (Sn) yang ke (n) dan (n+1) besarnya hampir sama atau konstan, maka nilai Sn tersebut dijadikan standar untuk menghitung laju infiltrasi.

Pengujian infiltrasi dengan bahan pengisi sampah dedaunan :

- a. Siapkan alat dan bahan.
- b. Membuat galian dengan bor tanah berbentuk tabung pada permukaan tanah dengan diameter 10 cm dan tinggi 60 cm.
- c. Memasukkan pipa benda uji ke dalam galian.
- d. Mengisi lubang biopori dengan sampah dedaunan.
- e. Mendinginkan benda uji selama 7 hari.

- f. Menguji laju infiltrasi dengan memasukkan air ke dalam lubang resapan biopori sampai penuh setelah hari ke 7 sampai ke 21.
- g. Kemudian air diukur dan dicatat penurunan permukaannya selama 5 menit pertama menggunakan stopwatch.
- h. Diukur dan dicatat kembali penurunan muka airnya setelah di diamkan 5 menit kedua.
- i. Prosedur tersebut dilakukan secara berulang sampai penurunan muka air sama atau konstan.

5) Analisis Data

1. Analisis Hidrologi

- a. Uji konsistensi data
Uji konsistensi data dilakukan dengan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*).
- b. Analisis pemilihan agihan
Analisis distribusi frekuensi untuk menentukan jenis agihan atau distribusi yang digunakan.
- c. Uji Kecocokan
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah data curah hujan tersebut sesuai dengan jenis agihan yang dipilih. Pengujian ini dilakukan dengan Uji *Smirnov Kolmogorov* dan Uji *Chi-Kuadrat*.
- d. Analisis Frekuensi
Menghitung curah hujan rancangan sesuai dengan distribusi yang memenuhi syarat. Ada 4 jenis distribusi yang biasa digunakan yaitu Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log-Person III, dan Distribusi Gumbel.

2. Analisis Intensitas Hujan

Menghitung intensitas hujan dengan persamaan Monobe.

3. Analisis Peta Tata Guna Lahan dan Peta Topografi

Untuk menghitung aliran permukaan air hujan koefisien limpasan (C) perlu diketahui luas lokasi dan jenis penggunaan lahan pada suatu daerah untuk dapat memperkirakan persentase jenis penggunaan lahan pada suatu lokasi. Dalam penelitian ini menggunakan hasil pemetaan dari Sistem Informasi Geografis.

4. Menghitung Debit Limpasan

Menghitung debit rancangan dengan metode rasional.

5. Analisis Laju Infiltrasi

Laju air yang masuk ke dalam tanah selama kurun waktu tertentu dapat dihitung dengan menggunakan data penurunan ketinggian air dalam kurun waktu tertentu menggunakan metode Horton.

6. Menghitung Jumlah Kebutuhan LRB

Untuk menentukan jumlah lubang resapan biopori di Perumahan Grand Muslim dilakukan dengan membuat denah pada masing-masing luasan rumah.

7. Menghitung Persentase Reduksi Limpasan Lubang Resapan Biopori

Analisa persentase reduksi dapat dihitung dengan mencari nilai Q_{LRB} digunakan rumus (2-35) dan selanjutnya menghitung %reduksi menggunakan rumus (2-36).

8. Analisis Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Analisis rencana anggaran biaya pembuatan lubang resapan biopori pada Perumahan Grand Muslim digunakan rumus (2-39).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Hidrologi

1) Penentuan Stasiun Hujan

Pada analisis hidrologi ini digunakan Stasiun Bertais dengan data pengamatan selama 10 tahun yaitu tahun 2013-2022. Data curah hujan tahunan dari stasiun Bertais disajikan pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4. 1 Data Curah Hujan Stasiun Bertais

No	Tahun	Curah Hujan (mm)
1	2013	1648
2	2014	1125
3	2015	1722
4	2016	2732
5	2017	2268
6	2018	1888
7	2019	1519
8	2020	1513
9	2021	1309
10	2022	1645
Rata-rata		1736,9

2) Uji Konsistensi Data Curah Hujan

Untuk mengetahui konsistensi data curah hujan maka digunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*). Hasil perhitungan uji konsistensi data curah hujan pada Stasiun Bertais adalah sebagai berikut :

$$n = 10$$

$$D_y = 443,4889$$

$$Sk^{**} \text{ min} = -1,614$$

$$Sk^{**} \text{ maks} = 2,168$$

$$Q = |Sk^{**}| \text{ maks} = 2,168$$

$$R = Sk^{**} \text{ maks} - Sk^{**} \text{ min} = 3,782$$

$$Q/\sqrt{n} = 0,686 < \text{Nilai } Q/\sqrt{n} \text{ Tabel} = 1,29$$

Konsisten

$$R/\sqrt{n} = 1,119 < \text{Nilai } R/\sqrt{n} \text{ Tabel} = 1,38$$

Konsisten

3) Analisis Curah Hujan Rerata Daerah

Analisis curah hujan dilakukan dengan cara memilih curah hujan harian maksimum yang terjadi dalam satu tahun. Karena hanya terdapat satu pos hujan yang berpengaruh pada lokasi perencanaan yaitu Perumahan Grand Muslim Kecamatan Labuapi Kabupaten Lombok Barat, sehingga untuk analisis hujan rata-rata ditentukan berdasarkan persamaan (2.4). Perhitungan curah hujan harian maksimum rerata dengan faktor reduksi untuk tahun-tahun berikutnya disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Curah Hujan Rerata Daerah

No	Tahun	Hujan	ARF	Rerata Hujan
		Maksimum (mm)		Daerah (mm)
1	2013	96,20	0,97	93,314
2	2014	61,30	0,97	59,461
3	2015	127,20	0,97	123,384
4	2016	208,8	0,97	202,536
5	2017	121,5	0,97	117,855
6	2018	141,5	0,97	137,255
7	2019	106	0,97	102,82
8	2020	99,40	0,97	96,418
9	2021	96,3	0,97	93,411
10	2022	55,5	0,97	53,835

4) Analisis Distribusi Frekuensi

Dalam statistik dikenal banyak jenis distribusi frekuensi yang digunakan dalam hidrologi yaitu agihan Gumbel, agihan Normal, agihan Log Normal, dan agihan *Log Pearson Tipe III*. Analisis parameter statistic data curah hujan disajikan dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Pemilihan Agihan

No	X_i (mm)	$X_i - X_r$ (mm)	$(X_i - X_r)^2$ (mm)	$(X_i - X_r)^3$ (mm)	$(X_i - X_r)^4$ (mm)
1	96,2	-15,170	230,129	-3491,055	52959,311
2	61,3	-50,070	2507,005	-125525,735	6285073,569
3	127,2	15,830	250,589	3966,822	62794,797
4	208,8	97,430	9492,605	924864,495	90109547,788
5	121,5	10,130	102,617	1039,509	10530,228
6	141,5	30,130	907,817	27352,523	824131,524
7	106,0	-5,370	28,837	-154,854	831,567
8	99,4	-11,970	143,281	-1715,072	20529,416
9	96,3	-15,070	227,105	-3422,471	51576,636
10	55,5	-55,870	3121,457	-174395,797	9743493,179
Jumlah	1114	0	17011	648518	107161468
X_r	111,4	0	1701,1	64851,8	10716146,8

Dari hasil perhitungan parameter pemilihan distribusi frekuensi curah

hujan pada Tabel 4.5 menunjukkan bahwa nilai $C_s = 1,096$; $C_v = 0,390$; dan $C_k = 5,951$, sehingga jenis distribusi yang digunakan adalah Log Normal.

5) Uji Kecocokan Distribusi Frekuensi

Uji kecocokan distribusi digunakan untuk mengetahui apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Uji kecocokan yang digunakan dalam analisis adalah Uji *Chi-Kuadrat* dan *Smirnov-Kolmogorof*.

Tabel 4.4 Analisis uji *Chi-Kuadrat*

Interval (P)		O _i	E _i (n/K)	O _i -E _i	(O _i -E _i) ²
P	<	86,160	2	2	0
86,160	< P <	116,820	4	2	4
116,820	< P <	147,480	3	2	1
147,480	< P <	178,140	0	2	-2
178,140	< P <	208,800	1	2	-1
Jumlah			10	10	0
					10

Untuk $\alpha = 5\%$

$$X^2 = \sum_{i=0}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

$$X^2 = \frac{10}{10} = 1$$

Jadi, nilai $X^2 = 1 < X^2_{cr} = 7,815$ maka dapat disimpulkan bahwa distribusi Log Normal dapat diterima.

Tabel 4.5 Uji *Smirnov-Kolmogorov*

No	X _i	Urutan Min - Max	P (X _i)	P' (X _i)	Δp
1	96,2	55,5	0,091	0,111	0,020
2	61,3	61,3	0,182	0,222	0,040
3	127,2	96,2	0,273	0,333	0,061
4	208,8	96,3	0,364	0,444	0,081
5	121,5	99,4	0,455	0,556	0,101
6	141,5	106	0,545	0,667	0,121
7	106	121,5	0,636	0,778	0,141
8	99,4	127,2	0,727	0,889	0,162
9	96,3	141,5	0,818	1,000	0,182
10	55,5	208,8	0,909	1,111	0,202
Maksimum			0,202		

Uji *Smirnov-Kolmogorov*

Syarat = $D_{max} < D_0$ (untuk $\alpha = 5\%$)

$$= 0,202 < 0,41$$

Berdasarkan syarat yang diperoleh untuk derajat kepercayaan 5%

maka sebaran distribusi Log Normal dengan pengujian *Smirnov-Kolmogorov* dapat diterima.

6) Analisis Curah Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan merupakan besaran hujan dengan kala ulang tertentu. Perhitungan curah hujan rancangan dengan menggunakan metode distribusi Log Normal disajikan Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil perhitungan curah hujan rancangan

Periode Ulang (Tahun)	Kt	S (log) X	Log X	Log XT	$\frac{XT}{(mm)}$
2	0,000	0,167	2,018	2,018	104,251
5	0,840	0,167	2,018	2,159	144,047
10	1,280	0,167	2,018	2,232	170,631
20	1,640	0,167	2,018	2,292	195,993
50	2,050	0,167	2,018	2,361	229,498
100	2,330	0,167	2,018	2,408	255,616
500	2,880	0,167	2,018	2,500	315,887
1000	3,090	0,167	2,018	2,535	342,482

7) Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan untuk mengalir dari titik yang terjauh ke titik yang akan ditinjau.

Contoh perhitungan pada Blok A nilai yang digunakan sebagai nilai L adalah panjang lintasan air dari titik terjauh ke titik yang ditinjau dengan nilai sebesar m. dengan elevasi tertinggi sebesar dan elevasi terendah sebesar.

a. Kemiringan Lahan (S)

$$S = \frac{\text{Elv. Tertinggi} - \text{Elv. terendah}}{L}$$

$$S = \frac{10,60 - 9,50}{114,85} = 0,010$$

b. Waktu Konsentrasi

$$tc = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385}$$

$$tc = \left(\frac{0,87 \times 425,9^2}{1000 \times 0,010} \right)^{0,385}$$

$$tc = 15,319 \text{ menit}$$

$$tc = 0,255 \text{ jam}$$

Untuk hasil perhitungan waktu konsentrasi (tc) di setiap lokasi dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil perhitungan waktu konsentrasi (tc)

No	Lokasi	Elv. Terendah (m)	Elv. Tertinggi (m)	L (m)	Kemiringan Lahan (S)	tc (menit)	tc (Jam)
1	Pos	10,60	10,75	15,64	0,010	3,298	0,055
2	Blok A	9,50	10,60	114,85	0,010	15,319	0,255
3	Blok B	10,15	10,80	82,63	0,008	12,824	0,214
4	Blok C	10,05	10,77	187,15	0,004	31,897	0,528
5	Blok D	10,4	11,7	195,12	0,007	26,494	0,442
6	Blok E	10,85	11,5	186,65	0,003	32,869	0,548
7	Blok F	10,7	11,5	201,42	0,004	33,133	0,552
8	Taman	9,50	10,60	216,19	0,005	31,806	0,530

Nilai tc yang digunakan pada perhitungan adalah nilai tc maksimal dari Tabel 4.7 sebesar 0,552 jam.

8) Koefisien Limpasan

Pada Perumahan Grand Muslim terdapat beberapa jenis lahan, seperti perumahan, jalan paving, dan taman. Untuk mengetahui koefisien pengaliran di perumahan ini, maka dicari tahu terlebih dahulu luas total dari setiap jenis lahan tersebut, kemudian didapatkan nilai koefisien pengaliran pada perumahan ini dengan persamaan (2-30) yang digunakan untuk menghitung Debit limpasan. Diperoleh nilai koefisien pengaliran sebesar C = 0,729.

9) Intensitas Hujan

Analisis intensitas hujan menggunakan rumus Monobe karena data curah hujan yang didapat berdasarkan curah hujan harian.

Luasan daerah lokasi yang ditinjau sebesar 10,0303 ha karena luas yang ditinjau >10 ha maka akan digunakan periode ulang 2-5 tahun. Perhitungan menggunakan R₂₄ dengan nilai 144,047 mm pada periode ulang 5 tahun dan tc maksimal 0,552 jam sebagai berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I = \frac{144,047}{24} \left(\frac{24}{0,552} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I = 74,285 \text{ mm/jam}$$

Berdasarkan hasil perhitungan intensitas hujan untuk periode ulang 5 tahun didapatkan nilai intensitas hujan (I) = 74,285 mm/jam.

10) Debit Limpasan

Perhitungan debit limpasan pada analisis ini menggunakan metode rasional yang digunakan untuk menghitung persentase reduksi limpasan. Perhitungan debit limpasan menggunakan kala ulang 5 tahun. Debit limpasan untuk setiap lokasi di Perumahan Grand Muslim dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.6 Debit limpasan

No	Keterangan	Koefisien Aliran	Intensitas Hujan	Luas (A)	Debit Limpasan
		(C)	(I)	Ha	(m ³ /detik)
1	POS	0,729	74,28545448	0,012595	0,002
2	Blok A	0,729	74,28545448	0,777574	0,117
3	Blok B	0,729	74,28545448	1,174675	0,177
4	Blok C	0,729	74,28545448	1,303848	0,196
5	Blok D	0,729	74,28545448	3,128090	0,471
6	Blok E	0,729	74,28545448	1,849897	0,279
7	Blok F	0,729	74,28545448	1,639412	0,247
8	Taman	0,729	74,28545448	0,144265	0,022
Total				10,030356	1,510

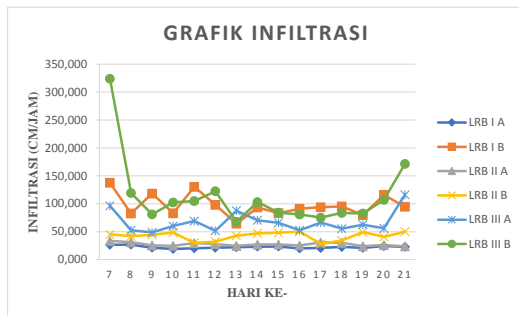
B. Lubang Resapan Biopori

1) Analisis Laju Infiltrasi

Pengujian laju infiltrasi lubang resapan biopori (LRB) terdiri atas 6 sampel pengujian dengan 3 sampel tanpa bahan pengisi dan 3 sampel menggunakan bahan pengisi sampah dedaunan. Berikut rekapitulasi hasil perhitungan laju infiltrasi LRB dari hari ke-7 sampai hari ke-21 dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Rekapitulasi hasil perhitungan laju infiltrasi

Hari Ke-	LRB I A (Tanpa Bahan Pengisi)	LRB I B (Dedaunan)	LRB II A (Tanpa Bahan Pengisi)	LRB II B (Dedaunan)	LRB III A (Tanpa Bahan Pengisi)	LRB III B (Dedaunan)
7	26,531	137,600	33,480	45,253	96,323	323,832
8	26,964	82,571	31,079	41,888	52,570	119,434
9	21,383	118,221	25,538	44,601	48,713	80,999
10	19,234	83,019	24,708	48,550	60,094	102,462
11	20,464	130,350	29,515	29,927	69,047	104,808
12	21,314	98,251	27,782	32,225	51,603	122,530
13	22,326	64,294	24,525	42,860	87,562	67,793
14	23,137	93,453	27,067	46,999	70,502	103,158
15	23,565	83,172	27,040	48,011	65,818	84,058
16	20,011	91,149	25,357	50,183	52,599	80,860
17	20,812	93,866	30,749	27,973	66,337	75,310
18	22,740	95,289	30,210	34,108	55,555	83,720
19	20,967	79,990	23,907	49,343	62,536	82,507
20	24,250	116,023	26,149	40,743	56,099	107,119
21	22,853	94,608	23,726	50,021	116,185	171,280
Rata-rata	22,437	97,457	27,389	42,179	67,436	113,991



Gambar 4.1 Grafik infiltrasi pada LRB

Dari Gambar 4.1 diatas, nilai rata-rata laju infiltrasi pada LRB III B (Dedaunan) lebih besar dibandingkan dengan nilai rata-rata laju infiltrasi pada LRB I A sampai LRB III A. Hal ini disebabkan karena cepatnya laju infiltrasi pada titik 3 lokasi penelitian yang menggunakan sampah dedaunan. Sehingga pada saat penambahan air, volume air yang ditambahkan lebih besar dibandingkan dengan penambahan volume air pada LRB I A sampai LRB III A. Dan data yang didapatkan pada LRB III B juga lebih besar dibandingkan dengan data pada LRB I A sampai LRB III A.

2) Perbandingan Laju Infiltrasi Sebelum dan Setelah Adanya LRB

Perbandingan laju infiltrasi sebelum dan setelah adanya lubang resapan biopori dapat dicari dengan cara melakukan pengukuran uji infiltrasi awal untuk mengetahui daya serap tanah terhadap air, sehingga dapat

menjadi perbandingan antara infiltrasi awal dengan infiltrasi setelah adanya LRB selama 21 hari. Perbandingan laju infiltrasi dapat dihitung menggunakan persamaan 2.38.

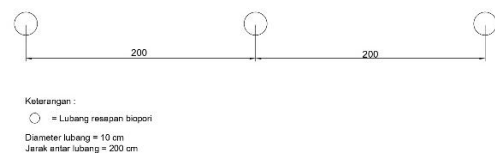
Tabel 4.8 Perbandingan persentase laju infiltrasi sebelum dan setelah adanya LRB

Efektifitas LRB I A (%)	Efektifitas LRB I B (%)	Efektifitas LRB II A (%)	Efektifitas LRB II B (%)	Efektifitas LRB III A (%)	Efektifitas LRB III B (%)
134,920%	699,757%	147,854%	199,846%	174,462%	586,532%
137,123%	419,911%	137,250%	184,989%	95,216%	216,323%
108,740%	601,207%	112,780%	196,971%	88,230%	146,707%
97,813%	422,188%	109,119%	214,410%	108,845%	185,582%
104,067%	662,890%	130,345%	132,165%	125,059%	189,831%
108,394%	499,651%	122,692%	142,314%	93,465%	221,929%
113,539%	326,965%	108,308%	189,280%	158,595%	122,789%
117,664%	475,251%	119,536%	207,561%	127,695%	186,843%
119,838%	422,969%	119,416%	212,027%	119,212%	152,248%
101,767%	463,534%	111,984%	221,621%	95,268%	146,455%
105,840%	477,349%	135,796%	123,536%	120,152%	136,403%
115,645%	484,588%	133,414%	150,630%	100,622%	151,637%
106,629%	406,784%	105,581%	217,911%	113,266%	149,438%
123,323%	590,029%	115,482%	179,932%	101,608%	194,016%
116,220%	481,125%	104,782%	220,907%	210,438%	310,226%
114,101%	495,613%	120,956%	186,273%	122,142%	206,464%

Berdasarkan Tabel 4.8 diatas, nilai perbandingan persentase terbesar terjadi pada LRB I B sebesar 495,613%, dikarenakan pada infiltrasi awal di titik 1 didapatkan laju infiltrasi yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan laju infiltrasi pada LRB I B.

3) Menentukan Jumlah Lubang Resapan Biopori

Perencanaan jumlah LRB pada Perumahan Grand Muslim didasarkan pada jarak dan diameter lubang seperti ilustrasi pada Gambar 4.19 berikut ini :



Gambar 4.2 Ilustrasi penempatan lubang resapan biopori

Berdasarkan Gambar 4.2 lubang resapan biopori ditanam dengan jarak maksimal 200 cm antar lubang yang satu dengan yang lain dengan diameter setiap lubang 10 cm. Jumlah lubang resapan biopori yang dapat diterapkan

pada halaman rumah di Perumahan Grand Muslim ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Perencanaan jumlah LRB pada halaman rumah

Tipe Perumahan	Jumlah	LRB yang dapat diterapkan	LRB yang dapat diterapkan
Luas 50-99 m ²	395	2	790
Luas 100-149 m ²	275	2	550
Luas 150-200	10	8	80
luas >200	1	13	13
Total			1433

Untuk mencari jumlah kebutuhan lubang resapan biopori di bahu jalan, direncanakan penempatan dibuat di depan rumah dengan jarak antar biopori yaitu 200 cm. Sehingga, jumlah lubang resapan biopori yang didapatkan yaitu berjumlah 1417 buah.

Sedangkan untuk jumlah lubang resapan biopori di taman, direncanakan penempatan di pinggir taman dengan jarak antar lubang resapan biopori yaitu 200 cm. Sehingga, jumlah lubang resapan biopori yang didapatkan yaitu berjumlah 99 buah.

Tabel 4.10 Total jumlah LRB

Tipe Perumahan	LRB yang dapat diterapkan
Perumahan	1433
Bahu jalan	1417
Taman	99
Total	2949

4) Menghitung Persentase Reduksi Limpasan Lubang Resapan Biopori

Berdasarkan hasil perhitungan laju infiltrasi menggunakan metode Kurva Horton pada lubang resapan biopori, didapatkan nilai rata-rata laju infiltrasi dari hari ke-7 sampai hari ke-21 untuk menggunakan dedaunan LRB I B sampai dengan LRB III B sebesar 84,542 cm/jam. Maka untuk LRB dengan diameter 10 cm dan kedalaman 60 cm dapat dihitung nilai debit air yang masuk ke dalam LRB dengan persamaan :

$$Q_{LRB} = \text{Jumlah LRB} \times (\text{Laju Resap Air} \times \text{Luas LRB})$$

$$= 2949 \times (84,542 \text{ cm/jam} \times ((\pi \times r^2) + (2 \times \pi \times r \times t)))$$

$$= 2949 \times (80,542 \times ((3,14 \times 5^2) + (2 \times 3,14 \times 5 \times 60)))$$

$$= 2949 \times 158063,675$$

$$= 466129777,6 \text{ cm}^3/\text{jam} = 0,13 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{\text{Limpasan}} = 1,510 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Sehingga :

$$\% \text{Reduksi} = \frac{Q_{LRB}}{Q_{Limpasan}} = \frac{0,13}{1,510} \times 100\%$$

$$= 8,61\%$$

Berdasarkan perhitungan didapatkan persentase reduksi limpasan yang dihasilkan oleh lubang resapan biopori sebesar 8,61 %. Persentase reduksi dipengaruhi oleh laju infiltrasi tanah pada lokasi penelitian, jumlah lubang resapan biopori dan luas lahan yang tersedia.

5) Rencana Anggaran Biaya (RAB) Lubang Resapan Biopori

Perencanaan lubang resapan biopori pada Perumahan Grand Muslim, Kecamatan Labuapi, Kabupaten Lombok Barat memiliki Rencana Anggaran Biayan terbilang sebesar Rp.46.296,99. x 2949 buah = Rp. 90.232.833,51 (Sembilan Puluh Juta Dua Ratus Tiga Puluh Dua Ribu Delapan Ratus Tiga Puluh Tiga Lima Puluh Satu Rupiah).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan perhitungan debit limpasan yang terjadi, didapatkan nilai debit limpasan pada Perumahan Grand Muslim yaitu sebesar 1,510 m³/ detik dengan luas 10,0303 m².
2. Berdasarkan hasil pengujian infiltrasi di lapangan, diperoleh nilai laju infiltrasi rata-rata pada LRB tanpa bahan pengisi sebesar 39,087 cm/jam, sedangkan pada LRB menggunakan sampah dedaunan sebesar 84,542 cm/jam.

3. Persentase reduksi limpasan permukaan di Perumahan Grand Muslim yang dihasilkan oleh lubang resapan biopori sebesar 8,61 %.
4. Pada pembuatan 2949 buah lubang resapan biopori dengan diameter 10 cm dan kedalaman 60 cm, nilai dari Rencana Anggaran Biaya (RAB) di Perumahan Grand Muslim yaitu sebesar Rp. 90.232.833,51 (Sembilan Puluh Juta Dua Ratus Tiga Puluh Dua Ribu Delapan Ratus Tiga Puluh Tiga Lima Puluh Satu Rupiah).

B. Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, beberapa hal yang dapat dijadikan sebagai masukan atau saran untuk pengembang selanjutnya, yaitu :

1. Sebelum melakukan penelitian, sebaiknya dilakukan pengukuran terlebih dahulu pada muka air tanah untuk menentukan berapa kedalaman lubang resapan biopori agar tidak melebihi muka air tanah.
2. Penerapan lubang resapan biopori sebaiknya memperhatikan lokasi pemasangan, agar dapat bermanfaat dengan maksimal.
3. Diperlukan sosialisasi kepada masyarakat, agar masyarakat mengetahui apa itu lubang resapan biopori dan manfaatnya bagi lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Azmi, M. K. (2022). *Analisis Reduksi Limpasan dengan Menggunakan Metode Resapan Biopori di Kawasan Pasar Mandalika dan Sekitarnya*. [Skripsi, Universitas

- Mataram]. Repositori Universitas Mataram.
- Abarca, Roberto Maldonado. 2021. "Perencanaan Lubang Resapan Biopori Sebagai Alternatif Penanggulangan Banjir Di Perumahan Jati Sela Regency Kecamatan Gunungsari Kabupaten Lombok Barat." *Nuevos Sistemas de Comunicación e Información* 2013–15.
- Apriliana, Khairunisa. 2023. "Pengaruh Jenis Isian Lubang Resapan Biopori (LRB) terhadap Laju Resapan". Repositori Universitas Mataram.
- Brata, Kamir R., and Anne Nelistya. 2008. *Lubang Resapan Biopori*. Depok: Penebar Swadaya.
- Deviana, E. 2021. *Biopori Di Taman Udayana Runoff ' S Reducing Efforts With Biopory Method In Udayana Park Artikel Ilmiah*.
- Gazalba, Z. 2005. *Manajemen Konstruksi*. Mataram: Mataram University Press.
- Ichsan, I., & Hulalata, Z. S. (2018). Analisa Penerapan Resapan Biopori Pada Kawasan Rawan Banjir Di Kecamatan Telaga Biru. *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering*, 1(1), 33. <https://doi.org/10.32662/gojise.v1i1.139>
- Kamiana, Made I. 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Martha, L (2018). *Studi Resapan Air Hujan Melalui Lubang Resapan Biopori (LRB) sebagai Upaya Mereduksi Beban Drainase di Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya*. doctoral dissertation, UIN Sunan Ampel Surabaya.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 12. (2009). *Petaturan Menteri Negara Lingkungan Hidup tentang Pemanfaatan Air Hujan*. <https://luk.staff.ugm.ac.id/atur/sda/PermenLH12-2009PemanfaatanAirHujan.pdf>
- Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (2014). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 11/PRT/M/2014 Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*.
- Negara, I. Dewa Gede Jaya, Agustono Setiawan, Humairo Saida, and Adri Gunawan. 2021. "Karakteristik Laju Resapan Lubang Biopori Pada Beberapa Jenis Sampah Organik." *Ganec Swara* 15(1):1004. doi: 10.35327/gara.v15i1.204.
- Satriawansyah, T., & Setiawan, D. (2016). Perencanaan Sumur Resapan Dan Lubang Resapan Biopori Sebagai Alternative Penanggulangan Banjir Di Man 1 Sumbawa Besar. *Jurnal SAINTEK UNSA*, 1(2), 21–30.
- Setiawan, Diki. 2021. "Perencanaan Lubang Resapan Biopori Pada Lahan Terbuka Fakultas Teknik

Universitas Mataram.”

Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Bandung: Nova.

Sri Harto. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Suripin. 2003. *Sistem Drainase Kota Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta. Andi.

Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.

Triatmodjo, Bambang. 2010. *Hidrologi Terapan*. 2nd ed. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.