

Penerapan Lubang Resapan Biopori di Kawasan Pemukiman Kecamatan Kanigoro Sebagai Pengendali Limpasan Air Hujan

Implementation of Biopori Absorption Holes in Residential Areas of Kanigoro District to Control Rainwater Runoff

Wahyu Niyati Sholikah¹, Trisno Widodo², Risma Dwi A³

^{1,2,43} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Ilmu Eksakta, Universitas Nahdlatul Ulama blitar
e-mail: w.niati13@gmail.com¹, trisno_widodo@yahoo.com², rismadwiatmaja@gmail.com³

Abstrak

Meningkatnya kepadatan penduduk berdampak pada luas lahan hijau terbuka yang berkurang karena diubah menjadi lahan pemukiman. Menurut peta tata guna lahan tahun 2019, wilayah pemukiman berjumlah 1764 ha, tetapi meningkat menjadi 1867 ha pada tahun 2023. Hal ini menyebabkan daerah resapan air hujan berkurang, sehingga air hujan langsung dialirkan ke sungai. Penelitian yang menerapkan teknik kuantitatif adalah penelitian yang menganut standar ilmiah yang dapat diukur, rasional, empiris, obyektif, dan metodis. Pada perhitungan debit menunjukkan daerah yang memiliki debit aliran tertinggi adalah Desa Sawentar yaitu 100,96 m³/s. Daerah yang memiliki debit limpasan terkecil adalah Desa Kuningan yaitu sebesar 19,95 m³/s. Wilayah yang memiliki jumlah biopori terbanyak di Kecamatan Kanigoro adalah wilayah Desa Sawentar yaitu 33.405 buah biopori. Desa Sawentar merupakan daerah tertinggi yang mampu menampung volume limpasan berdasarkan jumlah biopori yaitu sebesar 209,78 m³.
Kata kunci: Limpasan, Biopori, Resapan

Abstrack

Increasing population density has an impact on the area of open green land which is reduced because it is converted into residential land. According to the 2019 land use map, the residential area is 1764 ha, but this will increase to 1867 ha in 2023. This causes the rainwater catchment area to decrease, so that rainwater flows directly into the river. Research that applies quantitative techniques is research that adheres to scientific standards that can be measured, rational, empirical, objective and methodical. The discharge calculation shows that the area with the highest flow discharge is Sawentar Village, namely 100.96 m³/s. The area that has the smallest runoff discharge is Kuningan Village, namely 19.95 m³/s. The area with the highest number of biopores in Kanigoro District is the Sawentar Village area, namely 33,405 biopores. Sawentar Village is the highest area capable of accommodating the volume of runoff based on the number of biopores, namely 209.78 m³.

Keywords: Discharge, Biopore, Effectiveness

PENDAHULUAN

Semua makhluk hidup memanfaatkan air, salah satu sumber daya alam yang tak tergantikan. Kebutuhan makhluk hidup akan oksigen sama besar dengan kebutuhannya terhadap air bersih (Astriani, 2020). Ada penyebab ketidakseimbangan air yang alami dan buatan manusia. Variasi musim yang tidak dapat diprediksi merupakan salah satu contoh faktor alam yang dapat menyebabkan ketidakseimbangan antara jumlah air yang tersedia dan jumlah penggunaan air oleh penduduk. Konversi lahan yang disebabkan oleh peningkatan kegiatan pembangunan setiap tahunnya merupakan faktor manusia.

Kanigoro merupakan salah satu bagian dari Kabupaten Blitar. Terdapat dua belas pemukiman atau kelurahan di Kecamatan Kanigoro seluas 55,55 km². Peraturan Pemerintah Indonesia no. 3 Tahun 2010 menyatakan bahwa ibu kota Kabupaten Blitar akan dipindahkan dari Kota Blitar ke wilayah Kecamatan Kanigoro. Dengan demikian, wilayah Ibukota Kabupaten akan berfungsi sebagai pusat permukiman penduduk dan pusat aktivitas ekonomi di wilayah sekitarnya. Jumlah penduduk di Kecamatan Kanigoro meningkat seiring dengan pemindahan Ibukota Kabupaten Blitar. Pada tahun 2009, kepadatan penduduk adalah 1.360 jiwa/km². Pada tahun 2023, ini akan menjadi 1.439 jiwa/km². Meningkatnya kepadatan penduduk juga berdampak pada luas lahan hijau terbuka yang dapat berkurang karena diubah

menjadi lahan pemukiman. Menurut peta tata guna lahan tahun 2019, wilayah pemukiman berjumlah 1764 ha, tetapi meningkat menjadi 1867 ha pada tahun 2023.

Air hujan kemudian masuk ke saluran drainase dan akhirnya ke sungai karena berkurangnya daerah tangkapan air hujan. Sebenarnya untuk menjaga persediaan air tanah setempat, air hujan akan lebih baik terserap ke dalam bumi. Drainase konvensional dipandang kurang berhasil dan efisien dalam mengatasi masalah banjir; air yang masuk ke sungai-sungai di sekitarnya mungkin juga merupakan sumber utama banjir di daerah aliran sungai. (Diyanti et al., 2023). Drainase berwawasan lingkungan, atau ecodrainage, adalah istilah untuk pengelolaan kelebihan air permukaan dengan cara mengumpulkan, menyerap, dan menyalurkannya untuk pemanfaatan berkelanjutan selain pembuangan air permukaan secara cepat ke badan air. Pemanfaatan lubang resapan biopori merupakan salah satu ide di balik ecodrainage, atau drainase ramah lingkungan. Sebenarnya alternatif konservasi air dan tanah sudah diatur dalam Undang-Undang Nomor 37 Tahun 2014.

Berdasarkan tinjauan mengenai pentingnya drainase berwawasan lingkungan untuk Ibukota berkembang Kabupaten Blitar atau berada di Kecamatan Kanigoro yang mana akan semakin mengalami kemajuan baik di bidang sarana dan prasarana serta bertambahnya pemukiman penduduk perlu adanya Perencanaan Ekodrainase yang bersifat berkelanjutan. Oleh sebab itu dalam jurnal ini akan dibahas mengenai Penerapan Lubang Resapan Biopori Sebagai Salah Satu Konsep Eko-Drainase Di Kecamatan Kanigoro.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang menerapkan teknik kuantitatif adalah penelitian yang menganut standar ilmiah yang dapat diukur, rasional, empiris, obyektif, dan metodis. Karena mereka menggunakan data penelitian yang diukur dan analisis statistik untuk menemukan dan mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi baru, metode kuantitatif juga dikenal sebagai metode penemuan. Dasar penelitian positivis adalah metode kuantitatif. (Balaka, 2022).

Lokasi

Di Kecamatan Kanigoro terletak lokasi penelitiannya. Ketinggian wilayah Kecamatan Kanigoro adalah 134 meter di atas permukaan laut. Lintang (Kiri) Kecamatan Kanigoro -80 07' 29.5", Bujur (L) 1120 12' 0.9". Kecamatan Kanigoro mempunyai luas wilayah 55,55 km².



Gambar 1. Peta Administrasi Kanigoro

Pengumpulan Data

Data tersebut dibagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder:

a) Data Sekunder

- 1) Data Curah Hujan 10 tahun kebelakang
- 2) Peta topografi, administrasi, tata guna lahan, dan jenis tanah.

b) Data Primer

- 1) Kedalaman muka air tanah
- 2) Kuesioner untuk observasi pendahuluan

Metodologi**a) Pengukuran Kedalaman Muka Air Tanah**

Untuk mengetahui kedalaman airtanah agar biopori yang direncanakan dapat beroperasi dengan baik, dilakukan pengukuran kedalaman airtanah.

b) Analisis Data Curah Hujan Rata-rata

Tujuan analisis ini adalah untuk mengetahui curah hujan rata-rata di wilayah perencanaan (Rahayu, 2019)

c) Uji Konsistensi

Tujuan dari uji konsistensi pada data curah hujan adalah untuk memastikan konsistensi dari data curah hujan dan homogenitas dari curah hujan.

d) Analisis Polygon Thiessen

Polygon Thiessen merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui daerah layanan dari Stasiun Pengamat Hujan (SPH) (Aqsha & Harahap, 2022).

$$R = \frac{RA.AA + RB.AB + RC.AC + \dots + Rn.An}{AA + AB + A\dots + An} \quad (1)$$

Dengan: A = Luas Wilayah
 R = Tinggi Curah Hujan
 RA, RB, ... Rn, ... = Tinggi Curah Hujan di SPH 1, 2, ..., n
 AA, AB, ... An, ... = Luas Daerah Pelayanan 1, 2, ..., n

e) Uji Distribusi Probabilitas

Tujuan dari uji distribusi probabilitas adalah untuk mengetahui apakah metode distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili data yang dianalisis.

f) Analisis Hujan Harian Maksimum

Mengaitkan besarnya kejadian parah dengan frekuensi kejadiannya adalah tujuan dari analisis frekuensi. Metode Gumbel dan Log Pearson II digunakan dalam perhitungan analisis HHM.

$$X = \bar{x} + SK \quad (2)$$

Dimana: $\bar{x}$ = harga rata-rata sampel
 S = standar deviasi sampel

$$\text{Log Rt} = \text{Log R} + K.Sx \quad (3)$$

Dimana: R = Tinggi hujan rata-rata wilayah
 Sx = Standar deviasi
 K = Faktor kekerapan Log Pearson III

g) Metode Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah jumlah curah hujan dalam kaitannya dengan waktu. Hujan mempunyai sifat dasar yaitu intensitasnya meningkat dengan durasi hujan yang lebih singkat dan menurun dengan periode ulang yang lebih lama. Perhitungan intensitas hujan dilakukan dengan teknik Bell, Van Breen, dan Hasper Weduwen (Anonim dalam Melinda, 2007)..

h) Metode Perhitungan Lengkung Intensitas Hujan

Perhitungan lengkung intensitas hujan menggunakan metode Talbot, metode Sherman, dan metode Ishiguro.

i) Koefisien Pengaliran (C)

Rasio limpasan permukaan terhadap curah hujan dikenal sebagai koefisien drainase (C).

$$C_I = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + C_3 A_3 + \dots + C_n A_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \quad (4)$$

Dimana: C = koefisien pengaliran
A = luas daerah tangkapan (m²)

j) Perhitungan Debit Aliran

Berikut merupakan perhitungan debit aliran (Suripin, 2004):

$$Q = 0,0027785 C \cdot I \cdot A \quad (5)$$

Dimana : Q = Runoff (m³ / dtk)
C = Koefisien aliran permukaan
(0 ≤ C ≤ 1) I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
A = Luas DAS (ha)

k) Perencanaan Biopori

Persamaan di bawah ini dapat digunakan untuk menentukan berapa banyak lubang biopori yang dibutuhkan (NUR, 2019):

$$N = \frac{I \times A}{P} \quad (6)$$

Keterangan :

N = Jumlah Lubang Resapan Biopori (LRB)
I = Intensitas Hujan (mm/jam)
A = Luas bidang kedap (m²)
P = Laju peresapan air per lubang (liter/jam)

Untuk menghitung debit volume dari Lubang Resapan Biopori adalah sebagai berikut (NUR, 2019):

$$\text{Volume LRB } V = (1/4 \times \pi \times d^2) \times h \quad (7)$$

Keterangan :

d = diameter lubang resapan biopori (m)
h = kedalaman lubang resapan biopori (m)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Kedalaman Sumur

Langkah-langkah mengukur muka air tanah pada penelitian: Tentukan titik survey, ukur kedalaman muka air sumur gali, ukur tinggi bibir sumur, kurangi kedalaman dengan tinggi bibir. Berikut hasil dari pengukuran kedalaman sumur di Kecamatan Kanigoro:

Hasil Pengukuran:

Minggirsari (1G) = Pengukuran sumur – bibir sumur
= 1614 cm - 80 cm
= 1526 cm = 15,26 m

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kedalaman Muka Air Sumur

No.	Desa/Kelurahan	Kedalaman	
		cm	m
1	Minggirsari	756.6154	8
2	Gogodeso	758.7931	8
3	Karangsono	767.5641	8
4	Satreyan	822.292	8
5	Kanigoro	541.8507	5
6	Tlogo	524.44	5
7	Gaprang	486.6224	5

8	Jatinom	638.3759	6
9	Kuningan	437.9402	4
10	Papungan	391.5	4
11	Bangle	423.7526	4
12	Sawentar	468.5115	5

**Sumber: Perhitungan*

Analisis Hidrologi

Data curah hujan selama sepuluh tahun dari 2014 hingga 2023 adalah yang digunakan. Yang paling dekat dengan Kecamatan Kanigoro terdapat tiga stasiun pengamatan hujan (SPH). Statistik curah hujan adalah sebagai berikut:

Tabel 2 Data Curah Hujan

No.	Tahun	ST. KANIGORO	ST. GARUM	ST. BENDOGERIT
1	2023	112.75	108.75	125.83
2	2022	188.50	260.33	300.50
3	2021	154.42	209.08	204.17
4	2020	152.00	178.75	270.75
5	2019	100.42	131.71	109.42
6	2018	133.67	163.25	132.58
7	2017	149.08	184.17	70.92
8	2016	213.42	252.50	210.25
9	2015	132.17	177.83	111.83
10	2014	106.67	153.08	127.17
JUMLAH		1443.08	1819.46	1663.42
RATA-RATA		144.31	181.95	166.34

**Sumber: Dinas PUPR Kab Blitar*

1.1. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan pada 3 stasiun hujan. Hasil dari analisis uji homogenitas data hujan bahwa ketiga stasiun yang terdekat dari Kecamatan Kanigoro dinyatakan HOMOGEN.

1.2. Uji Distribusi Probabilitas

Dengan menggunakan dua pendekatan, uji distribusi probabilitas. Mereka adalah Kolmogorov-Smirnov dan Chi-Square. Kedua pendekatan pengujian distribusi probabilitas menunjukkan bahwa data hujan yang digunakan sudah sesuai.

1.3. Curah Hujan Harian Maksimum

Berikut hasil perhitungan Curah Hujan Harian Maksimum:

Tabel 3 Hasil Perhitungan Curah Hujan Harian Maksimum

PUH	HHM Gumbel	HHM Log Pearson III
2	175.8022846	154.3136074
5	250.6170573	193.8984113
10	303.0680961	219.6333737
25	370.0770791	251.8305524
50	420.0152455	275.6092528

Penerapan Lubang Resapan Biopori di Kawasan Pemukiman Kecamatan Kanigoro Sebagai

Pengendali Limpasan Air Hujan

Wahyu Niyati Sholikah, Trisno Widodo, Risma Dwi A

100	469.6894903	299.4067601
-----	-------------	-------------

*Sumber: Perhitungan

1.4. Analisis Intensitas Hujan

Pendekatan Van Breen diterapkan dalam perhitungan intensitas hujan melengkung karena memberikan cakupan yang luas untuk PUH 10 tahun dan nilai intensitas hujan yang stabil. Berikut analisis hasil intensitas hujan:

Tabel 3.4 Analisis Intensitas Hujan

DURASI (t) menit	PUH 10 THN		
	BELL	VAN BREEN	HAS-WED
5	211.6225	352.3167	391.3062
10	158.3860	313.6755	276.6666
20	110.4541	279.5803	192.1051
40	73.8150	218.2090	130.1525
60	57.5191	184.1139	101.9927
120	36.9139	115.9235	64.7666
240	23.3056	68.1903	38.8574

*Sumber: Perhitungan



Gambar 2 Grafik Intensitas Hujan

1.5. Pemilihan Rumus Lengkung Intensitas Hujan

Dari tabel perhitungan ΔI untuk PUH 10 tahun di atas, terlihat bahwa nilai rata-rata ΔI dengan Metode Talbot dengan nilai mutlak memiliki nilai ΔI terkecil.

Tabel 4. Pemilihan Rumus Lengkung Intensitas Hujan

No.	t	I Data	I Talbot	Δ Talbot	I Sherman	Δ Sherman	I Ishiguro	Δ Ishiguro
1	5	352.31666	350.13513	2.18153	431.96623	-79.64956	427.74798	-75.43132
2	10	313.67548	322.14515	-8.46967	324.41966	-10.74418	332.64171	-18.96623
3	20	279.58032	277.73982	1.84050	243.64895	35.93137	253.06747	26.51285
4	40	218.20903	217.71814	0.49089	182.98771	35.22132	189.09525	29.11378
5	60	184.11387	179.02869	5.08518	154.76977	29.34410	158.37515	25.73872

6	120	115.92355	116.77462	-0.85108	116.23677	-0.31322	115.88063	0.04292
7	240	68.19032	68.87470	-0.68438	87.29732	-19.10699	84.00461	-15.81429
Jumlah				-0.40702		-9.31717		-28.80358
Rata-Rata Nilai Mutlak				-0.05815		-1.33102		-4.11480
				0.05815		1.33102		4.11480

*Sumber: Perhitungan

1.6. Perhitungan Debit Aliran

Nilai koefisien aliran (C), Intensitas hujan maksimum (I), dan luas daerah pengaliran (A) sangat mempengaruhi perhitungan debit aliran. Berikut merupakan hasil perhitungan dari debit aliran:

Tabel 5 Hasil Perhitungan Debit Aliran

NO.	LOKASI	DESA	C	I	A	Q
1	KEC. KANIGORO	SAWENTAR	0.398016518	266.6926473	342.14	100.9638504
2		SATREYAN	0.364740202	269.8991317	226.44	61.97140425
3		KANIGORO	0.369512682	287.1948011	131.66	38.84102312
4		TLOGO	0.375142284	286.0213303	156.21	46.59526184
5		GAPRANG	0.378566883	284.2040944	93.58	27.990692
6		KARANGSONO	0.370601997	275.7349982	165.12	46.90813862
7		GOGODESO	0.367668268	280.2262661	136.03	38.96241474
8		JATINOM	0.415623966	283.5340316	110.11	36.07367308
9		MINGGIRSARI	0.411976415	278.3888641	87.41	27.87015841
10		KUNINGAN	0.391764971	290.1842569	63.15	19.95829152
11		BANGLE	0.378590554	269.9213847	199.27	56.61119124
12		PAPUNGAN	0.378013582	274.6243019	156.25	45.09322855
JUMLAH			4.600218321	3346.626109	1867.386581	79921.69164

*Sumber: Perhitungan

1.7. Perencanaan Biopori

Biopori memiliki diameter berkisar antara 10 – 15 cm dengan kedalaman 80 cm. Faktor yang mempengaruhi dalam penentuan jumlah biopori adalah Intensitas hujan, luas wilayah bidang kedap, dan nilai permeabilitas tanah. Berikut merupakan hasil dari perhitungan jumlah biopori perdesa di Kecamatan Kanigoro:

Tabel 6 Hasil Perhitungan Jumlah Biopori

NO.	LOKASI	DESA	I (cm/jam)	k (cm/jam)	L (rata2 luas lahan rumah penduduk (m2))	n
1	KEC. KANIGORO	Sawentar	10.615	1087.2	83	1
2		Satreyan	9.844	1245.6	104	1
3		Kanigoro	10.612	1245.6	125	1
4		Tlogo	10.730	1245.6	104	1
5		Gaprang	10.759	1245.6	96	1
6		Karangsono	10.219	1245.6	187	2
7		Gogodeso	10.303	1245.6	106	1

Penerapan Lubang Resapan Biopori di Kawasan Pemukiman Kecamatan Kanigoro Sebagai Pengendali Limpasan Air Hujan
 Wahyu Niyati Sholikah, Trisno Widodo, Risma Dwi A

8	Jatinom	11.784	1245.6	94	1
9	Minggirsari	11.469	1245.6	171	2
10	Kuningan	11.368	1245.6	93	1
11	Bangle	10.219	1245.6	117	1
12	Papungan	10.381	1245.6	135	1

*Sumber: Perhitungan

Tabel 7 menunjukkan hasil perhitungan jumlah biopori perdesa:

NO.	LOKASI	DESA	Luas Lahan Pemukiman (m ²)	rata-rata luas lahan rumah penduduk (m ²)	Jumlah biopori per rata-rata luas lahan rumah penduduk	Jumlah total biopori perdesa
1	KEC. KANIGORO	Sawentar	3421440.327	83	1	33405
2		Satreyan	2264443.136	104	1	17896
3		Kanigoro	1316557.839	125	1	11217
4		Tlogo	1562077.297	104	1	13456
5		Gaprang	935827.6877	96	1	8083
6		Karangsono	1651215.497	187	2	13546
7		Gogodeso	1360304.327	106	1	11252
8		Jatinom	1101133.039	94	1	10418
9		Minggirsari	874118.735	171	2	8049
10		Kuningan	631508.3788	93	1	5764
11		Bangle	1992739.047	117	1	16349
12		Papungan	1562500.498	135	1	13022

Tabel 8 menunjukkan perhitungan efektivitas biopori terhadap volume limpasan:

Tabel 8 Efektivitas Biopori

No.	Desa/Kelurahan	Luas Wilayah Pemukiman (m ²)	Jumlah LRB	Q (m ³ /s)	D (m)	h (m)	V LRB (1 LRB)	V Total LRB (m ³)	Volume limpasan (m ³)	Efektivitas LRB (%)
1	Sawentar	83.08	33405	100.96	0.1	0.80	0.006	209.78	363469.86	0.058
2	Satreyan	103.80	17896	61.97	0.1	0.80	0.006	112.39	223097.06	0.050
3	Kanigoro	124.60	11217	38.84	0.1	0.80	0.006	70.44	139827.68	0.050
4	Tlogo	103.80	13456	46.60	0.1	0.80	0.006	84.50	167742.94	0.050
5	Gaprang	96.27	8083	27.99	0.1	0.80	0.006	50.76	100766.49	0.050
6	Karangsono	187.00	13546	46.91	0.1	0.80	0.006	85.07	168869.30	0.050
7	Gogodeso	106.00	11252	38.96	0.1	0.80	0.006	70.66	140264.69	0.050
8	Jatinom	94.00	10418	36.07	0.1	0.80	0.006	65.42	129865.22	0.050
9	Minggirsari	170.91	8049	27.87	0.1	0.80	0.006	50.54	100332.57	0.050
10	Kuningan	93.00	5764	19.96	0.1	0.80	0.006	36.20	71849.85	0.050
11	Bangle	117.00	16349	56.61	0.1	0.80	0.006	102.67	203800.29	0.050
12	Papungan	135.00	13022	45.09	0.1	0.80	0.006	81.78	162335.62	0.050
	Jumlah		162457	547.839	1.200	9.600	0.075	1020.227	1972221.580	0.612

*Sumber: Perhitungan

KESIMPULAN

Pada perhitungan debit menunjukkan bahwa daerah yang memiliki debit aliran paling tinggi adalah Desa Sawentar yaitu sebesar 100,96 m³/s. Besar kecilnya debit aliran dipengaruhi oleh luas wilayah, intensitas hujan wilayah, dan koefisien limpasan wilayah tersebut. Desa Sawentar merupakan daerah yang memiliki luas wilayah paling besar diantara desa lainnya di Kecamatan Kanigoro. Daerah yang memiliki debit limpasan terkecil adalah Desa Kuningan yaitu sebesar 19,95 m³/s, hal tersebut disebabkan oleh faktor luas wilayah desa kuningan yang memang memiliki luas terkecil diantara Desa lainnya. Wilayah yang memiliki jumlah biopori terbanyak di Kecamatan Kanigoro adalah wilayah Desa Sawentar yaitu 33.405 buah biopori. Banyak sedikitnya jumlah biopori dipengaruhi oleh faktor luas wilayah pemukiman di wilayah tersebut dan juga jenis tanah dari wilayah tersebut. Desa Sawentar merupakan daerah tertinggi yang mampu menampung volume limpasan berdasarkan jumlah biopori yaitu sebesar 209,78 m³.

SARAN

Perlu adanya pemeliharaan biopori secara berkala untuk menjaga keefektifitasannya. Seperti dilakukan pembersihan lubang, dilakukan penggalian jika terdapat tanah yang ikut masuk ke dalam biopori, dan lain-lain. Melakukan sosialisasi dan melibatkan masyarakat di wilayah perencanaan untuk meningkatkan kesadaran dan partisipasi masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Astriani, N. (2020). PENGARUH ALIRAN HUKUM ALAM DALAM PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR DI INDONESIA. *Jurnal Poros Hukum Padjajaran*, 2(1), 1–19. <https://doi.org/10.23920/jphp>
- [2]. Aqsha, S., & Harahap, D. S. (2022). Evaluasi Sistem Drainase Dikawasan Pemukiman Penduduk Di jalan Air Bersih, Keluaran Sudirejo 1, Kecamatan Medan Kota. *Jurnal Teknik Sipil(JTSIP)*, 1(1), 73–77.
- [3]. Diyanti, D., Yayuk Supomo, F., Mandasari, F., Ellysa, Asnur Pranata, A., Handayani, T., & Wulan, A. (2023). Pengelolaan Pengelolaan dan Preservasi Drainase Jalan Berkelanjutan Berbasis Komunitas. *Jurnal JANATA*, 2(2), 44–53. <https://doi.org/10.35814/janata.v2i2.4347>
- [4]. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2014). Peraturan Menteri PU RI No12/PRT/M/ 2014. *Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*, 1–18.
- [5]. Rahayu, A. (2019). Bab iii landasan teori 3.1. *Http://E-Journal.Uajy.Ac.Id/7244/4/3TF03686.Pdf*, 2010, 15–48. <http://e-journal.uajy.ac.id/7244/4/3TF03686.pdf>
- [6]. NUR, S. A. (2019). *Analisis Perbedaan Kedalaman Lubang Biopori Terhadap Laju Resapan (Infiltrasi) Pada Peneliti Terdahulu Dan Di Sdn 03 Madiun Lor*
- [7]. Indah Nurhayati, Setyo Purwoto, & Pungut. (2021). Perencanaan Lubang Resapan Biopori Guna Menanggulangi Genangan Air Hujan Di Desa Bohar Kecamatan Taman Sidoarjo. *Ekobis Abdimas : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 52–60. <https://doi.org/10.36456/ekobisabdimas.2.1.3904>
- [8]. Sukma, U. (2021). Analisis Sistem Lubang Resapan Biopori Untuk Mengatasi Banjir Di Daerah Kwal Bekala , Medan Johor , Kota Medan. *Jurnal Teknik Sipil*, 12, 1232–1238.
- [9]. Indah Nurhayati, Setyo Purwoto, & Pungut. (2021). Perencanaan Lubang Resapan Biopori Guna Menanggulangi Genangan Air Hujan Di Desa Bohar Kecamatan Taman Sidoarjo. *Ekobis Abdimas : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 52–60. <https://doi.org/10.36456/ekobisabdimas.2.1.3904>
- [10]. Fardila, D., Setiya Utami, S. T., & Tasyah, A. Y. (2022). Tinjauan Kinerja Inlet Jalan Untuk Mengurangi Genangan Akibat Limpasan Hujan. *Teknika*, 17(1), 1. <https://doi.org/10.26623/teknika.v17i1.3127>