

ANALISIS DEBIT LIMPASAN DI SUB DAS TAMAN SEPINGGAN BARU, KOTA BALIKPAPAN

Jurnal Pengembangan Kota (xxxx)

Volume x No. x (x-xx)

Tersedia online di:

<http://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jpk>DOI: <http://dx.doi.org/10.14710/jpk.x.x.xxx-xxx>**Yuli Susanti¹, Achmad Ghozali²,**¹*Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Kalimantan*²*Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Kalimantan**Jl. Soekarno Hatta Km. 15, Karang Joang, Balikpapan, Kalimantan Timur*

Abstrak

Peningkatan curah hujan 29,0 mm dari 2009-2018 mengakibatkan terjadinya bencana banjir di Kota Balikpapan. Salah satu daerah yang terdampak banjir dengan kondisi jumlah rumah yang terendam terbesar sebesar 265 rumah pada kawasan permukiman pada Kelurahan Sepinggan, tepatnya Sub DAS Taman Sepinggan Baru. Upaya yang dilakukan pemerintah dalam mengatasi permasalahan tersebut dengan pembangunan bangunan pengendali banjir, pemeliharaan, normalisasi, dan pembangunan saluran drainase, namun belum mampu mengatasi permasalahan banjir yang terjadi. Sehingga perlu adanya pengendalian banjir dengan penerapan biopori dan sumur resapan. Dalam hal ini, dilakukan penelitian analisis debit limpasan di Sub DAS Taman Sepinggan Baru dengan menggunakan metode analisis limpasan dan kapasitas saluran drainase eksisting, ditemukan bahwa curah hujan di lokasi penelitian dengan periode ulang 10 tahun adalah sebesar 177,18 mm dan memiliki debit hidrologi bervariasi 1,571-24,063 m³/s, serta kapasitas saluran drainase eksisting tidak mampu menampung debit tersebut dan mengalami limpasan yang bervariasi antara 1,436-23,223 m³/s di setiap segmen saluran.

Kata Kunci: Banjir; DAS; Lokasi

Abstract

In Balikpapan City, a 29.0 mm increase in rainfall from 2009 to 2018 resulted in a flood calamity. 265 dwellings in a residential neighborhood in the Sepinggan Urban Village, to be specific The Taman Sepinggan Baru Sub-Watershed, are one of the locations hit by flooding with the biggest number of houses inundated. The government's efforts to solve these problems through the construction of flood control buildings, maintenance, normalization, and drainage channel construction have not been successful in resolving the flooding issues that have arisen. As a result, flood management is required through the use of biopori and infiltration wells. In this case, using the runoff analysis method and the capacity of the existing drainage channel, a study of runoff discharge in the Taman Sepinggan Baru sub-watershed was conducted. It was discovered that the analysis of rainfall at the study site with a return period of 10 years was 177.18 mm and had a hydrological discharge varying of 1.571 to 24,063 m³/s, and the present canal's capacity is insufficient to handle the discharge, resulting in runoff ranging from 1,436 to 23,223 m³/s in each channel segment.

Keyword: Flood; Watershed; Location

Citation: Susanti, Ghozali. 2021. Analisis Lokasi Biopori di Sub DAS Taman Sepinggan Baru. Jurnal Pengembangan Kota. Vol (xx): xx-xx. DOI: 10.14710/jpk.x.x.xxx-xxx

1. PENDAHULUAN

Kondisi wilayah dan topografi Kota Balikpapan memiliki risiko terjadinya bencana banjir (Banjarnahor *et al*, 2020). Penyebab lain diantaranya peningkatan 29,4 mm curah hujan dalam waktu sepuluh (10) tahun terakhir 2009-2018, penurunan kemampuan drainase dalam menampung debit dan perkembangan penduduk di Kota Balikpapan mencapai 2,61% dengan kepadatan penduduk 1.325/km² (Bappeda Litbang Kota Balikpapan, 2019). Sebesar 1,66% perkembangan penduduk disebabkan karena migrasi penduduk. Aktivitas pertumbuhan ini diikuti dengan pengembangan kawasan permukiman yang mengakibatkan terjadinya perubahan lahan akan permukiman. Hasil pengamatan tahun 2003-2020 perubahan lahan terjadi di Kecamatan Balikpapan Selatan yang merupakan bagian dari Sub DAS Taman Sepinggian Baru, merupakan daerah yang sangat tinggi tingkat kelas rumah yang terendam dan tingkat kelas sangat tinggi perkiraan kerugian (UPT. Pemadam Kebakaran Kota Balikpapan, 2019).

Apabila kebutuhan lahan untuk permukiman mengalami peningkatan, maka mempengaruhi kemampuan daya infiltrasi tanah dalam menyerap air yang berdampak terjadinya peningkatan banjir. Mengacu pada RTRW Kota Balikpapan Tahun 2012-2032 ditetapkan bahwa pengembangan kawasan permukiman salah satunya berada di Kecamatan Balikpapan Selatan, termasuk kawasan Sub DAS Taman Sepinggian Baru. Perlu penanganan khusus pada kawasan tersebut, mengingat bahwa kawasan tersebut merupakan daerah yang memiliki riwayat banjir serta merupakan daerah pengembangan kawasan permukiman. Sehingga diperlukan pengendalian banjir yang sesuai dengan karakteristik kawasan.

Beberapa upaya yang telah dilakukan Pemerintah Kota Balikpapan dalam mengatasi banjir yaitu

dengan pembangunan bangunan kolam tampung atau disebut dengan bangunan pengendali banjir (bendali), pembangunan, peningkatan, dan perbaikan drainase, namun belum mampu mengatasi permasalahan tersebut.

Apabila hal ini tidak dikendalikan dapat menimbulkan berbagai ancaman yang mengganggu aktivitas masyarakat, timbulnya kerusakan secara fisik, hilangnya anggota keluarga, munculnya PTSD (*Post Traumatic Stres*) pasca bencana. Dalam hal ini, perlu dilakukan penelitian terkait debit limpasan di Sub DAS Taman Sepinggian Baru, agar permasalahan tersebut dapat ditangani. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dilakukan penelitian terkait analisis debit limpasan di Sub DAS Taman Sepinggian Baru. Sasaran yang dilakukan untuk mencapai tujuan tersebut terbagi menjadi 2 (dua), yaitu melakukan analisis limpasan permukaan untuk mengetahui debit hidrologi dengan menggunakan metode analisis limpasan serta analisis kapasitas saluran drainase eksisting untuk mengetahui debit hidrolika menggunakan metode analisis kapasitas saluran drainase eksisting. Hasil dari penelitian ini dapat diketahui besarnya debit yang terlimpas di Sub DAS Taman Sepinggian Baru, Kota Balikpapan.

2. METODE PENELITIAN

Pada metode pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi terkait lokasi studi. metode yang digunakan terbagi menjadi 2 (dua), yaitu pengumpulan data primer dan sekunder. Pengumpulan data primer berupa informasi mengenai kapasitas saluran di beberapa titik dan gambaran kondisi berupa foto kondisi eksisting saluran drainase, serta pengumpulan data sekunder berupa tinjauan literatur dan survei instansi.

Metode analisis data yang digunakan dengan 2 (dua) analisis, yaitu analisis limpasan untuk mengetahui debit hidrologi dengan menggunakan metode analisis limpasan serta analisis kapasitas saluran drainase eksisting untuk mengetahui debit hidrolika.

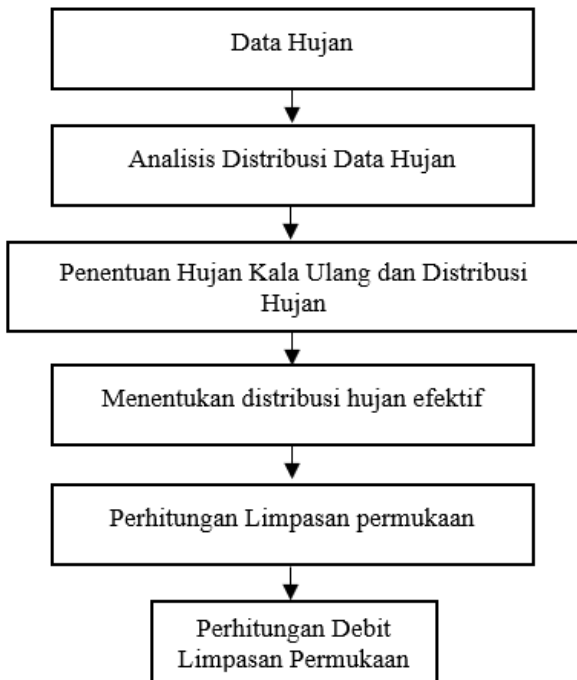
ISSN 2337-7062 © 2015

This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>). – lihat halaman depan © 2015

*Korespondensi penulis: 08171081@student.itk.ac.id dan 085651088245

Diterima day month year, disetujui day month year

Adapun dalam melakukan analisis limpasan permukaan untuk mengetahui volume limpasan dan debit hidrologi di wilayah studi dilakukan melalui respon hidrologi pada Sub DAS.



Gambar 2. 1 Proses Analisis Limpasan Permukaan

Kemudian, pada analisis kapasitas saluran drainase eksisting dilakukan untuk mengetahui kapasitas kemampuan saluran drainase yang mampu ditampung oleh saluran, sehingga dari hasil perhitungan debit hidrologi yang dapat ditampung kemudian dibandingkan dengan debit hidrologi yang terdapat di wilayah penelitian untuk mengetahui debit limpasan yang terjadi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Limpasan Permukaan untuk Mengetahui Debit Hidrologi

Langkah yang dilakukan setelah analisis frekuensi curah hujan rencana menentukan periode ulang rencana maka perlu melakukan uji parameter statistic untuk menentukan jenis distribusi hujan dengan menggunakan persamaan nilai rata-rata (\bar{x}), standar deviasi (s), koefisien variasi (Cv), koefisien kemiringan/skewness (Cs) dan koefisien ketajaman/kurtosis (Ck).

3.1.1 Uji Parameter Statistik

Data curah hujan yang diperoleh di wilayah studi dengan kurun waktu 15 tahun terakhir berbeda-beda setiap tahunnya. Sehingga, dilakukan perhitungan rata-rata curah hujan untuk diketahui dalam kurun waktu 15 tahun terakhir rata-rata curah hujan.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{2031,60}{15} = 135,44 \text{ mm}$$

Untuk mengetahui standar deviasi dalam uji parameter statistik dengan data curah hujan.

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{3580,83}{15 - 1}} = 32,61 \text{ mm}$$

Dalam uji parameter statistik koefisien variansi digunakan sebagai dalam pengamatan variasi data atau sebaran data dari rata-rata nilai hitungnya.

$$Cv = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{32,61}{135,44} = 0,24 \text{ mm}$$

Hasil perhitungan koefisien variasi (Cv) yang dilakukan dengan membagi antara nilai standar deviasi curah hujan dengan nilai rata-rata curah hujan adalah 0,24 mm.

Untuk mengetahui seberapa besar kurva frekuensi dari suatu data disistribusi tidak simetri maka dilakukan perhitungan sebagai berikut.

$$Cs = \frac{n \sum(x - \bar{x})^3}{(n - 1)(n - 2)S^3} = \frac{14889,66}{(14)(13)32,61^3} = -0,04 \text{ mm}$$

Hasil Cs menunjukkan bahwa kurva distribusi dari data curah hujan kurun waktu 15 tahun memiliki kurva distribusi yang tidak simetri, melainkan bentuk kurva distribusi yang bentuknya menceng ke kiri karena nilai Cs kurang dari nol.

Untuk menentukan keruncingan kurva distribusi dari curah hujan yang berada di wilayah studi, dilakukan perhitungan sebagai berikut.

$$Ck = \frac{n^2 \sum(x - \bar{x})^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)S^4} = \frac{12822311,98}{(14)(13)(12)32,61^4} = 3,21 \text{ mm}$$

Secara teoritis apabila nilai $CK > 3$ disebut dengan distribusi yang leptokurtis (punyaknya sangat

runcing) hal ini menunjukkan bahwa berdasarkan data curah hujan kurun waktu 15 tahun terakhir keruncingan kurva distribusi memiliki puncak yang sangat runcing.

Adapun jenis distribusi teoritis adalah distribusi normal dan distribusi Log Person Tipe III.

Tabel 1. 1 Parameter Penentuan Jenis Distribusi

Distribusi Teoritis	Parameter Statistik Teoritis	Hasil Analisis	Keterangan
Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$	$C_v = 0,24$ $C_s = -0,04$ $C_k = 3,21$	$C_s =$ Memenuhi $C_k =$ Memenuhi
Log Normal	$C_s \approx 3C_v$ $C_k = 5,383$		Tidak Memenuhi
Gumbel	$C_s \leq 1,396$ $C_k \leq 5,4002$		Tidak Memenuhi
Log Person Tipe III	Selain nilai diatas (fleksibel)		Memenuhi

3.1.2 Uji Kesesuaian Distribusi Probabilitas

Melakukan uji kesesuaian distribusi probabilitas menggunakan metode Chi-Kuadrat dan metode Smirnov-Kolmogorov dengan tujuan agar dapat menentukan kecocokan distribusi frekuensi dari data sampel dapat mewakili oleh distribusi yang dipilih apakah memenuhi parameter pengujian atau tidak. Adapun penggunaan data pengamatan yang digunakan adalah jumlah kelas 5 sub bagian dengan interval peluang (P) = 0,2.

Tabel 1. 2 Sub Kelas Interval 5 Kelas

Sub-Kelas	Interval
1	$P \leq 0,2$
2	$0,2 \leq P \leq 0,4$
3	$0,4 \leq P \leq 0,6$
4	$0,6 \leq P \leq 0,8$
5	$P \geq 0,8$

Untuk uji chi-kuadrat distribusi normal sebagai berikut.

Tabel 1. 3 Uji Chi Kuadrat Distribusi Normal

Nilai Batas Sub Kelas		Jumlah Data		(O _i -E _i) ²	(O _i -E _i) ² /E _i
x		O _i	E _i		
x	<	108,05	3	3	0
108,05	< x <	127,29	3	3	0
127,29	< x <	143,59	2	3	1
143,59	< x <	162,83	4	3	1
x	>	162,83	3	3	0
Jumlah			15	15	Xh ²
					0,67

Pada uji chi-kuadrat distribusi normal didapatkan nilai $Xh^2 = 0,67$, dengan derajat kebebasan (dk) = 2 (α) = 5%. Untuk mengetahui nilai kritis untuk uji keselarasan chi-kuadrat dilihat tabel 3.10 adalah $X^2 = 5,991$. Dapat ditarik kesimpulan $Xh^2 < X^2$ sama dengan $0,67 < 5,991$, karena nilai Xh^2 lebih kecil dibandingkan dengan nilai X^2 maka persamaan **Distribusi Normal dapat diterima.**

3.1.3 Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi (tc) merupakan waktu pengaliran air dari titik terjauh pada lahan hingga masuk pada saluran terdekat, sehingga sampai pada titik yang ditinjau (inlet). Variabel utama yang digunakan dalam perhitungan konsentrasi yaitu permukaan lahan, waktu aliran air pada saluran pada masing – masing segmen, perhitungan waktu aliran pada titik yang ditinjau kemudian dijumlahkan dengan waktu aliran air pada saluran yang terdapat dilahan yaitu waktu aliran air pada saluran tersier. Didapatkan hasil perhitungan (tc) yang terdapat di 13 segmen, dari segmen 12 sampai segmen 13 merupakan segmen dengan nilai maksimum dimana waktu pengaliran air dari titik terjauh pada lahan hingga masuk pada saluran terdekat, sehingga sampai pada titik yang ditinjau yaitu titik 13 adalah 69,129 menit/1,152 jam.

3.1.4 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan dilakukan untuk mengetahui besarnya jumlah curah hujan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu yang terjadi pada kurun waktu air hujan terkonsentrasi. Perhitungan yang digunakan

dengan menggunakan nilai tc pada segmen 13 yaitu :

$$X_{24} / R_{24} = 177,18 \text{ mm}$$

$$T \text{ (digunakan nilai tc)} = 1,152 \text{ jam}$$

$$I = 70,484 \text{ mm/jam}$$

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

$$I = \frac{177,18}{24} \times \left(\frac{24}{1,152}\right)^{2/3}$$

$$I = 33,891 \text{ mm/jam}$$

3.1.4 Koefisien Aliran Permukaan

Koefisien aliran permukaan merupakan hubungan antara puncak terhadap intensitas hujan. Nilai koefisien pengaliran C dapat dihitung dengan persamaan berikut.

Tabel 1. 4 Koefisien Pengaliran

Jenis Tutupan	Luas A (km ²)	Koefisien C	Ci.Ai
Perairan	0,00003	0,15	0,000005
Jalan	0,008	0,95	0,007
Hutan Rakyat	0,051	0,6	0,030
Bangunan	0,014	0,6	0,008
Pasir/Bukit Pasir	0,026	0,15	0,004
Pekarangan	0,018	0,25	0,005
Perkebunan/Kebun	0,003	0,25	0,001
Semak Belukar	0,001	0,25	0,000
Tanah Kosong/Gundul	0,005	0,22	0,001
Tegalan/Ladang	0,075	0,25	0,019
Total	0,200		0,075
	Cgabungan		0,38

Hasil perhitungan nilai koefisien pengaliran yang didominasi oleh kawasan terbangun memiliki nilai 0,38.

3.1.4 Perhitungan Debit Rencana

Untuk mengetahui debit puncak limpasan permukaan dalam penelitian ini digunakan metode rasional dengan mengetahui terlebih dahulu nilai koefisien pengaliran, luas daerah pengaliran, dan intensitas hujan. Perhitungan debit puncak limpasan permukaan dilakukan berdasarkan masing-masing segmen. Dengan persamaan

sebagai berikut didapatkan hasil perhitungan pada tabel

$$Q = 0.278 \times C \times I \times A$$

Tabel 1. 5 Debit Hidrologi

Segmen	R24 mm	α	C	Tc jam	I mm/jam	A km ²	Q m ³ /s
1	177,18	0,278	0,375	0,814	70,484	0,200	1,471
2	177,18	0,278	0,362	0,823	69,963	0,405	2,852
3	177,18	0,278	0,358	0,911	65,352	0,500	3,257
4	177,18	0,278	0,723	0,975	62,451	1,500	18,831
5	177,18	0,278	0,684	1,027	60,327	1,657	19,001
6	177,18	0,278	0,644	1,029	60,272	1,866	20,138
7	177,18	0,278	0,612	1,044	59,701	2,071	21,046
8	177,18	0,278	0,612	1,046	59,596	2,087	21,142
9	177,18	0,278	0,592	1,055	59,271	2,355	22,976
10	177,18	0,278	0,590	1,112	57,235	2,385	22,406
11	177,18	0,278	0,576	1,122	56,900	2,586	23,551
12	177,18	0,278	0,571	1,146	56,093	2,688	23,931
13	177,18	0,278	0,570	1,152	55,891	2,719	24,063

3.2 Analisis Limpasan Permukaan untuk Mengetahui Debit Hidrologi

Mengetahui kapasitas debit banjir pada saluran eksisting dilakukan dengan terlebih dahulu mengumpulkan data melalui survei primer untuk mengetahui panjang saluran dari hulu ke hilir (m), kemiringan saluran, konstruksi saluran untuk mengetahui koefisien Manning (n), lebar atas (m), lebar bawah (m), tinggi (m). Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (3.13)$$

$$Q = V \cdot A \quad (3.14)$$

Adapun hasil perhitungan diperoleh nilai debit hidrologi di Sub DAS Taman Sepinggian Baru yaitu bervariasi antara 0,023-1,560 m³/s.

Hasil analisis dari sasaran 1 dan sasaran 2 dapat diketahui besarnya debit limpasan yang terjadi pada masing-masing segmen yang terdapat di Sub DAS Taman Sepinggian Baru. Adapun hasil perhitungan debit limpasan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. 6 Perhitungan Debit Limpasan

Segmen	Qhidrolog i	Qhidrolik a	Ketera n	QBANJI r
n	m ³ /s	m ³ /s		m ³ /s
1	1,471	0,036	Meluap	1,436
2	2,852	0,778	Meluap	2,074
3	3,257	0,044	Meluap	3,213
4	18,831	0,023	Meluap	18,808
5	19,001	0,790	Meluap	18,211
6	20,138	1,560	Meluap	18,578
7	21,046	0,676	Meluap	20,370
8	21,142	1,146	Meluap	19,996
9	22,976	0,489	Meluap	22,487
10	22,406	0,353	Meluap	22,053
11	23,551	0,320	Meluap	23,232
12	23,931	0,536	Meluap	23,395
13	24,063	0,839	Meluap	23,223

Berdasarkan tabel 1.6 Diketahui besarnya nilai debit yang mengalami limpasan pada segmen 1-13 dengan variasi antara 1,436 hingga 23,223 m³/s.

Hasil perhitungan analisis limpasan yang terjadi di Sub DAS Taman Sepinggian Baru dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai acuan dalam merumuskan pengendalian limpasan yang terjadi.

4 KESIMPULAN

Adapun kesimpulan pada penelitian ini adalah :

1. Sub DAS Taman Sepinggian Baru memiliki karakteristik curah hujan periode ulang 10 tahun dengan distribusi normal 177,18 mm, dengan waktu pengaliran air dari titik terjauh pada lahan hingga masuk pada saluran terdekat, sehingga sampai pada titik di segmen 13 yaitu 1,152 jam diketahui debit hidrologi bervariasi di masing-masing segmen antara 1,471 m³/s, 2,852 m³/s, 3,257 m³/s, 18,831 m³/s, 19 m³/s, 20,138 m³/s, 21,046 m³/s, 21,142 m³/s, 22,976 m³/s, 22,406 m³/s, 23,551 m³/s, 23,931 m³/s, dan 24,063 m³/s.
2. Kapasitas saluran eksisting di Sub DAS Taman Sepinggian Baru tidak mampu menampung debit hidrologi sehingga mengalami limpasan pada masing-masing segmen sebesar 1,436 m³/s, 2,074 m³/s, 3,213 m³/s, 18,211 m³/s, 18,211 m³/s, 18,578 m³/s, 20,370 m³/s, 19,996 m³/s, 22,487 m³/s, 22,053 m³/s, 23,232 m³/s, 23,395 m³/s, dan 23,223 m³/s.

5 DAFTAR PUSTAKA

Jurnal dan Prosiding

- Andana. B. *et al.* 2016. Evaluasi Daya Tampung Sistem Drainase Di Kecamatan Banjarmasin Selatan. *Jurnal Pendidikan Geografi* Volume 3, No.4, Juli 2016.
- Anggraeni *et al.* 2013. *The Effectiveness of Bio-Pore as an Alternative Eco Drainage Technology to Control Flooding in Malang City (Case Study : Metro Sub-Watershed)*. *Journal of Applied Enviromental and Biological Sciences* ISSN: 2090-4216.
- Astanto, Dwi F. 2019. Skenario Pengurangan Debit Hidrologi di Kawasan DAS Klandasan Kecil Dengan Pendekatan Infrastruktur Hijau. *Skripsi*. Balikpapan : Institut Teknologi Kalimantan.
- Banjarnahor Joshua *t al.* 2020. Implementasi Sinergitas Lembaga Pemerintah Untuk Mendukung Budaya Sadar Bencana di Kota Balikpapan. *Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*. Vol. 7 No. 2 Tahun 2020 Hal : 448-481.
- Dwiputri, M. 2017. Identifikasi Debit Limpasan Air Permukaan Kawasan Gedebage Sesudah Perubahan Iklim. *Jurnal Faktor Exacta* 10 (4) : 379-388. P-ISSN: 1979-276X.
- Fajriyah, A.S. & Wardhani, Eka. 2020. Analisis Hidrologi Untuk Penentuan Metode Intensitas Hujan di Wilayah Kecamatan Bogor Barat, Jota Bogor. *Jurnal Serambi Engineering*, Vol. V, No. 2, April 2020. Hal 900-913.
- Gunawan, G. 2017. Analisis Data Hidrologi Sungai Air Bengkulu Menggunakan Metode Statistik. *Jurnal Inersia* April 2017 Vol.9 No.1 ISSN : 2086-9045.
- Ichsan, I & Hulata S.Z. 2018. Analisa Penrapan Resapan Biopori Pada Kawasan Rawan Banjir Di Kecamatan Telaga Biru. *Journal Of Infrastructure & Science Engineering*. Vol. 1 No. 1. P-ISSN : 2615-6962.
- Lubis, H.P Nanda dan Marpaung O.Y. Beny. 2018. Sistem Drainase Di koridor Jaminan Ginting Pancur Batu Sumatera Utara. *Jurnal Arsitektur dan Perkotaan "KORIDOR"* Vol. 09 No.01, Jan 2018.
- Madhatillah & Rusli HAR. 2019. Analisis Debit Air Limpasan Permukaan (Run Off) Akibat Perubahan Tata Guna Lahan DAS Kuranji Dan DAS Batang Arau Kota Padang. *Jurnal Bina Tambang*, Vol. 5, No. 1 ISSN: 2302-3333.
- Nursulistiyani, Adilla Ayuningtiyas. 2020. Perencanaan Sistem Drainase Perumahan Pesona Bukit Batuah Balikpapan. *Skripsi*. Institut Teknologi Kalimantan.

- Nusantara. D.A.D. 2020. Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Pada Catchment Area Sub Sistem Bendul Merisi Kota Surabaya. *Jurnal Universitas Kadiri Riset Teknik Sipil Volume 4 Nomor 1 Tahun 2020*.
- Pandeirot. A. L et al. 2018. Laju Resapan Biopori Pada Beberapa Tipe Tanah. *Jurnal Program Studi Ilmu Kehutanan, Fakultas Pertanian Unsrat Manado*.
- Peraturan Daerah Kota Balikpapan Nomor 12. Tahun 2012 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Balikpapan Tahun 2012-2032.
- Permanasari et al, 2018. Penyelamatan Air Tanah dan Penanggulangan Sampah Melalui Program Biopori dan Komposter di Permukiman Kecil Kelurahan Ciputat dan Ciputat Timur. *Jurnal Pengabdian Masyarakat. Vol 4, No.1, ISSN 2460-9447*.
- Prameswari. D. et al, 2015. Aplikasi Lubang Resapan Biopori Dan Cross Drain Untuk Rehabilitasi Di Jalan Sarad. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam. Vol. 12 No. 2, Agustus 2015: 177-189*.
- Purnamasari. D. F. et al. 2014. Analisa Spasial Limpasan Permukaan Menggunakan Model Hidrologi Di Wilayah Perkotaan. *Jurnal Of Engineering & Sustainable Technolog. Volume 01 No. 01*.
- Rustan, R. F et al. 2020. Kinerja Saluran Drainase Terhadap Genangan Air Pada Bahu Jalan D.I. Panjaitan Menuju Bandara Pesawat Lepo-Lepo. *Jurnal Vol. 22, No. 2, Maret 2020*.
- Safitri R. et al, 2019. Pembuatan Biopori dan Sumur Resapan untuk Mengatasi Kekurangan Air Tanah di Perumahan Villa Mutiara, Tanggerang Selatan. *Jurnal Ilmiah Pengabdian Masyarakat. Vol 5 (1): 39-47 ISSN 2460-8572*.
- Samadikun, P.Budi. 2019. Penerapan Biopori Untuk Meningkatkan Peresapan Air Hujan di Kawasan Perumahan. *Jurnal Presipitasi Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan. Vol 16 No. 3. 2019. 126-132*.
- Sanitya. S. R at al. 2012. Penentuan Lokasi Dan Jumlah Lubang Resapan Biopori Di Kawasan DAS Cikapundung Bagian Tengah. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota, Vol. 13. No. 1*.
- Saputro Indro. Cahyo et al. 2018. Pengaruh Jenis Permukiman Terhadap Besarnya Limpasan. *Jurnal Reviews in Civil Engineering V.02, N.2.P,58-67, September 2018*.
- Saputro, I, C et al, 2018. Pengaruh Jenis Permukaan Terhadap Besarnya Limpasan Air. Vol. 02 No.2 P-ISSN 2614-3100.
- Satriawansyah, T & Setiawan. Doni. 2016. Perencanaan Sumur Resapan dan Lubang Resapan Biopori Sebagai Alternatif Penaggulungan Banjir di MAN 1 Sumbawa Besar. *Jurnal SAINTEK UNSA, Volume1, Nomor 2, September 2016*.
- Satriawansyah, Tri dan Setiawan, Doni. 2016. Perencanaan Sumur dan Resapan Lubang Resapan Biopori Sebagai Alternative Penaggulungan Banjir Di MAN 1 Sumbawa Besar. *Jurnal SAINTEK UNSA, Volume 1, Nomor 2, September 2016*.
- Susilowati & Ilyas Sadad. 2015. Analisa Karakteristik Curah Hujan Di Kota Bandar Lampung. *Jurnal Konstruksia. Volume 7 Nomer 1, Desember 2015*.
- Syahrudin et al, 2019. Grounder Conservation With Hole Infiltration Of Biopore Cube. *The International Conference on Geoscience. IOP Conf. Series: art and Environment Science 279 (2019) 012021*
- Ulfah. M et al. 2016. Pengelolaan LRB Sebagai Upaya Meningkatkan Daya Resap Air Pada Tanah. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Volume 07 Nomor 01 Maret 2016*.
- Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penaggulungan Bencana.
- Victorianto E., et al, 2014. Pengaruh Lubang Resapan Biopori Terhadap Limpasan Permukaan. *ISSN 2354-8630*.
- Yasa. W. I et al, 2019. Model Eksperimental Limpasan Permukaan Pada Perkerasan Paving Block Dengan Penambahan Rumput Antar Paving. *Jurnal PADUKASARA: Vol. 9 No. 1. P-ISSN: 2303-2693*.
- Yulianto et al. 2014. Lubang Resapan Biopori Sebuah Strategi Untuk Memanfaatkan Air Hujan Dalam Menjaga Kelestarian Sumber Air Di Kota Bandar Lampung. *Jurnal Rekayasa, Vol. 18. No.1*.

Website dan Surat Kabar

IDN Times Kaltim. 2020. Bencana Banjir dan Tanah Longsor Menerjang Kota Balikpapan. Diakses pada tanggal 23 Oktober 2020 <https://kaltim.idntimes.com/news/kaltim/mhilmansyah/bencana-banjir-dan-tanah-longsor-menerjang-kota-balikpapan>.

Dokumen Pemerintah

Badan Penanggulangan Bencana dan Pemadam Kebakaran. 2019. Daerah Rawan Banjir di Kota Balikpapan.

Bappeda Litbang Kota Balikpapan. 2020. Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Balikpapan