



## STUDI SISTEM JARINGAN DRAINASE DI RUAS JALAN CIHANJUANG KOTA CIMAHI

Oksy Priamitra Jatnika\*, Odih Supratman

*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan  
Indonesia, Bandung, Indonesia*

\*Corresponding author, email: [oksy@upi.edu](mailto:oksy@upi.edu)

### ABSTRACTS

The drainage system on the Cihanjuang road in Cimahi City experiences flooding problems, especially during the rainy season. Flooding factors are caused by sedimentation, clogged garbage, and rainwater runoff from each settlement that cannot be accommodated. Based on these problems, research was carried out as an effort to overcome the problems that occurred. The method in this research uses a descriptive evaluative method, namely a research method that evaluates conditions objectively/as is. Primary data in this research was obtained by surveying the condition of the drainage channel at the location to determine the dimensions and existing conditions of the channel. Secondary data in this research was obtained via the NASA website in the form of rainfall data for the last 20 years. The rainfall calculation method used in this research is the Log Normal method with a rainfall intensity value of 74.316 mm with a return period of 2 years. This research uses EPA SWMM 5.2.3 computer software as a tool to carry out hydraulic analysis. The research results showed that there were four channel locations with existing drainage channel capacity that could not accommodate water runoff, namely J\_10, J\_17, J\_21, J\_48. So that Low Impact Development (LID) planning is carried out in each water catchment area to reduce water runoff. The results obtained show that the application of LID can overcome flooding problems. Apart from that, cost calculations were also carried out in making the four types of LID used, namely Bioretention-cell, Rain Garden, Permeable Pavement and Rain Barrel.

### ARTICLE INFO

**Article history:**

Submitted/Received: 22 Desember 2023

First Revised: 27 Desember 2023

Accepted: 30 Desember 2023

First Available online: 1 Januari 2024

Publication Date: 01 Januari 2024

**Keywords:**

Drainage, Flood, LID, Rain, Runoff

## 1. PENDAHULUAN

Kota Cimahi merupakan salah satu kota yang terdapat di Provinsi Jawa Barat. Kota Cimahi terletak di sebelah barat Kota Bandung yang memiliki luas sebesar 40,37 km<sup>2</sup> yang terdiri dari 3 kecamatan dan 15 kelurahan. Saluran drainase atau bangunan pengendali banjir merupakan 12 komponen umum fasilitas fisik infrastruktur yang berguna untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting bangunan penunjang jalan. (Agustin, N. K. 2019). Kota Cimahi memiliki sistem jaringan drainase sebagai pengendalian banjir. Pada umumnya banjir disebabkan oleh curah hujan yang tinggi di atas normal, sehingga sistem pengaliran air yang terdiri dari sungai dan anak sungai alamiah serta sistem saluran drainase dan kanal penampung banjir buatan yang ada tidak mampu menampung akumulasi air hujan tersebut sehingga meluap (Prasetyo, R. D., et al. 2019; Nusantara, D. A. D. 2020; Oktavia, M., et al., 2023). Akan tetapi, di beberapa titik lokasi di Kota Cimahi sering terjadi banjir akibat limpasan air yang meluap. Secara topografi, berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Cimahi tahun 2012-2032, Kota Cimahi memiliki kondisi wilayah yang cukup datar dengan 0 – 8 % kemiringan seluas 36,20 Ha, 8 – 15% kemiringan seluas 1,40 Ha, 15 – 25% kemiringan seluas 1,33 Ha, 25 – 40% kemiringan seluas 0,99 Ha, dan >40% kemiringan seluas 0,28 Ha. Hal ini menyebabkan limpasan air hujan mengalir dengan kecepatan rendah.

Hujan merupakan komponen terpenting dalam analisis hidrologi pada perancangan debit untuk menentukan dimensi saluran drainase (Rianto, D. J. 2021). Intensitas hujan merupakan besaran ketinggian hujan yang ditetapkan sebagai dasar perencanaan dalam analisis hidrologi. (Saragih, M. F. B. 2023). Kondisi curah hujan yang tinggi mengakibatkan saluran drainase tidak dapat menampung limpasan air hujan, terutama di beberapa titik ruas jalan Cihanjuang Kota Cimahi. Hal ini berdampak pada meningkatnya debit air yang menyebabkan terjadinya luapan air yang menggenangi di seluruh bagian jalan. Sehingga mengakibatkan kondisi jalan rusak dan berlubang yang menimbulkan kecelakaan dan membuat para pengendara yang melintasi jalan Cihanjuang perlu lebih berhati-hati dalam mengendarai kendaraannya terutama saat kondisi curah hujan yang tinggi.

Drainase merupakan serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan/lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal (Gunawani, A., et al. 2022). Drainase memiliki fungsi yakni mengeringkan bagian permukaan, mengalirkan kelebihan air permukaan, mengendalikan sebagian air permukaan dan meresapkan air permukaan (Pratiwi, D., et al. 2020; Saidah, H., et al. 2021). Drainase yang ada di beberapa ruas jalan Kota Cimahi dalam kondisi yang tidak optimal. Penyebab saluran drainase tidak dapat berfungsi dengan baik, yaitu tidak berfungsinya jaringan saluran drainase akibat kurangnya perhatian terhadap kondisi fisik drainase. Banyak terlihat sampah yang menyumbat di saluran drainase yang mengakibatkan aliran air tidak dapat berjalan

dengan lancar. Sedimentasi yang terendap didasar drainase membuat permukaan drainase meningkat, sehingga dapat menyebabkan air meluap hingga kebagian ruas jalan. Selain itu, luas aliran, bentuk aliran, kemiringan saluran dapat berpengaruh terhadap efektivitas saluran dalam mengalirkan limpasan air. (Reza, M.F., et al. 2019; Jifa, A. N., et al. 2019). Oleh karena itu, perlu dilakukannya penelitian ini untuk menghitung kapasitas drainase dalam menampung debit air, serta melakukan analisis permasalahan beserta solusi yang digunakan dalam menanggulangi permasalahan luapan limpasan air di Jalan Cihanjuang, Kota Cimahi.


## 2. METODE

### 2.1. Metode penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian *deskriptif evaluative*, yaitu metode penelitian yang mengevaluasi kondisi obyektif/apa adanya pada suatu obyek penelitian (Pradana, W. D., et al. 2022). Penelitian ini dilakukan dengan melihat kapasitas saluran drainase eksisting, lalu melakukan analisis terhadap kapasitas saluran drainase dengan menggunakan *software EPA SWMM*. Salah satu pemodelan yang digunakan untuk mengetahui kapasitas saluran drainase adalah program EPA SWMM (*Environmental Protection Agency Storm Water Management Model*). Model ini dapat menganalisa permasalahan kuantitas limpasan daerah perkotaan. EPA SWMM dapat mengetahui kuantitas yang dihasilkan dalam setiap sub DAS, debit air, kedalaman aliran (Fransiska, Y., et al. 2020).

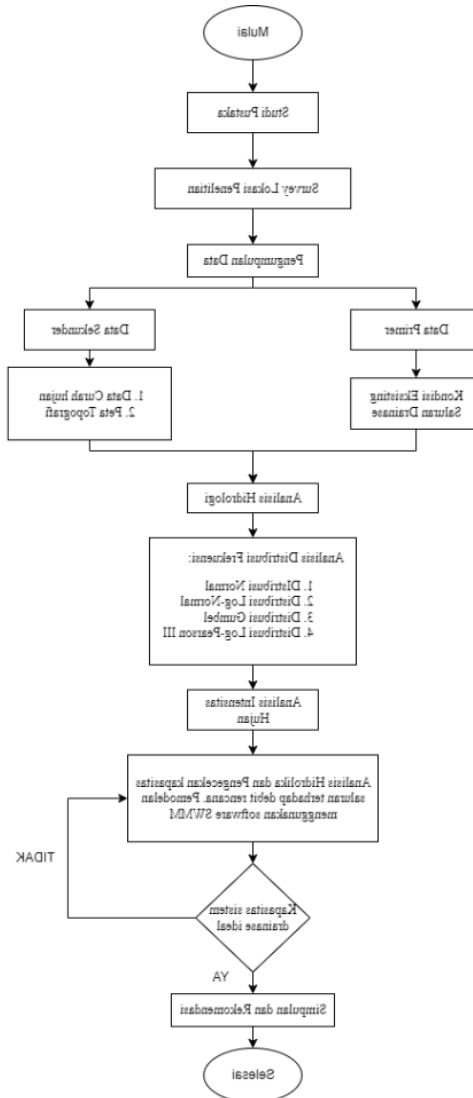
Instrument yang digunakan adalah formulir observasi untuk mendata kondisi saluran drainase yang terdiri dari ukuran kedalaman, lebar, elevasi, posisi drainase, dokumentasi kondisi fisik saluran, dan keterangan sebagai deskripsi dari kondisi saluran drainase. Berikut contoh hasil formulir observasi yang dilakukan pada lokasi penelitian:

Tabel 1. Formulir Hasil Observasi

No	Nama Saluran	Kedalaman (cm)	Lebar (cm)	Elevasi (m)	Posisi	Foto	Keterangan
1	C_1 s/d C_2	80	40	887 s/d 886	Kanan		Hulu  1. Free Flow 2. Terdapat banyak sampah

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

Data yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari dua jenis data, yaitu data primer yang terdiri dari hasil survey berupa pencatatan kondisi eksisting dan dimensi saluran drainase. Selain itu, data sekunder berupa data curah hujan 20 tahun terakhir yang didapat dari website NASA, peta topografi, dan studi Pustaka yang berkaitan dengan analisis sistem drainase. Berikut alur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Survey Pendahuluan

Saluran drainase merupakan suatu sistem yang dibuat untuk mengatasi masalah kelebihan air, baik kelebihan air diatas permukaan tanah maupun air dibawah permukaan tanah. Genangan dapat terjadi karena daya tampung saluran tidak mampu menampung air hujan. (Annisa, N., et al. 2021). Pada umumnya saluran drainase jalan terletak di samping kiri dan atau kanan sepanjang jalan (Agustian, D., et al. 2020). Debit banjir eksisting pada saluran drainase harus lebih besar dari debit banjir rancangan, sehingga

kondisi drainase layak dan aman untuk menampung kapasitas air yang masuk (Apriadi, A., et al., 2023).

Drainase yang terdapat di Jalan Cihanjuang Kota Cimahi terbuat dari pasangan batu kali dengan ukuran lebar 40-80 cm dan kedalaman 40-100 cm. Sumber air yang melintasi saluran drainase berasal dari pembuangan air limbah domestik rumah tangga, air hujan, dan limpasan air permukaan. Hulu dari saluran drainase berawal dari ketinggian elevasi 887 mdpl dan bermuara di Sungai Cimahi dengan elevasi 806 mdpl.



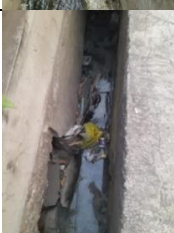


Gambar 2. Titik lokasi terjadinya banjir









Sumber: Hasil Olah Data (2023)








Berdasarkan hasil observasi ditemukan bahwa kondisi fisik saluran drainase pada beberapa titik ditemukan tidak dalam kondisi baik. Di beberapa lokasi saluran drainase dipenuhi oleh tumbuhan liar, sampah yang menyumbat, sedimentasi, serta air yang tergenang.

Tabel 2 . Formulir Hasil Observasi

No	Nama Saluran	Kedalaman (cm)	Lebar (cm)	Elevasi (m)	Posisi	Foto	Keterangan
1	C_1 s/d C_2	80	40	887 s/d 886	Kanan		Hulu  1. Free Flow 2. Terdapat banyak sampah
2	C_3	60	40	885	Kanan		Terdapat banyak sampah dan genangan air
3	C_4 s/d C_8	50	40	884 s/d 879	Kanan		Terdapat sampah dan dinding saluran rusak

DOI:

No	Nama Saluran	Kedalaman (cm)	Lebar (cm)	Elevasi (m)	Posisi	Foto	Keterangan
4	C_9 s/d C_11	40	40	878 s/d 876	Kanan		Terdapat banyak sampah, air tergenang, dan banyak tumbuhan liar
5	C_12 s/d C_15	50	40	876 s/d 871	Kanan		Terdapat sampah yang menyumbat
6	C_16 s/d C_21	40	40	871 s/d 844	Kanan		Terdapat sedimentasi, tumbuhan liar, dan kabel
7	C_22 s/d C_23	50	40	844 s/d 840	Kanan		Terdapat banyak sampah dan sedikit tumbuhan liar
8	C_24 s/d C_25	50	40	886 s/d 885	Kiri		Hulu, Terdapat banyak sampah
9	C_26	40	40	884	Kiri		Terdapat sedikit tumbuhan liar
10	C_27 s/d C_28	50	40	883 s/d 879	Kiri		Terdapat banyak sampah
11	C_29 s/d C_38	40	40	879 s/d 864	Kiri		Saluran dipenuhi sampah

No	Nama Saluran	Kedalaman (cm)	Lebar (cm)	Elevasi (m)	Posisi	Foto	Keterangan
12	C_39 s/d C_45	50	40	864 s/d 854	Kiri		Dinding saluran rusak
13	C_46	40	40	846	Kiri		Terdapat banyak sampah dan tumbuhan liar
14	C_47	50	40	846	Kiri		Terdapat sampah yang menyumbat dan genangan air
15	C_48 s/d C_49	40	40	840	Kiri		Saluran dipenuhi dengan sampah
16	C_50	100	80	839	Kiri		Terdapat sedikit sampah
17	C_51	100	80	839	Kiri		Curam
18	Hilir	100	80	808			Hilir menuju anak sungai Cimahi

Sumber: Hasil Observasi (2023)

DOI:

### 3.2. Analisa Hidrologi

Pada penelitian ini dilakukan analisa hidrologi yang bertujuan untuk mengetahui nilai intensitas hujan berdasarkan kala ulang dan metode yang digunakan. Nilai intensitas hujan tersebut selanjutnya akan dimasukkan kedalam simulasi EPA SWMM untuk melakukan analisa hidrolika dari kondisi eksisting saluran. Tahap pertama yang dilakukan dalam Analisa hidrologi ini yaitu melakukan uji konsistensi data berupa pengujian RAPS (*Rescaled Adjust Partial Sums*) dan Uji Inlier-Outlier untuk mengetahui konsistensi dan abnormalitas data. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa terdapat satu data pada tahun 2023 yang mengalami abnormalitas, sehingga data tersebut tidak diikuti sertakan dan diganti dengan data maksimum lainnya pada tahun tersebut, sehingga data dapat digunakan dan tidak menunjukkan keabnormalitasan data.

Selanjutnya, dilakukan analisis frekuensi curah hujan untuk memperkirakan kemungkinan terjadinya suatu peristiwa hidrologi dalam bentuk debit banjir atau curah hujan rencana yang berfungsi sebagai dasar perhitungan perencanaan hidrologi untukantisipasi setiap kemungkinan yang akan terjadi. Dalam analisis ini digunakan beberapa metode, diantaranya: Distribusi normal, Log normal, Log person III, dan Gumbel. Adapun, hasil dari keempat metode tersebut sebagai berikut:

Tabel 3. Rekapitulasi curah hujan rencana

NO	PERIODE ULANG	HUJAN EKSTRIM (mm)			
		Dist. Normal	Log-Normal	Log Person III	Gumbel
1	2	84.47	74.31617183	74.31617183	76.91316003
2	5	127.27	110.202828	110.202828	130.9017135
3	10	149.69	136.0395107	136.0395107	166.6468335
4	20	168.03	158.3658511	158.3658511	200.9344109
5	25	178.73	170.8281664	170.8281664	208.3313696
6	50	188.92	198.221965	198.221965	245.3161628
7	100	203.18	226.9482069	226.9482069	278.5740404
8	200	215.92	257.0916662	257.0916662	311.7105655
9	500	231.20	283.5401761	283.5401761	355.4279184
10	1000	241.90	333.7531823	333.7531823	388.4684578
Standar Deviasi		57.25932	48.67046642	81.05966864	81.05966864

Sumber: Hasil Olah Data (2023)



Berikut merupakan perbandingan antara syarat dari masing-masing metode distribusi dengan hasil perhitungan:

Tabel 4. Perbandingan syarat distribusi dengan hasil perhitungan

Jenis Distribusi	Syarat	Hasil	Keterangan
Normal	$Cs \approx 0$	2.07	Ditolak
	$Ck \approx 3$	6.86	Ditolak
Gumbel	$Cs \approx 1.1396$	2.07	Ditolak
	$Ck \approx 5.4002$	6.86	Ditolak
Log Normal	$Cs \approx 3Cv + Cv^3$	0.32	Diterima
	$Ck \approx Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$	3.19	Diterima
Log Person III	$Cs \approx 3Cv$	0.32	Ditolak

Sumber: Soemarto (1999) dan Hasil Olah Data (2023)

Dari hasil perhitungan dan perbandingan dengan syarat-syarat distribusi, maka jenis distribusi yang paling mendekati adalah distribusi Log Normal. Setelah melakukan analisis frekuensi, selanjutnya dilakukan pengujian kecocokan jenis sebaran yang bertujuan untuk menguji sebaran yang dipilih apakah sesuai dengan sebaran empirisnya. Dalam perhitungan statistik hidrologi, pengujian jenis sebaran dilakukan dengan tiga cara pengujian, yaitu Chi-Kuadrat (*Chi-square test*), Smirnov-Kolmogorov, dan Least Square. Dari hasil perhitungan, didapatkan hasil pengujian sebagai berikut:

Tabel 5. Rekapitulasi Uji Kelarasan

Uji Keselarasan	Metode			
	Normal	Gumbel	Log Pearson III	Log Normal
Uji Statistik	Ditolak	Ditolak	Ditolak	Diterima
Chi Kuadrat	Ditolak	Ditolak	Ditolak	Diterima
Kolmogorov-Smirnov	Diterima	Ditolak	Diterima	Diterima
Least Square Method	31.59	23.95	29.27	27.70

Digunakan Metode Log Normal

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

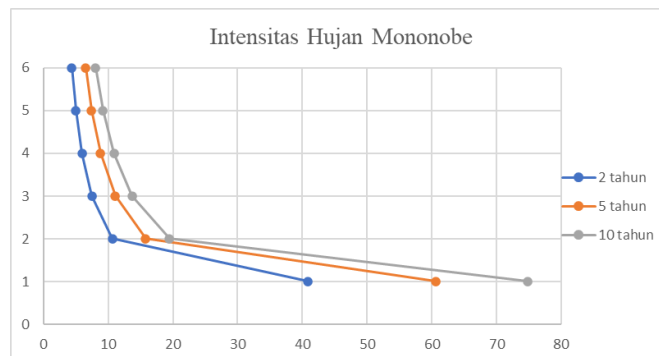
Dari hasil Analisa frekuensi dan uji kecocokan, didapatkan metode log normal sebagai metode yang dapat digunakan dalam penelitian ini. Selanjutnya, dilakukan perhitungan intensitas hujan menggunakan metode hujan rancangan mononobe karena, data yang didapatkan berupa data curah hujan harian (Suripin, 2004 hlm 67). Rumus metode hujan rancangan mononobe (Suripin, 2004):

$$I = \frac{R24}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3} \tag{1}$$

Tabel 6. Perhitungan Intensitas Hujan

Jam ke	Persen (%)	Hujan Rencana pada Periode Ulang (mm)		
		2	5	10
		<b>74.316</b>	<b>110.203</b>	<b>136.040</b>
R1	55.032	40.898	60.647	74.865
R2	14.304	10.630	15.763	19.459
R3	10.034	7.457	11.058	13.650
R4	7.988	5.936	8.803	10.867
R5	6.746	5.013	7.434	9.177
R6	5.896	4.382	6.498	8.021
Jumlah		74.316	110.203	136.040

Sumber: Hasil Olah Data (2023)



Gambar 3. Grafik Perbandingan Intensitas Hujan

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

### 3.3. Pemodelan dengan SWMM

Analisis hidrolika pada penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan pemodelan kondisi eksisting menggunakan program komputer EPA SWMM. Analisis hidrolika dilakukan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi pada sistem jaringan drainase di lokasi penelitian. Berikut merupakan tahapan dan hasil pemodelan kondisi eksisting pada program komputer EPA SWMM:

#### 1. Subcatchment

*Subcatchment* atau yang sering disebut dengan Daerah Tangkapan Air (DTA) merupakan wilayah yang menampung dan mengalirkan air hujan ke sungai ataupun drainase. Dalam membuat subcatchment, perlu mengisi beberapa parameter berikut:

- a) *Area* : merupakan luas dari setiap subcatchment yang merupakan perhitungan otomatis pada EPA SWMM
- b) *Width*: merupakan Lebar subcatchment yang berhadapan dengan saluran
- c) *%Slope* : merupakan persentase kemiringan.pada subcatchment
- d) *%Imperv* : merupakan persentase ruang kedap air pada subcatchment
- e) Nilai n manning untuk daerah kedap dan non kedap (N-Pervious & N-Impervious)

## 2. Junction

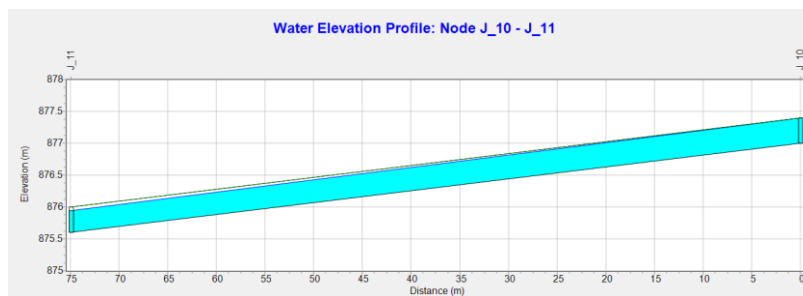
*Junction* merupakan titik-titik persimpangan sistem drainase tempat penghubung-penghubung saling terhubung. Junction dapat berupa pertemuan saluran permukaan alami, lubang got dalam sistem saluran pembuangan, atau sambungan pipa (Lewis & Simon. 2022).

## 3. Conduit

*Conduit* merupakan saluran drainase yang menghubungkan dari tiap-tiap *junction* hingga sampai ke *outfall*. Beberapa parameter yang perlu diketahui adalah dimensi saluran, jenis saluran, dan material saluran untuk menentukan angka kekasaran *manning*.

Dari hasil running simulation diatas, dapat disimpulkan pada lokasi penelitian terjadi limpasan dari masing-masing subcatchment dengan rata-rata 69.14 mm, kecepatan di beberapa saluran melebihi 2 m/s (Permen PU No 12 tahun 2014), dan terdapat empat titik tempat terjadinya luapan air yang mengakibatkan banjir. Empat titik terjadinya luapan air tersebut diantaranya:

### 1. Subcatchment 6

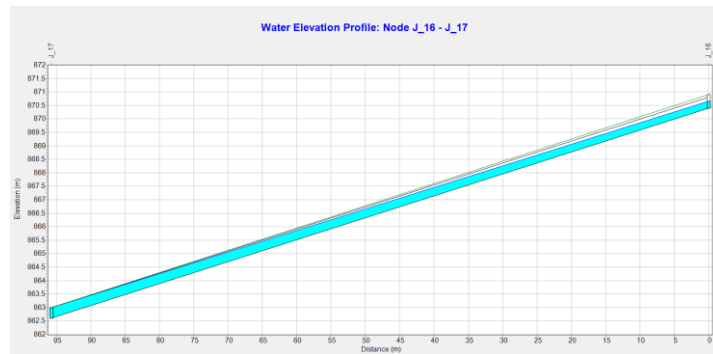


Gambar 4. Pemodelan Subcatchment 6 Saat Banjir

Sumber: Hasil Pemodelan SWMM (2023)

Pada subcatchment 6 terjadi limpasan sebesar 68.81 mm, dengan kecepatan saluran 1.47 m/s, dan total volume banjir sebesar 3 m<sup>3</sup>. Dari gambar diatas, dapat diketahui bahwa air yang mengalir pada saluran C\_10 mengalami luapan yang melebihi ketinggian saluran.

2. Subcatchment 9

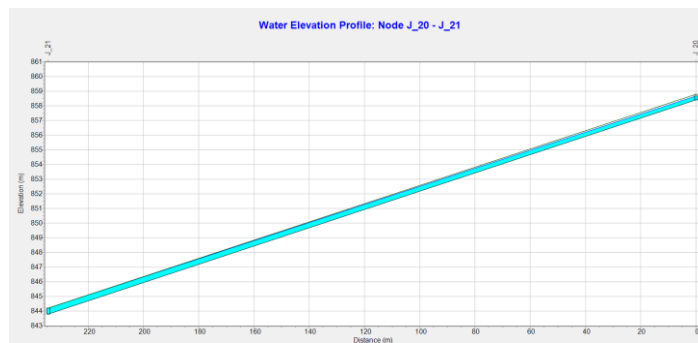


Gambar 5. Pemodelan Subcatchment 9 Saat Banjir

Sumber: Hasil Pemodelan SWMM (2023)

Pada subcatchment 9 terjadi limpasan sebesar 68.57 mm, dengan kecepatan saluran 2,16 m/s, dan total volume banjir sebesar 204 m<sup>3</sup>. Dari gambar diatas, dapat diketahui bahwa air yang mengalir pada saluran C\_16 mengalami luapan yang melebihi ketinggian saluran.

3. Subcatchment 11

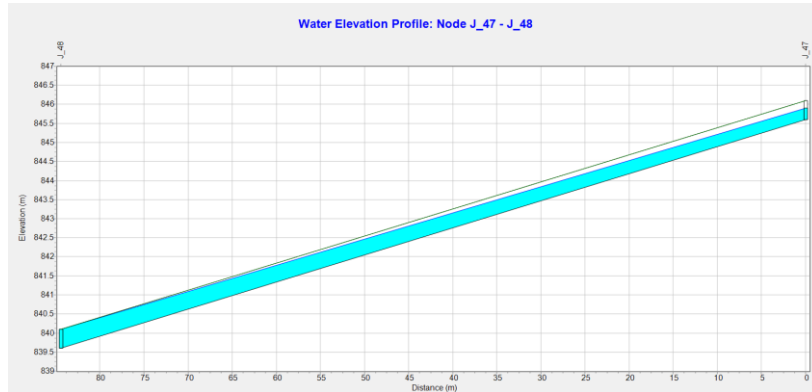


Gambar 6. Pemodelan Subcatchment 11 Saat Banjir

Sumber: Hasil Pemodelan SWMM (2023)

Pada subcatchment 11 terjadi limpasan sebesar 67.83 mm, dengan kecepatan saluran 1.95 m/s, dan total volume banjir sebesar 194 m<sup>3</sup>. Dari gambar diatas, dapat diketahui bahwa air yang mengalir pada saluran C\_20 mengalami luapan yang melebihi ketinggian saluran.

4. Subcatchment 25



Gambar 7. Pemodelan Subcatchment 25 Saat Banjir

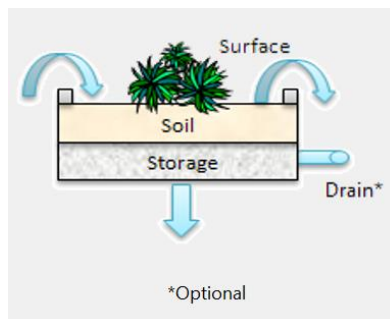
Sumber: Hasil Pemodelan SWMM (2023)

Pada subcatchment 25 terjadi limpasan sebesar 69.2 mm, dengan kecepatan saluran 1.99 m/s, dan total volume banjir sebesar 213 m<sup>3</sup>. Dari gambar diatas, dapat diketahui bahwa air yang mengalir pada saluran C\_47 mengalami luapan yang melebihi ketinggian saluran.

Penelitian ini melakukan pemodelan LID (*Low Impact Development*) sebagai solusi yang dapat digunakan dalam mengurangi limpasan air yang terjadi di Jalan Cihanjuang, Kota Cimahi. Terdapat empat jenis LID yang digunakan pada penelitian ini, yaitu *Bio-retention cell*, *Rain garden*, *Permeable pavement*, dan *Rain Barrel*. Keempat jenis LID ini dipilih, karena memungkinkan untuk diaplikasikan dan lebih terjangkau dari segi harga dalam pembuatannya.

1. *Bio-retention cell*

*Bio-retention cell* atau sel bio retensi merupakan jenis LID yang digunakan untuk memudahkan air dalam berinfiltrasi kedalam tanah, dengan bantuan berbagai vegetasi dan tanah yang memiliki porositas yang besar, serta batu kerikil dibagian lapisan bawahnya sebagai penyimpanan atau tempat yang meloloskan air.



Gambar 8. *Bio-retention cell*

Sumber: Hasil Pemodelan SWMM (2023)

Parameter *Bio-retention cell* yang digunakan, diantaranya:

- a) Permukaan (Surface) digunakan tumbuhan alami (rumput, semak-semak,dll)
- b) Tinggi tumbuhan: 350 mm
- c) Jenis tanah yang digunakan yaitu pasir lempung (Loamy Sand)
- d) Penyimpanan (Storage) digunakan batu kerikil
- e) Tebal penyimpanan: 450 mm
- f) Void ratio: 0.75

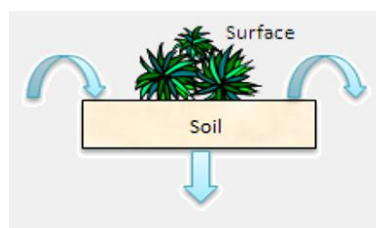
Tabel 7. Parameter *Bio-retention Cell*

Surface	
Berm Height (mm)	350
Vegetation Volume (fr)	0.2
Surface Roughness	0.13
Surface Slope	1
Soil	
Thickness (mm)	740
Porosity (volume fraction)	0.437
Field capacity (volume fraction)	0.105
Wilting Point (volume fraction)	0.047
Conductivity (mm/hr)	1.18
Conductivity Slope	40
Suction Head (mm)	2.4
Storage	
Thickness (mm)	450
Void Ratio	0.75
Seepage Rate (mm/hr)	1.18
Clogging Factor	0

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

## 2. Rain Garden

*Rain garden* atau taman hujan merupakan taman yang dibuat untuk meloloskan air kedalam tanah atau meneruskan aliran air permukaan ke saluran terdekat. Perbedaan antara *Rain garden* dengan *Bioretention cell* terletak pada bagian storage yang tidak tersedia pada *Rain Garden*.



Gambar 9. *Rain Garden*

Sumber: Hasil Pemodelan SWMM (2023)

DOI:

Parameter *rain garden* yang digunakan, sebagai berikut:

- a) Permukaan (Surface) digunakan tumbuhan alami (rumput, semak-semak,dll)
- b) Tinggi tumbuhan: 350 mm
- c) Jenis tanah yang digunakan yaitu pasir lempung (Loamy Sand)

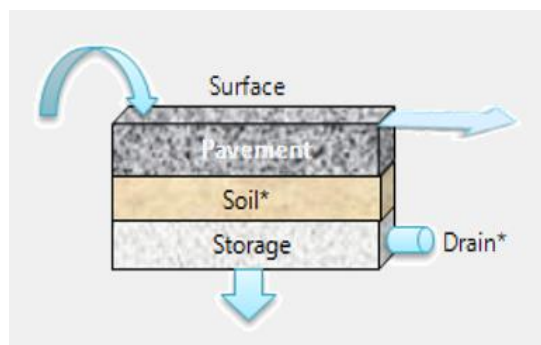
Tabel 8. Parameter *Rain garden*

Surface	
Berm Height (mm)	350
Vegetation Volume (fr)	0.2
Surface Roughness	0.13
Surface Slope	1
Soil	
Thickness (mm)	740
Porosity (volume fraction)	0.437
Field capacity (volume fraction)	0.105
Wilting Point (volume fraction)	0.047
Conductivity (mm/hr)	1.18
Conductivity Slope	40
Suction Head (mm)	2.4

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

### 3. *Permeable Pavement*

*Permeable Pavement* atau perkerasan permeabel merupakan perkerasan jalan yang tidak kedap air, sehingga air hujan yang jatuh dapat diteruskan kedalam tanah tanpa menjadi limpasan dipermukaan.



Gambar 10. *Permeable Pavement*

Sumber: Hasil Pemodelan SWMM (2023)

Parameter *permeable pavement* yang digunakan, sebagai berikut:

- a) Permukaan (Surface) menggunakan smooth concrete dengan nilai n manning: 0.012

DOI:

- b) Perkerasan (Pavement) menggunakan beton porous dengan ketebalan 100 mm
- c) Permeabilitas perkerasan sebesar 100 l/min/m<sup>2</sup> (81 s/d 730 l/min/m<sup>2</sup>) (ACI 522R-06 dalam Monic,dkk. 2019).
- d) Jenis tanah: Pasir lempung (Loamy sand) dengan tebal 700 mm
- e) Penyimpanan (Storage): batu kerikil (gravel) dengan tebal 450 mm

Tabel 9. Parameter Permeable Pavement

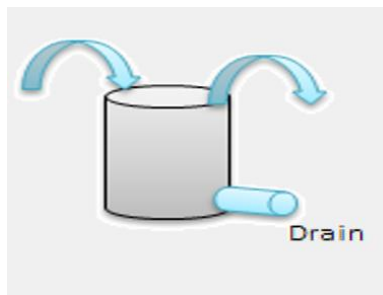
Surface	
Berm Height (mm)	1.5
Vegetation Volume (fr)	0
Surface Roughness	0.012
Surface Slope	1
Soil	
Thickness (mm)	700
Porosity (volume fraction)	0.437
Field capacity (volume fraction)	0.105
Wilting Point (volume fraction)	0.047
Conductivity (mm/hr)	1.18
Conductivity Slope	40
Suction Head (mm)	2.4
Storage	
Thickness (mm)	450
Void Ratio	0.75
Seepage Rate (mm/hr)	0.5
Clogging Factor	0
Pavement	
Thickness (mm)	100
Void Ratio	0.15
Impervious Surface (Fr)	0
Permeability (mm/hr)	100
Clogging Factor	0
Regeneration Interval (days)	0
Rageneration Factor	0

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

#### 4. Rain barrel

Rain barrel atau tangki air digunakan untuk mengumpulkan dan menyimpan air limpasan dari atap-atap rumah melalui pipa-pipa kedalam tangki.





Gambar 11. *Rain Barrel*  
Sumber: Hasil Pemodelan SWMM (2023)

Parameter Rain Barrel yang digunakan sebagai berikut:

- a) Tinggi tangki air: 111 cm
- b) Diameter tangki: 83 cm

Berikut merupakan penerapan LID yang digunakan pada setiap *subcatchment* dan hasil dari penerapan LID tersebut.

Tabel 10. Penggunaan LID Pada Setiap Subcatchment

Subcatchment	Jenis LID							Jumlah Luasan Total (m <sup>2</sup> )	Persentase LID
	Bio-retention cell		Rain Barrel		Permeable Pavement	Rain Garden			
	Jumlah	Ukuran (m <sup>2</sup> )	Jumlah	Ukuran (m <sup>2</sup> )	Ukuran (m <sup>2</sup> )	Jumlah	Ukuran (m <sup>2</sup> )		
Sub_1	15	40	50	0.54	60	0	0	687	6%
Sub_2	10	20	20	0.54	30	0	0	240.8	9%
Sub_3	5	20	15	0.54	0	0	0	108.1	7%
Sub_4	0	0	30	0.54	340	0	0	356.2	11%
Sub_5	3	20	0	0	0	3	20	120	10%
Sub_6	0	0	25	0.54	200	0	0	213.5	11%
Sub_7	0	0	20	0.54	140	0	0	150.8	11%
Sub_8	8	20	15	0.54	0	0	0	168.1	6%
Sub_9	0	0	30	0.54	350	0	0	366.2	11%
Sub_10	0	0	20	0.54	110	0	0	120.8	11%
Sub_11	20	20	25	0.54	0	0	0	413.5	9%
Sub_12	8	20	10	0.54	40	0	0	205.4	13%
Sub_13	10	20	15	0.54	0	0	0	208.1	6%
Sub_14	0	0	12	0.54	70	0	0	76.48	11%
Sub_15	10	25	15	0.54	0	0	0	258.1	6%
Sub_16	10	30	20	0.54	0	0	0	310.8	6%
Sub_17	0	0	20	0.54	200	0	0	210.8	12%
Sub_18	7	25	20	0.54	0	0	0	185.8	8%

DOI:

Subcatchment	Jenis LID							Jumlah Luasan Total (m2)	Persentase LID
	Bio-retention cell		Rain Barrel		Permeable Pavement	Rain Garden			
	Jumlah	Ukuran (m2)	Jumlah	Ukuran (m2)	Ukuran (m2)	Jumlah	Ukuran (m2)		
Sub_19	10	20	20	0.54	0	0	0	210.8	9%
Sub_20	10	10	30	0.54	0	0	0	116.2	8%
Sub_21	10	20	10	0.54	0	0	0	205.4	11%
Sub_22	5	20	15	0.54	0	0	0	108.1	10%
Sub_23	5	20	10	0.54	0	0	0	105.4	7%
Sub_24	10	20	20	0.54	0	0	0	210.8	10%
Sub_25	6	20	22	0.54	0	0	0	131.88	7%
Sub_26	0	0	15	0.54	50	0	0	58.1	12%
Sub_27	0	0	10	0.54	60	0	0	65.4	11%

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

Tabel 11. Perbandingan Runoff Eksisting dan LID

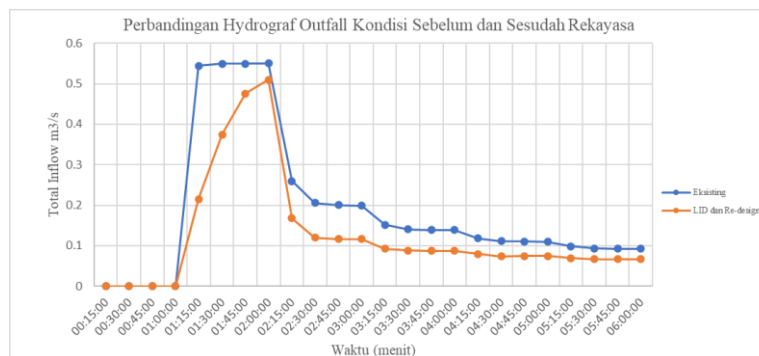
Subcatchment	Runoff Eksisting	Runoff LID	Penurunan	Persentase
Sub_1	66.66	44.56	22.1	33%
Sub_2	68.64	36.81	31.83	46%
Sub_3	68.72	42.87	25.85	38%
Sub_4	68.91	32.97	35.94	52%
Sub_5	65.2	43.32	21.88	34%
Sub_6	68.81	32.17	36.64	53%
Sub_7	69.19	31.5	37.69	54%
Sub_8	67.56	45.32	22.24	33%
Sub_9	68.57	33.77	34.8	51%
Sub_10	69.06	28.91	40.15	58%
Sub_11	67.83	43.19	24.64	36%
Sub_12	67.39	34.88	32.51	48%
Sub_13	68	45.97	22.03	32%
Sub_14	69.08	29.58	39.5	57%
Sub_15	65.7	46.57	19.13	29%
Sub_16	67.63	46.16	21.47	32%
Sub_17	68.99	32.01	36.98	54%
Sub_18	69.06	42.82	26.24	38%
Sub_19	68.26	41.74	26.52	39%
Sub_20	68.9	34.58	34.32	50%
Sub_21	69.1	39.11	29.99	43%
Sub_22	67.82	37.73	30.09	44%

Subcatchment	Runoff Eksisting	Runoff LID	Penurunan	Persentase
Sub_23	67.82	43.32	24.5	36%
Sub_24	69.19	41.02	28.17	41%
Sub_25	69.2	43.14	26.06	38%
Sub_26	69.62	24.69	44.93	65%
Sub_27	69.57	30.42	39.15	56%

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

### 3.4. Perbandingan Kondisi Eksisting dan Setelah Dilakukan LID

Dari hasil percobaan dilakukannya penerapan LID, dapat terlihat bahwa penerapan LID pada masing-masing subcatchment dapat menurunkan nilai inflow pada sistem jaringan drainase. Penurunan antara kondisi eksisting dan kondisi setelah direkayasa terjadi sebesar 31%. Dengan hasil demikian, penerapan LID dapat menanggulangi permasalahan banjir pada saluran drainase.



Gambar 12 Grafik perbandingan hydrograph outfall kondisi sebelum dan sesudah rekayasa

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

### 3.5. Perhitungan Biaya Pembuatan LID

LID merupakan Solusi alternati untuk menghitung limpasan air permukaan dan volume tampungan akhir sub area kondisi eksisting. Tujuan penerapan konsep ini adalah agar kawasan yang dikembangkan tetap memberikan peluang bagi limpasan permukaan untuk meresap ke dalam tanah dan bagi beban limpasan untuk masuk ke saluran drainase. (Savitri, Y. R. 2017; Farhani, A. S., et al. 2023). Setelah melakukan percobaan penggunaan LID dan terbukti dapat menjadi solusi dalam menanggulangi banjir, selanjutnya dilakukan perhitungan biaya yang diperlukan dalam membuat keempat jenis LID yang digunakan. Harga-harga yang digunakan didapat dari *website* penjualan barang-barang dan survey terhadap beberapa toko bangunan terdekat. Biaya yang diperlukan dalam membuat empat jenis LID yang digunakan, sebagai berikut:

DOI:

Tabel 11. Biaya Pembuatan LID

Bioretensi						
No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)	
1	Rumput	63180	m2	Rp 30,000	Rp	1,895,400,000
2	Pasir Lempung	47385	m3	Rp 200,000	Rp	9,477,000,000
3	Kerikil	28431	m3	Rp 254,286	Rp	7,229,597,143
Permeable Pavement						
No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)	
1	Beton Porous	165	m2	Rp 741,797	Rp	122,396,569
2	Pasir Lempung	1155	m3	Rp 200,000	Rp	231,000,000
3	Kerikil	742.5	m3	Rp 254,286	Rp	188,807,143
Rain Barrel						
No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)	
1	Tangki air	514	Unit	Rp 1,469,000	Rp	755,066,000
Rain Garden						
No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)	
1	Rumput	60	m2	Rp 30,000	Rp	1,800,000
2	Pasir Lempung	45	m3	Rp 200,000	Rp	9,000,000
Jumlah Total (Rp)					Rp 19,910,066,855	

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

#### 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian dan evaluasi terhadap saluran drainase di ruas jalan Cihanjuang, Kota Cimahi didapatkan bahwa pada beberapa titik lokasi terdapat saluran yang dipenuhi sampah, sedimentasi dan vegetasi yang tumbuh, serta kondisi saluran yang rusak. Hal ini menyebabkan saluran drainase tidak berjalan optimal. Setelah dilakukan analisis menggunakan software EPA SWMM terdapat empat titik yang menjadi tempat limpasan air meluap yaitu titik J\_10, J\_17, J\_21, J\_48. Solusi yang digunakan dalam menanggulangi luapan air pada saluran drainase di lokasi penelitian adalah penggunaan empat jenis LID (*Low Impact Development*) pada tiap-tiap daerah tangkapan air yaitu *bioretention-cell*, *rain garden*, *permeable pavement*, dan *rain barrel*. Hasil dari solusi tersebut didapatkan bahwa dari masing-masing daerah tangkapan air dapat mengurangi debit limpasan air yang akan mengalir ke saluran drainase hingga hurang dari 50 mm.

#### REFERENSI

Agustin, N. K., Ridwan, A., & Sudjati, S. (2019). Analisa Sistem Jaringan Drainase (Studi Kasus: Desa Sumengko, Kecamatan Sukomoro, Kabupaten Nganjuk). *Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Sipil (JURMATEKS)*, 2(2), 245-255.

DOI:

- Agustian, D., Pandulu, G. D., & Sulistyani, K. F. (2020, November). Analisis Dimensi Street Inlet pada Ruas Jalan Simpang Gajayana Kota Malang. In *Prosiding SENTIKUIN (Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan Dan Infrastruktur)* (Vol. 3, pp. B5-1).
- Annisa, N., Riduan, R., & Damiatin. (2021). Evaluation of Drainage Channel Dimension on the Event of Flood At Ahmad Yani Road Km. 24 Banjarbaru. *JTAM Teknik Lingkungan Universitas Lambung Mangkurat*, 4(2), 13–22.
- Apriadi, A., Novratrilova, L., & Rianto, D. J. (2023). Evaluasi Genangan Air Pada Badan Jalan Jalur 3 Kota Bangko, Kabupaten Merangin Provinsi Jambi. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 4(2), 511-518.
- Fransiska, Y., Junaidi, J., & Istijono, B. (2020). Simulasi Dengan Program EPA SWMM Versi 5.1 Untuk Mengendalikan Banjir pada Jaringan Drainase Kawasan Jati. *Jurnal Civronlit Unbari*, 5(1), 38-48.
- Farhani, A. S., Pitana, T. S., & Sari, P. A. (2023). Penerapan Arsitektur Ekologis Pada Resort Pesisir Di Pantai ToronipA. *Senthong*, 6(2).
- Frias, R. A., & Maniquiz-Redillas, M. (2021, May). Modelling the applicability of Low Impact Development (LID) technologies in a university campus in the Philippines using Storm Water Management Model (SWMM). In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1153, No. 1, p. 012009). IOP Publishing.
- Gunawani, A., Wijaya, O. E., & Zulyanti, F. (2022). Perencanaan Normalisasi Saluran Air Di Belakang Citi Mall Baturaja Kecamatan Baturaja Timur Kabupaten Oga Komering Ulu. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil*, 1(2), 124-131.
- Jifa, A. N., Susanawati, L. D., & Haji, A. T. S. (2019). Evaluasi Saluran Drainase di Jalan Gajayana dan Jalan Sumbersari Kota Malang. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 6(1), 9-17.
- Nusantara, D. A. D. (2020). Evaluasi kapasitas saluran drainase pada catchment area sub sistem Bendul Merisi Kota Surabaya. *Ukarst: Jurnal Universitas Kadiri Riset Teknik Sipil*, 4(1), 85-95.
- Oktavia, M., & Rulhendri, R. (2023). Analisa Permasalahan Dan Rencana Pelebaran Saluran Drainase Di Daerah Jalan Cimahpar. *Sinkron: Jurnal Pengabdian Masyarakat UIKA Jaya*, 1(3), 124-132..
- Pradana, W. D., Prandono, T., Primantari, L., & Ratih, S. Y. (2022). THE EVALUATION OF DRAINAGE SYSTEM IN THE RIVER FLOW OF PURWOKERTO REGION IN BANYUMAS DISTRICT. *Jurnal Teknik Sipil*, 18(2), 245-261.

DOI:

- Prasetyo, R. D., Cahyo, Y., & Ridwan, A. (2019). Analisa Perencanaan Sistem Drainase Dalam Upaya Penanggulangan Banjir Di Kecamatan Gandusari Kabupaten Trenggalek. *Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Sipil (JURMATEKS)*, 2(1), 131-143.
- Pratiwi, D., Sinia, R. O., & Fitri, A. (2020). Peningkatan Pengetahuan Masyarakat Terhadap Drainase Berporus yang Difungsikan Sebagai Tempat Peresapan Air Hujan. *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS)*, 1(2).
- Reza, M. F., & Wulandari, D. A. R. (2019). Analysis and design of drainage system planning study (Case Study Graha Wisata Sidoarjo Residential). *IJEEIT Int. J. Electr. Eng. Inf. Technol*, 2, 33-40
- Rianto, D. J. (2021). Penentuan Intensitas Curah Hujan Dalam Menentukan Debit Limpasan Untuk Rekomendasi Pembuatan Saluran Air Terhadap Tipe Dinding Saluran Air Yang Berbeda (Lokasi Penambangan PT. Baratama Rezeki Anugerah Sentosa Utama, Kabupaten Bungo). *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(9), 1795-1804.
- Saidah, H., Nur, N. K., Rangan, P. R., Mukrim, M. I., Tamrin, T., Tumpu, M., ... & Sindagamanik, F. D. (2021). Drainase Perkotaan. *Yayasan Kita Menulis*.
- Saragih, M. F. B. (2023). Analisis Kapasitas Saluran Drainase Perumahan Y Di Cipinang Muara-Jakarta Timur. *Jmts: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 1131-1144.
- Savitri, Y. R. (2017). Penerapan Low Impact Development (LID) Untuk Meminimalisir Genangan. *Jurnal Hidroteknik*, 2(1), 35-40.