

EVALUASI SISTEM DRAINASE MENGGUNAKAN PROGRAM EPA SWMM 5.2 (STUDI KASUS: JALAN PRAMUKA KECAMATAN RAJABASA KOTA BANDAR LAMPUNG)

Andika Pratama¹, Sumiharni² dan Rina Febrina³

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Malahayati Bandar Lampung, Jl.Pramuka No.27 Kota Bandar Lampung,
Lampung

Email: andikapr23000@gmail.com

Email: anisumarni@yahoo.co.id

Email: febrinacivil@yahoo.com

ABSTRAK

Sistem drainase merupakan serangkaian prasarana dan sarana untuk mengurangi atau menghilangkan kelebihan air pada suatu area atau lahan, supaya lahan dapat dimanfaatkan secara optimal. Studi ini bertujuan untuk menentukan debit rencana dan dimensi saluran yang sesuai dengan periode pengulangan 2, 5, dan 10 tahun. Lokasi penelitian ini yaitu saluran drainase di Jalan Pramuka Kecamatan Rajabasa Kota Bandar Lampung. Pada penelitian ini, dilakukan analisis hidrologi dan analisis hidraulika. Analisis hidraulika menggunakan program *Storm Water Management Model (SWMM)* untuk mempermudah proses evaluasi, selanjutnya menghitung debit rencana saluran dan menentukan dimensi saluran yang sesuai. Hasil perhitungan dengan parameter statistik digunakan distribusi Log Pearson III dan diperoleh debit rencana untuk periode ulang 2 tahun sebesar 13,5487 m³/detik, periode ulang 5 tahun sebesar 18,4453 m³/detik, dan periode ulang 10 tahun sebesar 21,8985 m³/detik. Berdasarkan hasil evaluasi dimensi saluran eksisting, saluran drainase di Jalan Pramuka perlu didesain ulang terutama pada zona 5 sampai zona 10. Disarankan dengan dimensi rata-rata pada periode ulang 2 tahun yaitu lebar = 0,75 m x kedalaman = 1,15 m, periode ulang 5 tahun yaitu lebar = 0,85 m x kedalaman = 1 m, dan periode ulang 10 tahun yaitu lebar = 0,85 m x kedalaman = 1,35 m supaya saluran drainase dapat menampung debit banjir.

Kata kunci: Drainase, Debit, Dimensi, Distribusi Log Pearson III, SWMM.

1. PENDAHULUAN

Genangan air yang terjadi akibat banjir merupakan masalah umum yang dialami di beberapa wilayah Indonesia, terutama pada daerah padat penduduk seperti daerah perkotaan. Penelitian ini dilakukan karena setiap kali musim hujan tiba, saluran drainase tidak mampu menampung air sehingga menyebabkan terjadinya genangan yang mengganggu aktivitas masyarakat.

Berdasarkan peninjauan, genangan air yang terjadi di Jalan Pramuka disebabkan oleh berkurangnya kapasitas saluran drainase dikarenakan endapan sedimen pada dasar saluran sehingga ukuran saluran tidak lagi sesuai dengan rencana awal drainase tersebut dibuat. Untuk mengatasi masalah tersebut maka diperlukan evaluasi sistem drainase agar banjir dapat diatasi di wilayah Jalan Pramuka Kecamatan Rajabasa. Dengan dilakukannya evaluasi ini diharapkan dapat membantu instansi terkait dalam merencanakan sistem drainase atau dapat menghubungkan sistem drainase yang sudah ada dengan sistem yang baru.

Evaluasi sistem drainase dapat dilakukan dengan cepat dan akurat dengan memanfaatkan teknologi. Teknologi berupa program model perencanaan telah banyak dikembangkan di abad ini. Sebuah program yang telah dibuat di Amerika Serikat dapat menjadi salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan yang ada. *Storm Water Management Model (SWMM)* adalah sebuah model yang berfungsi untuk menganalisis permasalahan kuantitas air yang terkait dengan limpasan pada daerah perkotaan. Program SWMM dibuat oleh *Environmental Protection Agency (EPA)* Amerika Serikat. Dengan menggunakan SWMM, manajemen sistem drainase dengan kondisi yang sebenarnya dapat disimulasikan dengan cara menambahkan parameter-parameter yang

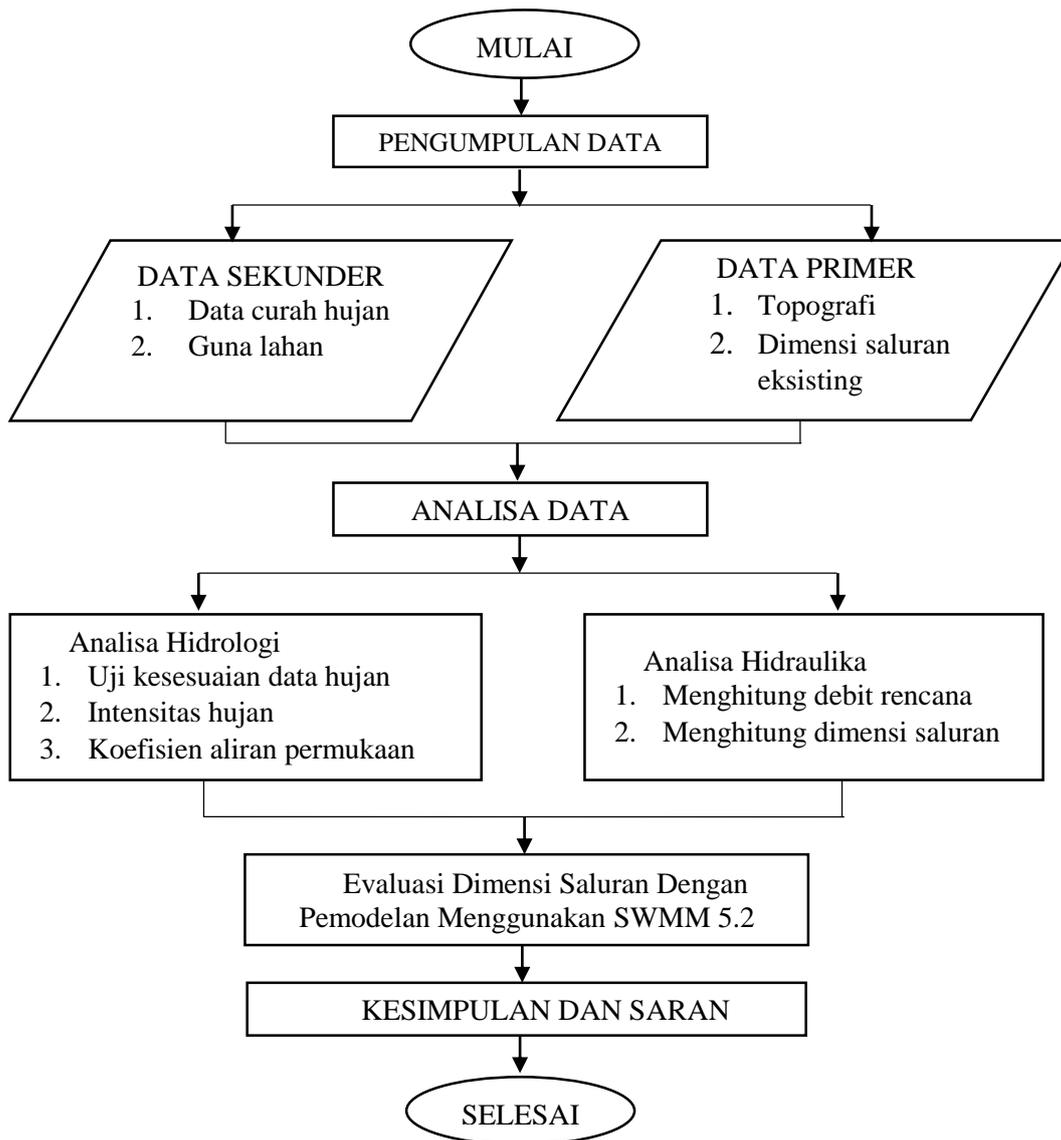
tercatat pada keadaan sesungguhnya (Rossman, Lewis A, 2010). Hal tersebut membuat aplikasi SWMM dapat secara cepat dan akurat menyajikan hasil simulasi yang relatif sama dengan kondisi di lapangan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode deskriptif kuantitatif. Metode ini mengumpulkan data dalam bentuk angka, kemudian menganalisis dan menarik kesimpulan dari data tersebut. Data yang diperlukan terdiri dari dimensi saluran eksisting dan curah hujan.

2.1 Diagram Alir Penelitian

Secara sederhana, metodologi penelitian ini diilustrasikan pada gambar sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. DATA DAN ANALISA

Data curah hujan yang dipakai pada penelitian ini didapat dari Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung (BBWS) dari tahun 2012 sampai 2021. Digunakan data curah hujan dari 3 Pos Hujan (PH) yaitu PH Sukarame, PH sumur Putri, dan PH kemiling. Data curah hujan tersebut ditunjukkan pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Data Curah Hujan

Tahun	Curah Hujan Maksimum (mm)		
	PH Sumur putri	PH Sukarame	PH Kemiling
2012	304,7	295,2	278
2013	987,6	364,4	478
2014	228	323,4	376
2015	264	211,9	388
2016	409	212,1	433
2017	182	313,7	351
2018	302	352,5	388,5
2019	375	381,5	495
2020	626	635	620
2021	310,5	321	400,5

3.1 Analisis Hidrologi

3.1.1 Curah Hujan Rerata

Curah hujan rerata dapat dihitung menggunakan metode rerata aljabar, sehingga besarnya rata-rata yang didapat adalah sebagai berikut

Tabel 2. Curah Hujan Rerata Terurut Dari Terkecil Ke Terbesar

No	R Terurut
1	282,233
2	287,967
3	292,6
4	309,133
5	344
6	347,667
7	351,367
8	417,167
9	610
10	627

Data curah hujan yang diperoleh, selanjutnya diolah dengan menggunakan parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi data. Untuk menentukan jenis distribusi tersebut, digunakan Koefisien skewness dan kurtosis. Hasil analisis yang dilakukan, diperoleh jenis distribusi Log Pearson III.

3.1.2 Hujan Rencana

Perhitungan selanjutnya adalah menghitung hujan rencana menggunakan cara Log Pearson III. Hujan rencana dapat dihitung dengan persamaan berikut ini

$$R_t = 10^{\text{Log } t} \quad (1)$$

$$\text{Log } t = \text{Log } X_i + S \times K_T \quad (2)$$

Dimana

R_t : hujan rencana pada periode ulang t

$\text{Log } t$: nilai log hujan rencana dengan periode ulang t

$\text{Log } X_i$: rerata dari $\text{Log } X$

S : simpangan baku

K_T : faktor frekuensi

Hasil dari perhitungan hujan rencana ditunjukkan dalam tabel berikut ini

Tabel 3. Hasil Perhitungan Hujan Rencana

P. Ulang (t)	Log Xi	S	Kt	Log t	Rt (mm)
2	2,55	0,15	-0,0516	2,5437	349,7189
5	2,55	0,15	0,8232	2,6777	476,1092
10	2,55	0,15	1,3098	2,7522	565,2440

3.1.3 Intensitas Hujan

Tahap selanjutnya adalah menghitung intensitas hujan. Intensitas hujan dihitung dengan rumus mononobe pada periode pengulangan 2, 5, dan 10 tahun untuk durasi per 1 jam.

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

Dimana

I_t : intensitas hujan untuk durasi hujan t (mm/jam)

R_{24} : curah hujan maksimum durasi 24 jam (mm)

t : durasi curah hujan (jam)

Perhitungan intensitas hujan untuk 1 jam pada periode ulang 2 tahun adalah

$$I_t = \frac{349,7189}{24} \left(\frac{24}{1}\right)^{2/3}$$

$$I_t = 121,3693 \text{ mm/jam}$$

3.1.4 Debit Puncak

Debit puncak dapat dihitung dengan metode rasional dalam persamaan berikut

$$Q = 0,278 CIA \quad (4)$$

Dimana

Q : Debit hujan tertinggi pada intensitas, durasi dan frekuensi tertentu (m^3/d)

I : Intensitas hujan (mm/jam)

A : Luas wilayah tangkapan (km^2)

C : Koefisien aliran sesuai dengan jenis permukaan wilayah

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, diperoleh nilai $C = 0,65997$. Hasil dari perhitungan debit puncak ditunjukkan pada tabel berikut

Tabel 4. Perhitungan Debit Puncak

Periode Ulang (tahun)	C	I_t (mm/jam)	A (km^2)	Q (m^3/d)
2	0,6599	156,0306	0,4733	13,5487
5	0,6599	212,4209	0,4733	18,4453
10	0,6599	252,1893	0,4733	21,8985

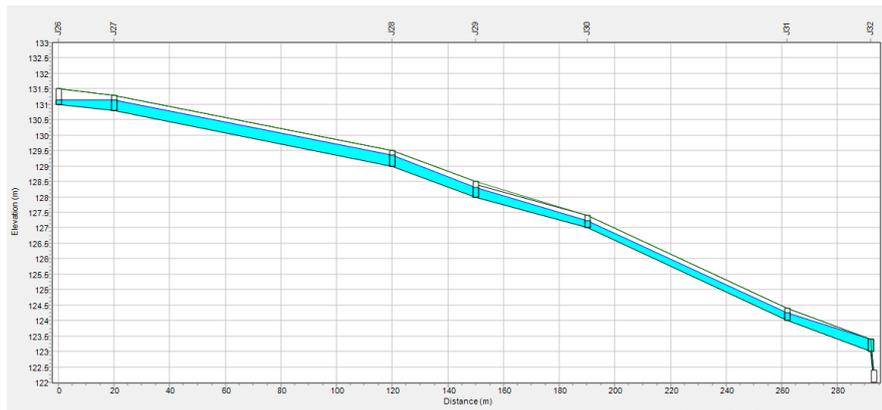
3.2 Analisis Hidraulika Menggunakan EPA SWMM 5.2

Pada analisis ini, data yang digunakan adalah dimensi saluran drainase eksisting yang berada di sepanjang Jalan Pramuka.

Tabel 5. Dimensi Saluran Drainase Sepanjang Jalan Pramuka

Saluran	Panjang (m)	Lebar (m)	Dalam (m)
C1	475	0,8	0,8
C2	638	0,55	0,8
C3	455	0,55	0,8
C4	651	0,55	0,7
C5	1070,5	0,5	0,85
C6	629	0,5	0,4
C7	786	0,6	1,1
C8	292,5	0,45	0,5
C9	372,5	0,6	0,6
C10	186	0,6	0,4
C11	223	0,7	1,1

Selain data dimensi saluran, data lainnya yang diperlukan untuk simulasi pada SWMM adalah data intensitas hujan dan elevasi permukaan. Data yang telah dimasukkan serta pengaturan sudah disesuaikan, maka tahap berikutnya ialah menjalankan simulasi. Hasil simulasi akan menunjukkan apakah terdapat kesalahan (*error*) atau tidak. *Status report* berisi beberapa laporan, diantaranya *Inflow*, *Runoff*, dan data titik saluran yang meluap. Hasil dari simulasi dapat dilihat pada gambar berikut ini



Gambar 2. Profil Saluran C8

Pada gambar diatas terlihat bahwa notasi air berwarna biru dan garis memanjang merupakan potongan saluran. Air meluap dari saluran dikarenakan ukuran saluran yang tidak dapat menampung debit puncak. Adapun hasil simulasi saluran-saluran tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini

Tabel 6. Data Saluran yang Meluap dan Aman

Saluran	Lebar (m)	Dalam (m)	Kondisi
C1	0,8	0,8	Aman
C2	0,55	0,8	Aman
C3	0,55	0,8	Aman
C4	0,55	0,7	Aman
C5	0,5	0,85	Meluap
C6	0,5	0,4	Meluap
C7	0,6	1,1	Meluap
C8	0,45	0,5	Meluap
C9	0,6	0,6	Meluap
C10	0,6	0,4	Meluap
C11	0,7	1,1	Aman

Saluran yang meluap tersebut selanjutnya dilakukan evaluasi dengan perhitungan dimensi saluran sehingga saluran mampu menampung debit puncak.

3.2.1 Menentukan Dimensi Saluran Drainase

Saluran yang ada saat ini adalah saluran berbentuk segi empat tertutup. Oleh karena itu, perlu ditentukan lebar penampang (b) dan ketinggian basah (h) saluran untuk mendapatkan dimensi selengkapnyanya. Debit saluran besarnya harus diatas dari debit puncak, debit dalam saluran dapat diperhitungkan dengan rumus manning sebagai berikut

$$Q = V.A \quad (5)$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (6)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (7)$$

$$S = \frac{E1 - E2}{L} \quad (8)$$

$$A = b \times H \quad (9)$$

$$P = b + 2H \quad (10)$$

Dimana

Q : debit saluran (m^3/d)

V : kecepatan aliran dalam saluran (m/d)

A : luas penampang saluran (m^2)

n : koefisien kekasaran manning

R : radius hidraulis (m)

S : kemiringan dasar saluran

E_1 : elevasi tertinggi (m)

E_2 : elevasi terendah (m)

L : panjang saluran (m)

P : keliling basah (m)
 b : lebar saluran (m)
 H : tinggi basah saluran (m)

Untuk saluran C1 pada perhitungan coba-coba maka didapatkan b dan h sebagai berikut

Diketahui :

$$Q_{puncak} = 0,9347 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$b = 0,9 \text{ m}$$

$$h = 0,55 \text{ m}$$

$$S = \frac{228 - 223}{475} = 0,0105$$

$$n = 0,02$$

Maka :

$$\text{Luas penampang (A)} = b \times h = 0,5 \text{ m}^2 \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \text{Keliling basah (P)} &= b + 2h \\ &= 0,9 + 2(0,55) \\ &= 2 \text{ m} \end{aligned} \quad (10)$$

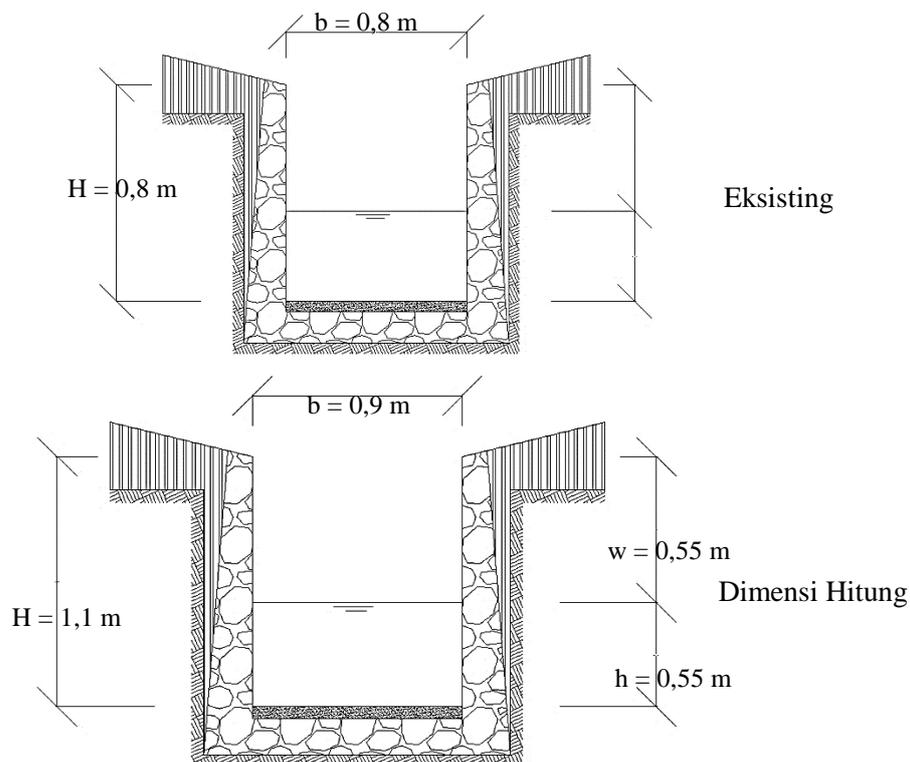
$$\begin{aligned} \text{Radius hidraulis (R)} &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{0,5}{2} \\ &= 0,25 \text{ m} \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan aliran (V)} &= \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,02} \times 0,25^{2/3} \times 0,0105^{1/2} \\ &= 50 \times 0,25^{2/3} \times 0,0105^{1/2} \\ &= 2,0213 \text{ m/det} \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \text{Debit (Q)} &= A \times V \\ &= 0,5 \times 2,0213 \\ &= 1,001 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi jagaan (w)} &= \sqrt{\frac{h}{2}} \\ &= 0,52 \text{ m} \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi total (H)} &= h + w \\ &= 1,07 \text{ m} \approx 1,1 \text{ m} \end{aligned} \quad (12)$$



Gambar 3. Detail Saluran C1

Hasil perhitungan dimensi saluran lebih besar dari dimensi eksisting serta kapasitas saluran juga bertambah sehingga dapat menampung limpasan atau debit puncak dari setiap zona di sekitar saluran. Oleh karena itu, dimensi eksisting saluran tersebut perlu di desain ulang. Perbandingan dimensi saluran eksisting dengan hasil perhitungan ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 7. Perbandingan Dimensi Saluran Eksisting dengan Hasil Perhitungan

Saluran	Dimensi Eksisting		Periode ulang 2 tahun		Periode Ulang 5 tahun		Periode Ulang 10 tahun	
	H (m)	b (m)	H (m)	b (m)	H (m)	b (m)	H (m)	b (m)
C1	0,8	0,8	1,1	0,9	1	1	1,3	1
C2	0,8	0,55	0,95	0,55	1	0,6	1,15	0,6
C3	0,8	0,55	1,25	0,7	1	0,8	1,45	0,8
C4	0,7	0,55	1	0,7	1	0,8	1,15	0,8
C5	0,85	0,5	1,45	0,9	1,6	1	1,75	1,1
C6	0,4	0,5	1,1	0,6	1,15	0,65	1,25	0,7
C7	1,1	0,6	1,55	1	1,75	1,25	1,85	1,3
C8	0,5	0,45	1,3	0,85	1,4	1	1,6	1
C9	0,6	0,6	0,85	0,6	0,95	0,6	1,00	0,6
C10	0,4	0,6	0,85	0,6	1	0,6	1,15	0,6
C11	1,1	0,7	1,1	0,7	1,15	0,7	1,25	0,7

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi dimensi saluran drainase di Jalan Pramuka menggunakan Program EPA SWMM 5.2 dapat disimpulkan bahwa :

1. Nilai debit rencana yang didapat dari perhitungan periode pengulangan 2, 5, dan 10 tahun yaitu 13,5487 m³/detik, 18,4453 m³/detik, dan 21,8985 m³/detik.
2. Penentuan dimensi saluran rencana menghasilkan dimensi dengan rata-rata periode ulang 2 tahun lebar (b) = 0,75 m dan kedalaman (h) = 1,15 m, periode ulang 5 tahun lebar (b) = 0,85 m dan kedalaman (h) = 1 m, serta periode ulang 10 tahun lebar (b) = 0,85 m dan kedalaman (h) = 1,35 m

4.2 Saran

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilaksanakan maka saran-saran yang dapat diberikan adalah

1. Melakukan perawatan saluran secara teratur supaya tidak terjadi kerusakan pada saluran atau penumpukan sediman pada dasar saluran yang dapat menimbulkan banjir.
2. Pembinaan pada masyarakat agar menjaga kebersihan dan untuk tidak membuang sampah sembarangan khususnya ke dalam saluran drainase karena hal tersebut merupakan faktor terbesar terjadinya banjir.
3. Memperbaiki kualitas beton penutup saluran supaya tidak mudah hancur sehingga bongkahan beton terjatuh ke dasar saluran dan menyumbat aliran air.
4. Untuk mengurangi debit limpasan dianjurkan membangun sumur resapan air dan biopori.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ambar. (2022). *Ukuran Kemiringan Dan Keruncingan Data Skewness Kurtosis.*
- Asmorowati, E. (2021). *Drainase Perkotaan* (E. Sutrisno (ed.)). Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia.
- Kustamar, M. (2019). *Sistem Drainase Perkotaan.* Dream Litera.
- Akmal, D. Febrina, R. Sumiharni. (2019). *EVALUASI SISTEM DRAINASE KABUPATEN PRINGSEWU (Studi Kasus : Desa Wates Kecamatan Gadingrejo Kabupaten Pringsewu)*. Jurnal Komposit, **vol 3(2)**, 21–26.
- Lampung, BPS. (2020). *Kecamatan Rajabasa Dalam Angka.*
- Suripin, (2004). *Sistem Drainase Perkotaan.* Andi Offset, Yogyakarta
- Rossmann, Lewis A. (2010). *Storm Water Management Model User's Manual Version 5.0.* Cincinnati : National Risk Management Research Laboratory Office Of Research And Development U.S. Environmental Protection Agency.
- Triatmodjo, B. (2006). *Hydrologi Terapan.* Beta Offset, Yogyakarta
- Mulyanto, H.R. (2013). *Penataan Drainase Perkotaan.* Graha Ilmu, Yogyakarta
- Sumiharni. (2020). *Diktat Kuliah Teknik Sumber Daya Air.* Universitas Malahayati, Bandar Lampung