

## EVALUASI SISTEM DRAINASE DALAM UPAYA PENGGULANGAN BANJIR DI JALAN A.H NASUTION KOTA TASIKMALAYA MENGGUNAKAN PROGRAM EPA SWMM 5.1

Lina Lindawati<sup>1)</sup>, Pengki Irawan<sup>2)</sup>, Rosi Nursani<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3,</sup> Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Siliwangi Kota Tasikmalaya

e-mail: <sup>1</sup>linalindawati04@gmail.com

### Abstrak

Kota Tasikmalaya merupakan kota yang masih memiliki permasalahan pada saluran drainase. Jalan A.H Nasution Kec. Mangkubumi merupakan salah satu titik terjadi banjir. Banjir terjadi disebabkan kondisi luapan air yang berasal dari perumahan Andalusia. Saluran yang ada memiliki dimensi yang beragam kondisi yang kurang baik, karena terdapat banyak sedimen dan juga sampah di dalam saluran sehingga saluran tidak bekerja dengan maksimal. Selain itu, kapasitas saluran *outlet* sistem drainase yang relatif kecil, beban limpasan yang terjadi tidak memungkinkan untuk disalurkan keluar tanpa adanya fasilitas pengendalian atau penahan limpasan. Analisis yang digunakan untuk mengetahui kapasitas saluran menggunakan *software* EPA SWMM 5.1 dilakukan dengan membuat pemodelan jaringan drainase eksisting. Hasil analisis diperoleh debit rencana yang dihitung menggunakan metode rasional dengan kala ulang 2, 5, 10, 25 dan 50 tahun. Hasil analisis dan simulasi menunjukkan ada beberapa saluran dengan debit yang melebihi kapasitas sehingga meluap. Penambahan kapasitas dilakukan pada semua saluran yang mengalami luapan sehingga saluran dapat menampung debit limpasan yang terjadi. Kemudian direncanakan 8 kolam retensi guna menampung debit dari drainase dan mengalirkan air tersebut ketika musim kemarau dan penambahan 8 saluran baru untuk menghubungkan saluran utama ke kolam retensi.

**Kata Kunci** : drainase, kolam retensi, EPA SWMM 5.1

### Abstract

*Tasikmalaya city is a city that still has problems with waterways. A.H Nasution Street Mangkubumi district is one of the points where flooding occurs. Floods occur due to overflowing conditions that come from Andalusia housing. The existing drainage channels does not work optimally, because there is a lot of sediment and garbage in the channel, so that the channel do not work optimally. Besides that, the capacity of the drainage system is relatively small, the runoff load that occurs does not allow it to be channelled out without any runoff control or containment facilities. The analysis used to determine the channel capacity using EPA SWMM 5.1 software is carried out by modelling the exsisting drainage network. The result of the analysis of the discharge plan are calculated using the rational method with a return period of 2, 5, 10, 25 and 50 years. The result of the analysis and simulation show that are several channels with a flow rate that exceeds the capacity so that it overflows. The addition of capacity is carried out on all channels that experience overflow so that the channel can accommodate the runoff discharge that occurs. Then planned 8 retention ponds to accommodate the discharge from the drainage and drain the air during the dry season and the addition of 8 new channels to connect the main channel to the retention pond.*

**Keywords**: Drainage, retention pond, EPA SWMM 5.1

### I. PENDAHULUAN

Permasalahan banjir menjadi masalah utama di perkotaan [1]. Banjir di perkotaan disebabkan selalu terjadi di musim hujan. Perubahan tata guna lahan menyebabkan bertambahnya *runoff*. Perubahan tata guna lahan di Kota Tasikmalaya umumnya terjadi dari sawah menjadi pemukiman [2]. Peningkatan

*runoff* tidak diikuti oleh desain drainase yang buruk telah menyebabkan genangan di beberapa lokasi di Kota Tasikmalaya.

Drainase adalah sistem yang dibuat untuk menangani persoalan kelebihan air yang berada di atas permukaan tanah [3]. Saluran drainase dirancang untuk menampung debit aliran saat musim hujan.

Intensitas hujan yang tinggi menyebabkan debit aliran meningkat. Jika kapasitas drainase tidak bisa menampung debit, air yang tidak tertampung menyebabkan terjadinya genangan maupun banjir [4].

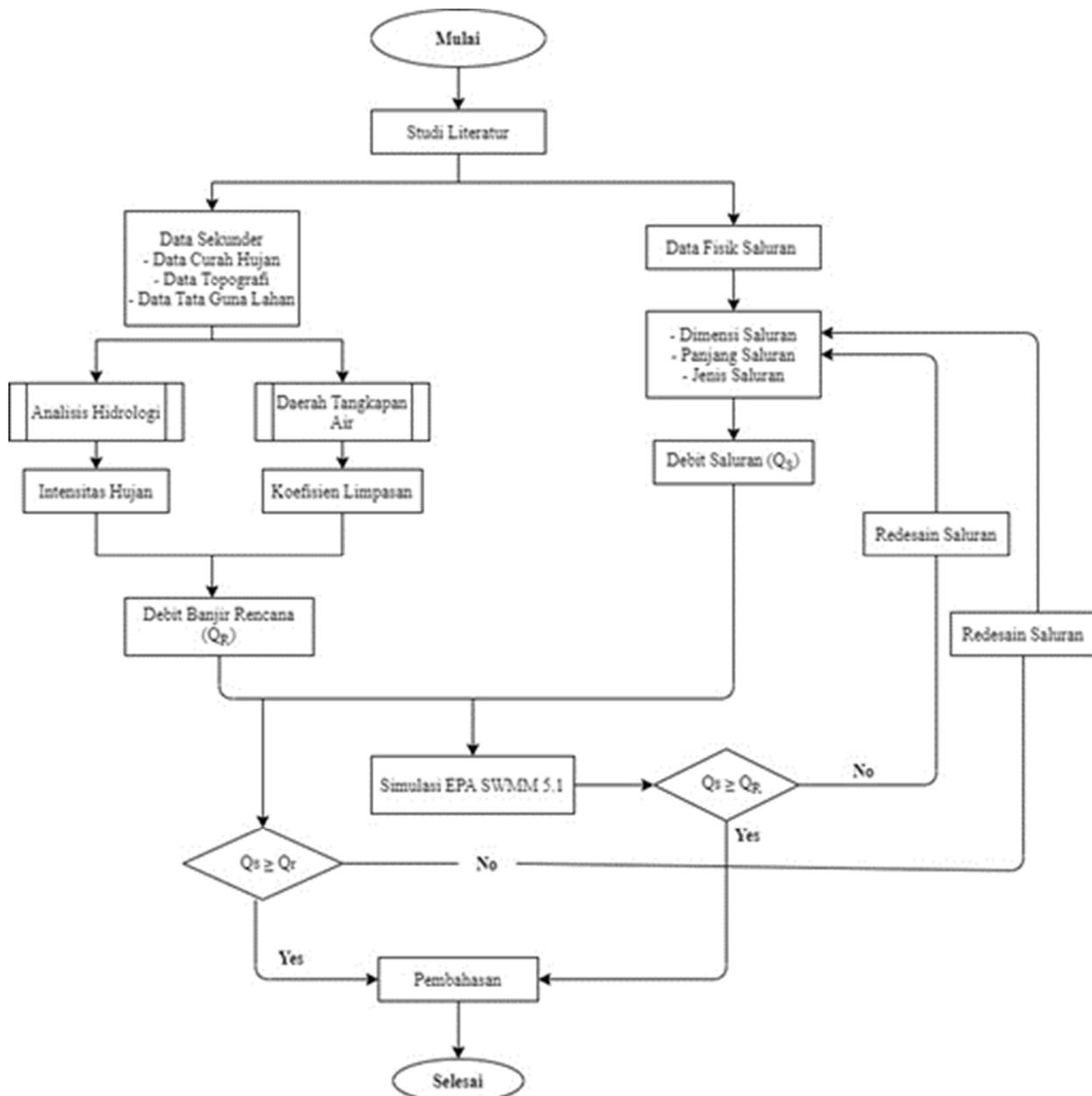
Di Kota Tasikmalaya terdapat 12 lokasi yang dinyatakan rawan banjir. Jalan A.H. Nasution Kecamatan Mangkubumi merupakan salah satu lokasi yang ditetapkan rawan banjir. Jalan tersebut merupakan jalan utama yang menghubungkan Kota Tasikmalaya, Kabupaten Tasikmalaya dan Garut. Banjir terjadi disebabkan kondisi luapan air yang berasal dari perumahan Andalusia. Dimensi saluran

drainase yang beragam, banyak sedimen yang mengendap di saluran akan mengurangi kapasitas saluran drainase secara keseluruhan [5].

Tujuan dari penelitian ini, untuk melakukan evaluasi dan simulasi kolam retensi sebagai upaya alternatif dan preventif dalam melakukan penanggulangan banjir. EPA SWMM 5.1 digunakan untuk menganalisis dan pemodelan sistem drainase.

**II. METODOLOGI PENELITIAN**

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



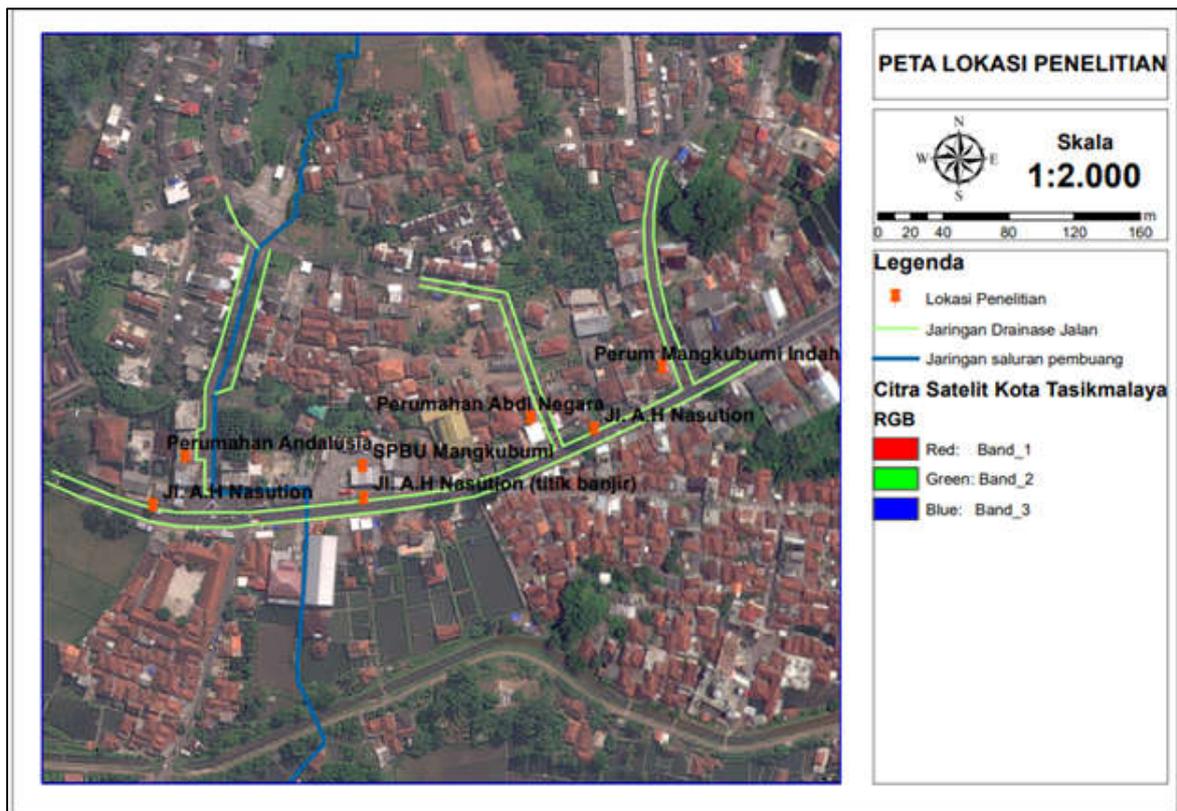
Gambar 1. Flowchart Penelitian

**2.1 Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Jalan A.H Nasution

Kec. Mangkubumi Kota Tasikmalaya. Lokasi penelitian ini memiliki luas Daerah Tangkapan Air sebesar 81,81 ha. Penelitian dimulai pada bulan Juni

2021 sampai selesai penyusunan tugas akhir. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

## 2.2 Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah data primer (mencakup kondisi eksisting, elevasi dan dimensi saluran). Data sekunder yang digunakan adalah data DEM, data curah hujan, peta tofografi, dan peta jaringan drainase [6].

### Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi dilakukan guna mendapatkan besarnya intensitas curah hujan, sebagai dasar perhitungan debit rencana pada suatu daerah untuk mengevaluasi perencanaan sistem drainase. Analisis hidrologi meliputi penentuan hujan kawasan, analisis frekuensi, uji distribusi dan intensitas hujan rencana [7].

Hujan kawasan ditentukan dengan metode Polygon Thiessen. Metode tsb merupakan metode yang memperhitungkan bobot dari masing-masing alat pengukur hujan yang mewakili luasan di sekitarnya [3].

$$\bar{p} = \frac{A_1 P_1 + A_2 P_2 + A_3 P_3 + \dots + A_n P_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \quad (1)$$

Dimana  $\bar{p}$  adalah hujan rerata kawasan (mm),  $P_n$  adalah hujan masing-masing di stasiun penakar hujan

(mm), dan A adalah luas daerah yang mewakili stasiun (km).

Dalam mendesain bangunan drainase perlu memperkirakan debit air rencana maksimum guna bertujuan agar bangunan drainase yang direncanakan bisa menampung debit air pada terjadi debit maksimum [8]. Metode yang digunakan antara lain :

Metode Distribusi Normal

$$X_T = \bar{X} + K_T S \quad (2)$$

Metode Log Normal

$$\text{Log} X_T = \overline{\text{Log} X} + K_T S \quad (3)$$

Metode Distribusi Log Person Type III

$$Y = \text{Log} X \quad (4)$$

$$\text{Log} X_T = \text{Log} X + K_T S \quad (5)$$

Dimana  $X_T$  adalah hujan maksimum dimana periode ulang tahunan, X adalah curah hujan rata-rata dengan log x, S adalah deviasi standar nilai variat,  $K_T$  adalah Frekuensi faktor.

Uji distribusi digunakan untuk menguji dan memilih metode yang terbaik untuk perhitungan selanjutnya. Pengujian ini dilakukan terhadap data curah hujan dengan memperhitungkan frekuensi

terjadinya hujan. Pengujian parameter yang digunakan adalah uji chi-kuadrat dan uji smirnov Kolmogorov [9].

Uji Chi-Kuadrat dilakukan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis [3].

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f} \quad (6)$$

Dimana  $\chi^2$  adalah Parameter Chi-Kuadrat, n adalah jumlah sub kelompok,  $O_f$  adalah jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke f,  $E_f$  adalah jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke f.

Parameter  $\chi^2$  merupakan variabel acak. Peluang untuk mencapai nilai  $\chi^2$  sama atau lebih kecil dari pada nilai Chi-Kuadrat yang sebenarnya ( $\chi^2$ ).

Uji smirnov kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu [10].

$$D = \text{maksimum} [P(X_n) - P(X_n)] \quad (7)$$

Debit rencana dihitung dengan menggunakan rumus rasional [11]. Hal ini karena daerah aliran tidak terlalu luas, kehilangan air sedikit dan waktu genangan relatif pendek. Data yang diperlukan antara lain luas DTA, intensitas hujan selama waktu konsentrasi dan nilai koefisien limpasan. Persamaan metode rasional sebagai berikut [10].

$$Q_p = 0,002778 C.I.A \quad (12)$$

Dimana Q adalah debit aliran air limpasan ( $m^3/detik$ ), C adalah koefisien *runoff* (berdasarkan standar baku), I adalah intensitas hujan ( $mm/jam$ ), A adalah luas daerah pengaliran ( $ha$ ), 0,002778 adalah konstanta. Intensitas hujan dihitung menggunakan rumus Mononobe, apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung [6].

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (8)$$

Dimana I adalah intensitas hujan ( $mm/jam$ ), t adalah lamanya hujan ( $jam$ ),  $R_{24}$  adalah curah hujan maksimum harian selama 24 jam ( $mm$ ).

Waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol. Lama hujan (*time of concentration*)  $t_c$  disini dianggap lamanya hujan yang akan menyebabkan debit banjir dan  $t_c$  dihitung dengan rumus *kirpich* [3]:

$$t_c = t_o + t_d \quad (9)$$

dimana :

$$t_o = \left( \frac{2}{3} x 3,28 x L x \frac{n}{\sqrt{S}} \right) \quad (10)$$

$$t_d = \frac{L_s}{60 v} \quad (11)$$

Dimana n = angka kekasaran Manning, S adalah Kemiringan lahan, L adalah panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m),  $L_s$  adalah panjang lintasan aliran di dalam saluran/sungai (m), V adalah kecepatan aliran di dalam saluran (m/detik).

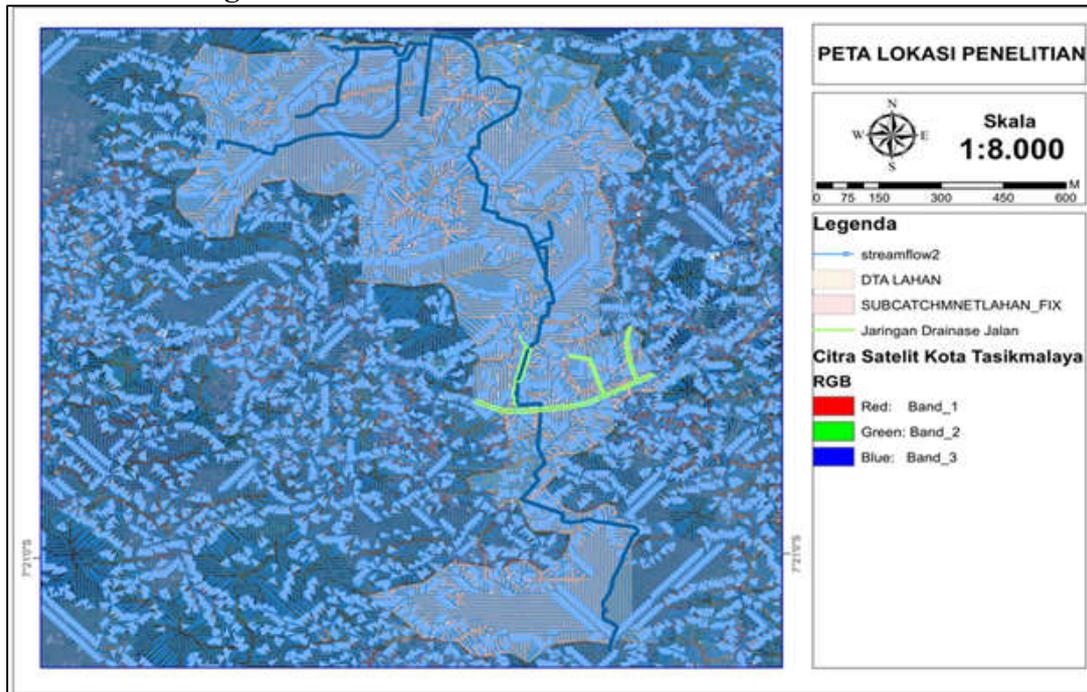
### **Pemodelan EPA SWMM**

SWMM (*Strom Water Management Model*) adalah *software* untuk model simulasi hujan limpasan (*rainfall-runoff*) yang digunakan untuk simulasi kuantitas maupun kualitas limpasan permukaan dari daerah perkotaan [5]. Dalam *software* ini, diperlukan *input* parameter agar dapat mensimulasikan limpasan yang terjadi. Parameter yang digunakan yaitu luasan yang menerima hujan dan mengalami *infiltrasi* (*subcatchment*), *junction/node* sebagai penerima *inflow* dan limpasan dari *subcatchment*, *conduit/link* sebagai penghubung antar *junction*, *rain gage* menyuplai data presipitasi untuk satu atau lebih *subcatchment* area pada studi wilayah dan *outfall node* adalah titik yang menentukan batas hilir [12].

### **III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **3.1 Penentuan Catchment Area**

*Catchment Area* ditentukan dengan melihat peta topografi dan arah aliran *runoff* atau yang disebut dengan *streamflow*, batas-batas pemisah berupa punggung atau daerah yang memiliki elevasi lebih tinggi. *Catchment area* dapat disesuaikan dengan melihat kondisi fisik di lapangan dan kondisi saluran drainase yang ada [6].

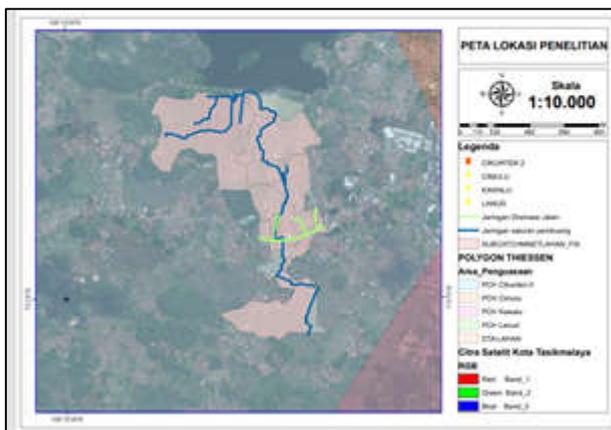


Gambar 3. Catchment Area

### 3.2 Analisis Hidrologi Hujan Kawasan

Perhitungan curah hujan dalam penelitian ini menggunakan metode polygon thiessen. Stasiun curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah stasiun Cimulu, stasiun Kawalu, stasiun Lanud dan stasiun Cikunten II.

Empat stasiun tersebut masing-masing dihubungkan dengan garis lurus untuk memperoleh luas daerah dari tiap stasiun. Dimana masing-masing stasiun mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antar stasiun.



Gambar 4. Polygon Thiessen

Perhitungan curah hujan dalam penelitian ini menggunakan metode polygon thiessen. Pada metode ini didapat stasiun curah hujan terdekat hanya stasiun curah hujan Cikunten II yang berpengaruh pada lokasi penelitian. Curah hujan yang digunakan adalah

curah hujan harian maksimum selama 14 tahun.



Gambar 5. Grafik Curah Hujan Maksimum

### 3.3 Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi pada penelitian ini dimaksudkan untuk menghitung curah hujan rencana dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun. Setelah dilakukan analisis frekuensi, dilakukan pemilihan distribusi statistic yaitu koefisien *skewness* ( $C_s$ ), koefisien kurtosis ( $C_k$ ) dari masing-masing distribusi yang dipakai [13]. Hasil perhitungan dan syarat distribusi sudah dilakukan analisis maka terpilih disrtibusi Log Person type III yang memenuhi syarat.

Setelah ditentukan distribusi, perlu diuji parameter kecocokan distribusi terhadap fungsi distribusi peluang yang dapat diperkirakan distribusi frekuensi tersebut. Pengujian yang dipakai adalah Uji Chi Kuadrat dan Uji Smirnov Kolmogorov. Hasil Uji Chi Kuadrat nilai  $X^2$  analisis  $< X^2$  tabel dengan signifikasi 5% ( $6,174 < 7,815$ ) dan nilai  $D_{max} < D_{cr}$  dengan

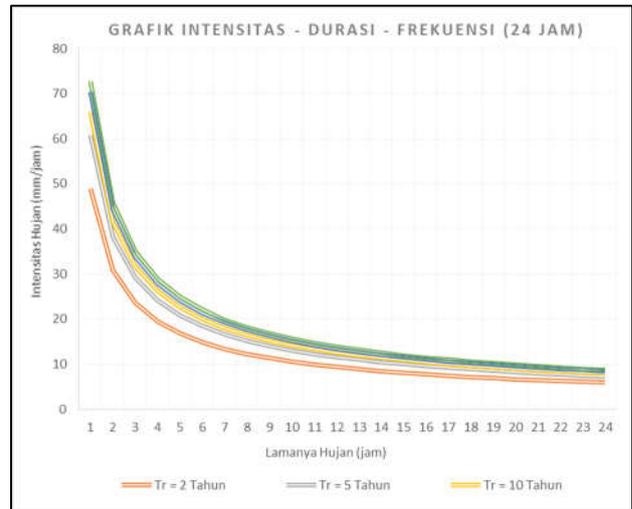
signifikansi 5% ( $-0,010 < 0,368$ ) maka, distribusi Log Person Type III dapat diterima [10].

**3.4 Analisis Intensitas Hujan**

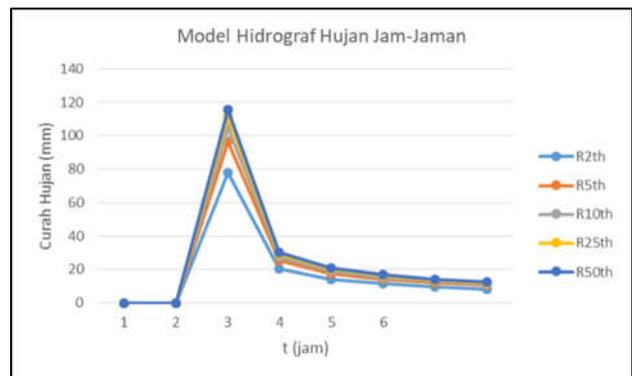
Intensitas hujan dihitung menggunakan metode Mononobe dengan berbagai periode ulang. Periode ulang merupakan waktu perkiraan dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Maka dibuat perhitungan intensitas hujan selama 24 jam pada periode ulang 2, 5, 10, 25 dan 50 tahun [14]. Perhitungan intensitas hujan ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Intensitas Curah Hujan

t (jam)	Intensitas Hujan (mm) 24 jam dengan periode Ulang (Tr)				
	Tr (Tahun)				
	2	5	10	25	50
0					
0	141	176	190	203	210
1	49	61	66	70	73
2	31	38	42	44	46
3	24	29	32	34	35
4	19	24	26	28	29
5	17	21	23	24	25
6	15	18	20	21	22
7	13	17	18	19	20
8	12	15	17	18	18
9	11	14	15	16	17
10	11	13	14	15	16
11	10	12	13	14	15
12	9	12	13	13	14
13	9	11	12	13	13
14	8	10	11	12	13
15	8	10	11	12	12
16	8	10	10	11	11
17	7	9	10	11	11
18	7	9	10	10	11
19	7	9	9	10	10
20	7	8	9	10	10
21	6	8	9	9	10
22	6	8	8	9	9
23	6	8	8	9	9
24	6	7	8	8	9

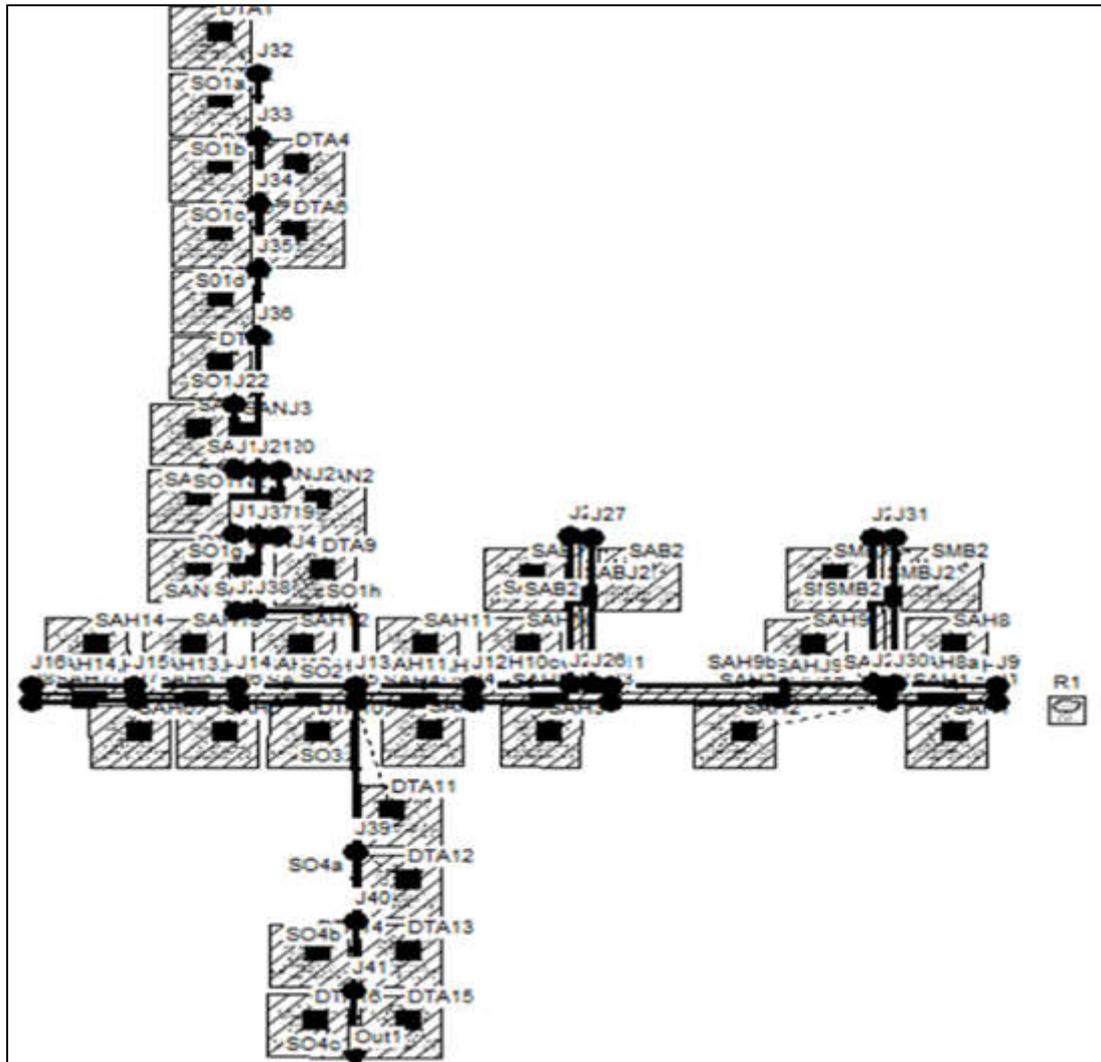


Gambar 6. Grafik-Durasi-Frekuensi



Gambar 7. Grafik Intensitas-Durasi-Frekuensi

3.5 Simulasi dengan aplikasi EPA SWMM 5.1

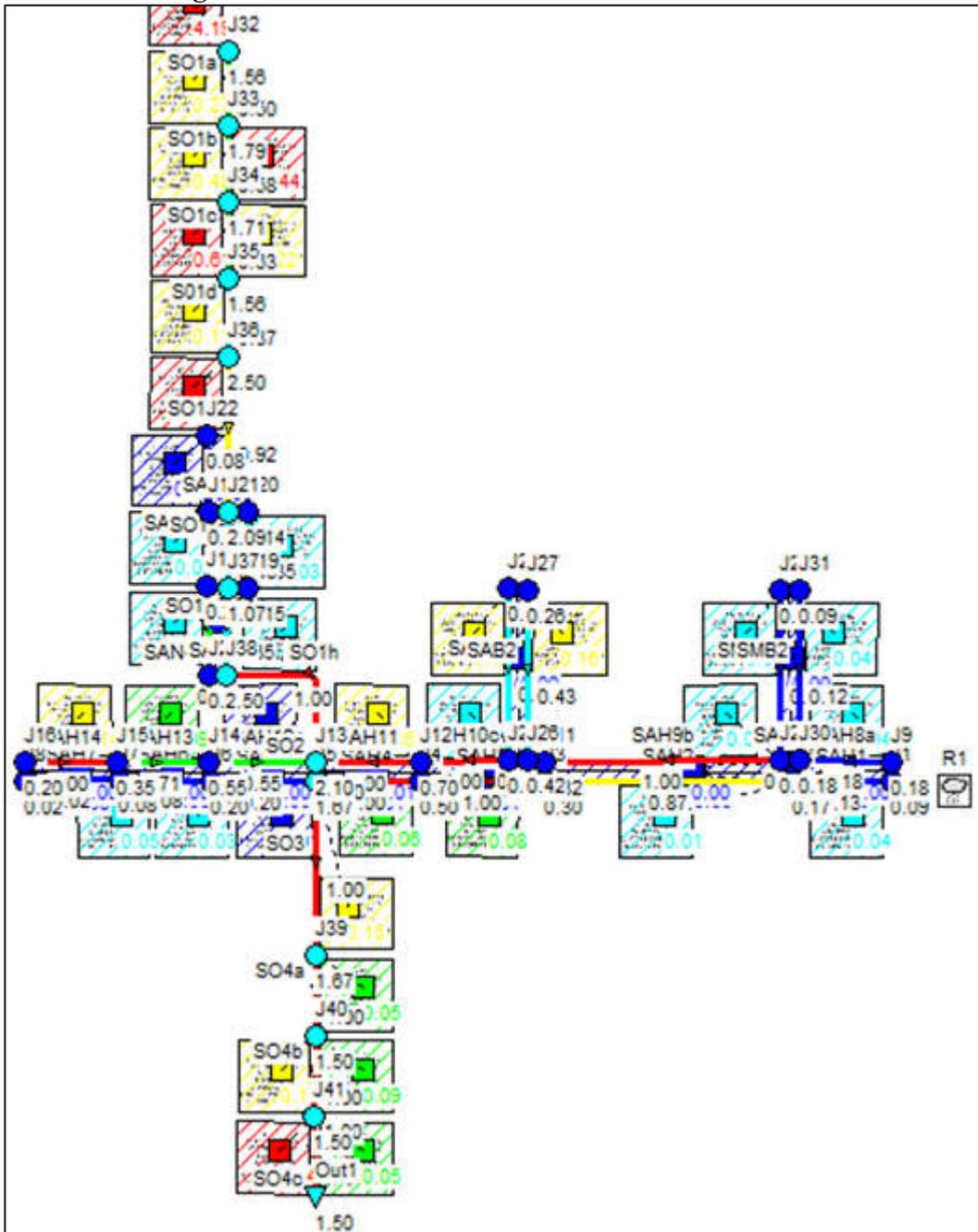


Gambar 8 Tampilan Model Jaringan Drainase

Hasil *running* dari simulasi model jaringan drainase eksisting menunjukkan *continuity error* pada *surface runoff* sebesar -0,26% dan *flow routing* -1,13%. Hasil *run simulation* dapat diterima karena nilai *continuity error* kurang dari 10% [12].

Hasil simulasi dengan aplikasi EPA SWMM 5.1 menggunakan intensitas hujan selama 6 jam dengan periode ulang 5 tahun terlihat ada perbedaan pada

masing-masing saluran. Warna tersebut menunjukkan bahwa setiap saluran itu memiliki kapasitas tampungan yang berbeda. Warna biru tua, biru muda dan hijau artinya saluran dianggap baik karena masih bisa menampung debit limpasan yang terjadi. Warna kuning itu artinya saluran telah mengalami *overflow* sedangkan untuk warna merah artinya saluran mengalami *overflow* [15].



Gambar 9. Hasil Run Simulation

**Hasil Analisis Kapasitas**

Hasil yang terlihat dari gambar diatas bahwa saluran yang mengalami *overflow* terjadi pada jam ke 1 karena intensitas pada waktu tersebut sangat tinggi. Pada jam berikutnya debit limpasan mulai surut karena intensitas hujan yang semakin menurun. Saluran yang mengalami luapan tidak mampu menampung debit limpasan akibat hujan. Hal tersebut dikarenakan saluran yang tidak memadai dan juga intensitas hujan yang tinggi [12]. Saluran SO1d, SO1e, mengalami banjir pada jam ke 2, mengalami resesi pada jam-jam berikutnya. Saluran SAH3, SAH9b, SAH10c, SAH12, SAH14, SAB1, SAB2, SO2, SO3, SO4a, SO4b dan SO4c mengalami

*overflow* selama jam simulasi. Dari hasil *summery result* juga dapat diketahui debit banjir rencana. Debit banjir rencana terbesar terjadi pada saluran SO1f sebesar 10,655 m<sup>3</sup>/detik.

### Alternatif Penanganan Banjir Redesain Saluran

Saluran yang kapasitasnya tidak memenuhi berdasarkan analisis dan pemodelan dengan aplikasi akan dilakukan penambahan dimensi baik kedalaman maupun lebar. Rencana penambahan kapasitas saluran mengikuti Pedoman Drainase Jalan tahun 2006, dengan menentukan dimensi terlebih dahulu kemudian melakukan *trial and error* menggunakan rumus manning untuk mengetahui dimensi yang direncanakan sudah menghasilkan kapasitas yang memenuhi atau belum [16].

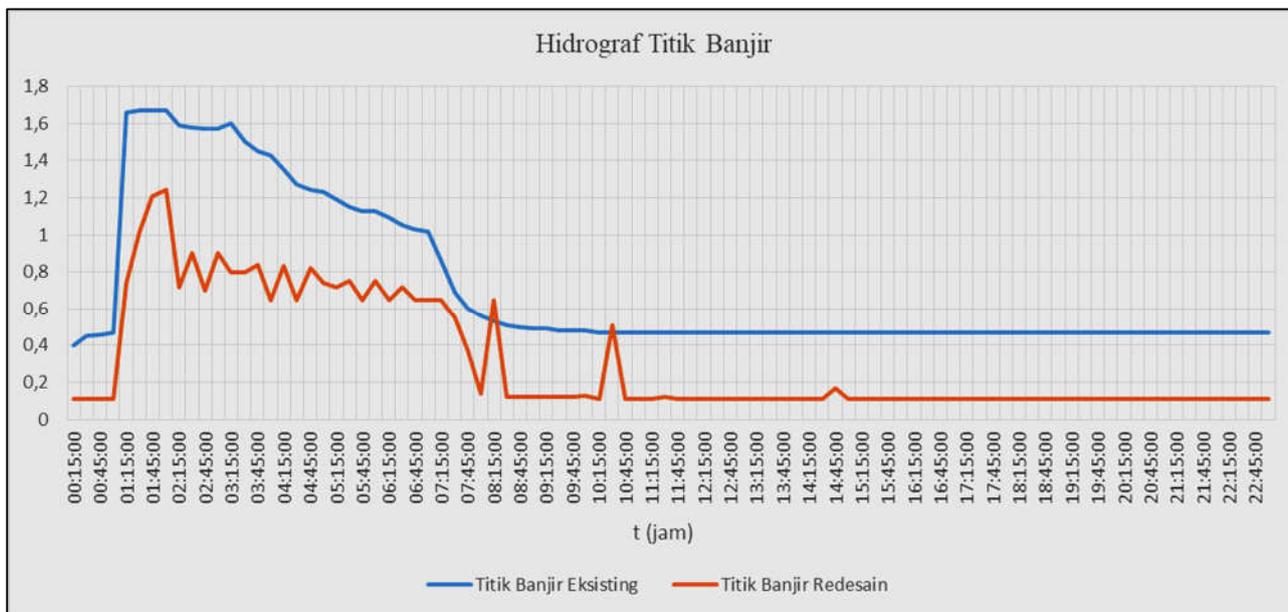
Rencana penambahan dimensi saluran drainase dilokasi penelitian dilakukan agar tidak terjadi *overflow* pada saluran [17]. Perbaikan dimensi saluran yang dilakukan berdampak kepada saluran lain karena dapat mengubah debit saluran di sekitarnya [18]. Analisis dilakukan dengan menghitung debit saluran dengan dimensi baru ( $Q_s$ ), yang nantinya akan dibandingkan dengan debit rencana ( $Q_r$ ) sehingga dapat diketahui apakah saluran mampu menampung debit banjir rencana atau tidak [11].

### Pembuatan Kolam Retensi

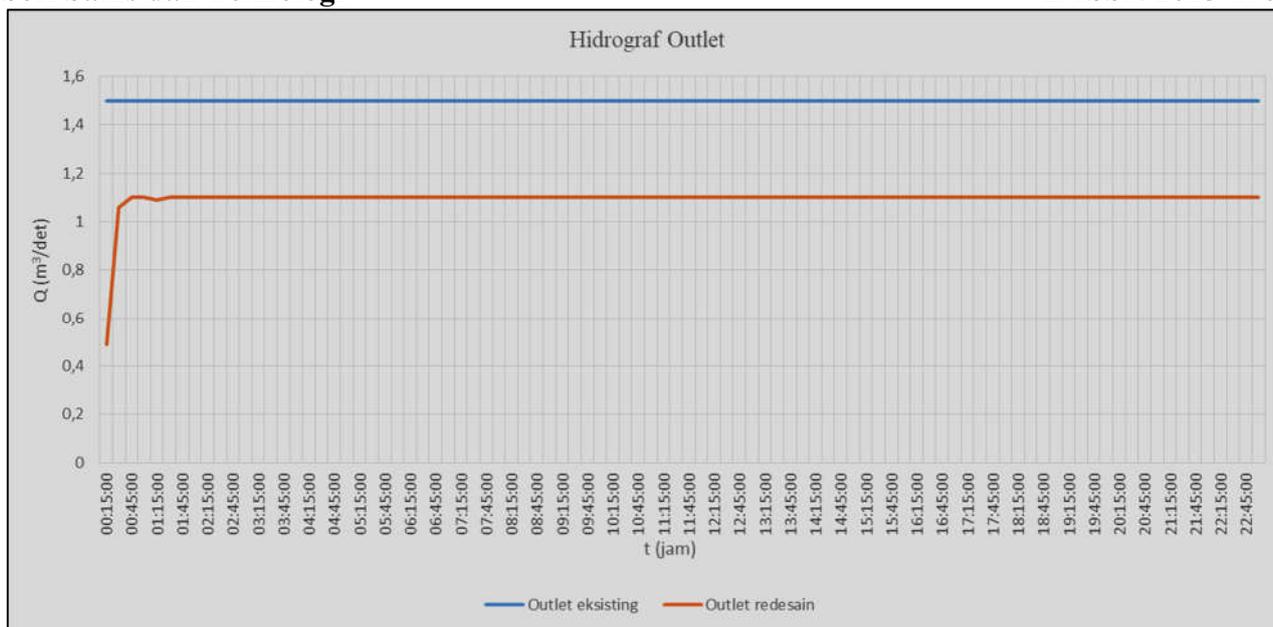
Kolam retensi adalah prasarana drainase yang berfungsi untuk menampung dan meresapkan air hujan di suatu wilayah. Kolam retensi untuk melindungi daerah hilir saluran dari kerusakan yang

disebabkan karena kondisi saluran sebelah hilir tidak mampu menampung debit dari saluran sebelah hulu, kelebihan debit tersebut ditampung dalam retensi[19]. Perhitungan volume tampungan dilakukan berdasarkan hidrograf banjir yang masuk ke kolam. Perencanaan kapasitas kolam berdasarkan pada perhitungan debit banjir rencana yang masuk ke kolam dari saluran (*inlet*) dan debit rencana yang keluar. Kolam tampung yang direncanakan harus dapat menampung kelebihan debit yang melimpas[19].

Direncanakan 5 kolam retensi pada lahan pesawahan di Perumahan Andalusia dan area pesawahan non teknis untuk menampung debit *runoff* dari DTA lahan perumahan Andalusia dan Jl. A.H Nasution. Air kolam retensi ini dapat dimanfaatkan saat musim kemarau. Simulasi dilakukan dengan menggunakan fungsi *storage unit* pada EPA SWMM 5.1 dan pintu bukaan dengan fungsi *orifice*. Kolam direncanakan mempunyai luas dan kedalaman yang berbeda-beda, disesuaikan dengan lahan yang tersedia. Parameter (luas, kedalaman, dimensi pintu pembuang, penempatan ketinggian dari dasar) disimulasikan untuk mendapatkan hidrograf *inflow-outflow* beserta perubahan tinggi muka air di kolam retensi.



Gambar 10. Hidrograf Perbandingan Debit Aliran Titik Banjir Eksisting dengan Titik Banjir Banjir setelah Redesain dan Pembuatan Kolam Retensi



Gambar 11. Hidrograf Perbandingan Debit Aliran *Outlet* Eksisting dengan *Outlet* setelah Redesain dan Pembuatan Kolam Retensi

Berdasarkan hasil simulasi, desain kolam retensi ini cukup baik dalam mengendalikan debit *runoff* terutama DTA lahan dalam menurunkan debit yang masuk ke saluran pembuang. Penurunan debit titik banjir mencapai  $0,5 \text{ m}^3/\text{detik}$ , dan penurunan debit di *outlet* mencapai  $0,4 \text{ m}^3/\text{detik}$ .

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi dan pemodelan sistem drainase menggunakan *software* EPA SWMM 5.1 di Jalan A.H Nasution Kota Tasikmalaya terhadap banjir dapat disimpulkan bahwa :

1. Daerah tangkapan air ditentukan dengan melihat peta topografi dan daerah aliran sungai (DAS) yang dibatasi oleh punggung gunung dimana air hujan jatuh di daerah tersebut yang nantinya akan mengalir pada saluran dengan elevasi tertinggi menuju elevasi terendah dengan luas 81,81 ha.
2. Intensitas hujan terbesar terjadi pada jam pertama dan kemudian menurun pada jam selanjutnya. Nilai intensitas terbesar untuk berbagai periode ulang diantaranya PUH 2 tahun = 141 mm/jam; PUH 5 tahun = 176 mm/jam; PUH 10 tahun = 190 mm/jam; PUH 25 tahun = 203 mm/jam; PUH 50 tahun = 210 mm/jam.
3. Debit banjir rencana terbesar pada saluran SO1c karena menerima debit limpasan dari saluran-saluran sebelumnya. Debit limpasan tersebut diambil dari hasil *running simulation* dengan PUH 5 tahun sebesar  $12,820 \text{ m}^3/\text{detik}$ .
4. Berdasarkan hasil Analisis, terdapat beberapa saluran yang tidak dapat menampung debit banjir

rencana. Saluran tersebut diantaranya SAH3, SAH9b, SAH10c, SAH12, SAH14, SAB1, SAB2, SO1d, SO1e, SO2, SO3, SO4a, SO4b dan SO4c.

5. Hasil dari simulasi diketahui terdapat beberapa saluran yang mengalami banjir. Maka dari itu perlu adanya alternatif penanganan yaitu normalisasi saluran dengan pengerukan sampah dan sedimen serta pemeliharaan secara berkala, penambahan dimensi saluran sehingga bisa menampung debit banjir rencana dan penambahan saluran baru. Selanjutnya dibuat kolam retensi dengan luas disesuaikan dengan lahan yang tersedia untuk mengatur aliran air yang mengalir pada saluran pembuang.

##### 4.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat disampaikan sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan pemeliharaan pada saluran secara berkala, karena banyak sekali drainase yang menjadi dangkal akibat sedimentasi dan sampah yang menumpuk.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk menerapkan sistem drainase berwawasan lingkungan, yaitu sistem drainase yang bukan hanya membuang air tapi juga dapat menyimpan air untuk memperkecil limpahan seperti pembuatan lubang resapan biopori maupun sumur resapan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Irawan, W. Julainti, and W. G. Prakoso, "Simulasi sistem drainase jl siliwangi untuk

- penanganan banjir menggunakan epa swmm 5.1,” no. February 2021, 2020.
- [2] A. K. Hidayat, P. Irawan, Hendra, J. Ikhsan, and S. Atmaja, “Analisis dan Pemetaan Limpasan Permukaan di DAS Citanduy Hulu dengan Metode SCSN,” *Rona Tek. Pertan.*, vol. 14, no. 1, pp. 73–86, 2021, doi: 10.17969/rtp.v14i1.17699.
- [3] S. A. Kartawijaya, A. Sutandi, and V. Kurniawan, “Analisis Kapasitas Saluran Drainase Di Kecamatan Kelapa Gading,” *JMTS J. Mitra Tek. Sipil*, vol. 4, no. 2, p. 469, 2021, doi: 10.24912/jmts.v0i0.10517.
- [4] R. Tamimi, S. Wahyuni, and E. Hidayah, “Kajian Evaluasi Sistem Drainase Jalan Srikoyo Kecamatan Patrang Kabupaten Jember (Evaluation of Drainage System in Jalan Srikoyo Kecamatan Patrang Kabupaten Jember),” *J. Rekayasa Sipil dan Lingkung.*, vol. 1, no. 01, p. 18, 2016, doi: 10.19184/jrsl.v1i01.3741.
- [5] A. Setyawan, A. Puri, and H. Harmiyati, “Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Saluran Drainase Jalan Arifin Ahmad Pada Ruas Antara Jalan Rambutuan Dengan Jalan Paus Ujung Di Kota Pekanbaru,” *J. SAINTIS*, 2018, doi: 10.25299/saintis.2018.vol18(2).3187.
- [6] Nurhamidin, I. Jasin, and F. Halim, “Analisis Sistem Drainase Kota Tondano ( Studi Kasus Kompleks Kantor Bupati Minahasa ),” *J. Sipil Statik*, vol. 3, no. 9, pp. 599–612, 2015.
- [7] R. Tamimi, “Kajian Evaluasi Sistem Drainase Jalan Srikoyo Kecamatan Patrang Kabupaten Jember,” Universitas Jember, 2015.
- [8] H. Hasmar, *Drainase Terapan*. Yogyakarta: UII Press, 2011.
- [9] D. Fairizi, “Analisis Dan Evaluasi Saluran Drainase Pada Kawasan Perumnas Talang Kelapa Di Subdas Lambidaro Kota Palembang,” *J. Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 3, no. 1, pp. 755–765, 2015.
- [10] Suripin, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi, 2004.
- [11] T. Sadewo and S. Sutoyo, “Kajian Sistem Drainase di Daerah Jalan Pemuda Kota Bogor,” *J. Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 3, no. 3, pp. 111–120, 2018, doi: 10.29244/jsil.3.3.111-120.
- [12] E. Resmani, “Analisa Kapasitas Tampung Saluran Drainase Akibat Pengaruh Limpasan Permukaan Kecamatan Kota Sumenep,” Univeristas Brawijaya, 2017.
- [13] M. Fuat, “Digital Repository Universitas Jember Digital Repository Universitas Jember,” Universitas Jember, 2015.
- [14] W. Juliyanti, “Analisa Reduksi Debit Saluran Dengan Penerapan Rain Water Harvesting Menggunakan Aplikasi Epa Swmm 5.1 Di Perumahan Sukolilo Dian Regency Kota Surabaya SkripSI,” Universitas Siliwangi, 2020.
- [15] R. Riyanto, “Evaluasi dan Pemodlan Sistem Drainase Menggunakan Program EPA SWMM 5.1 di Jalan Mayor S.L Tobing Kota Tasikmalaya Terhadap Banjir,” Universitas Siliwagi.
- [16] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 2415:2016 - Tata cara perhitungan debit banjir rencana*. Jakarta: BSN, 2016.
- [17] Supropto, “Analisis Sistem Drainase untuk Penanganan Genangan di Kecamatan Magetan Utara,” 2018.
- [18] K. Lutfhi and W. B. S. Roh, “Analisis Kapasitas Saluran Drainase Menggunakan Bogor , Jawa Barat,” *Ftp, Itb*, vol. 03, no. 03, 2018.
- [19] L. A. Rossman, *Storm Water Management Model User ' s Manual Version 5 . 1*, no. September. Cincinnati: Office of Research and Development, 2015.
- [20] D. J. C. K. Karya, *Tata cara penyusunan rencana induk sistem drainase perkotaan*. Jakarta: Budi Yuwono, 2012.
- [21] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, “Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor/3/PRT/M/2013,” *Tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga*, pp. 1–374, 2014.