BOUWPLANK
Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan
Vol. 6 No. 2, Oktober 2026

E-ISSN 2807-5579
P-ISSN 2807-5889
Halaman 107-117

Studi Analisis Drainase Perkotaan Berbasis SWMM 5.1 Pada Saluran Primer Kedungbanteng – Banjarasri Kecamatan Tanggulangin, Kabupaten Sidoarjo

Moch. Fasya Alfarisi[1*], Riman[2], Abdul Halim[3]

[1,2,3]Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widya Gama Malang
*Email Korespondensi: mochfasyaalfarisi234@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini membahas tentang analisis kinerja sistem drainase perkotaan pada saluran primer di daerah Kedungbanteng-Banjarasri, Kecamatan Tanggulangin, Kabupaten Sidoarjo, menggunakan perangkat lunak EPA SWMM 5.1. Perkembangan wilayah diiringi perubahan tata guna lahan menyebabkan meningkatnya limpasan permukaan, sementara kapasitas saluran drainase yang tersedia belum mampu mengakomodasi peningkatan debit aliran secara optimal. Kondisi tersebut mengakibatkan terjadinya banjir pada beberapa titik di wilayah tersebut. Metode penelitian dilakukan melalui analisis hidrologi dan hidraulika berdasarkan data curah hujan, data topografi, serta data eksisting saluran drainase. Curah hujan rancangan dihitung menggunakan periode ulang 10 tahun, kemudian dimodelkan ke dalam EPA SWMM 5.1 untuk mengevaluasi kapasitas saluran, debit limpasan, serta kondisi hidraulika jaringan drainase eksisting. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa curah hujan rancangan periode 10 tahun sebesar 83,170 mm dengan volume limpasan permukaan sebesar 3,907 ha-m atau 72,55 % dari total volume hujan yang jatuh pada daerah tangkapan. Debit puncak terbesar terjadi pada *subtatchment* S4 sebesar 0,56 m³/ detik, diikuti oleh S6 sebesar 0,53 m³/detik dan S1 sebesar 0,52 m³/detik. Hasil evaluasi menunjukkan saluran C4 dan C5 mengalami kondisi *Conduit surcharge* dengan nilai *Max/Full Depth* mencapai 1,00. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kapasitas saluran tidak mampu menampung debit aliran yang masuk sehingga terjadi tekanan hidrolis balik (*backwater*). Selain itu, sedimentasi dan pertumbuhan vegetasi liar pada saluran turut mengurangi kapasitas penampang yang menyebabkan terjadinya luapan pada *junction* J4 dan J5 dengan total volume banjir sebesar 140 m³. Berdasarkan hasil evaluasi, pompa portabel dengan kapasitas asumsi 0,1 m³/detik disarankan sebagai alternatif penanganan secara teoritis tanpa mengubah dimensi saluran eksisting.

Kata Kunci: Drainase Perkotaan, EPA SWMM 5.1, Debit Limpasan, *Surcharge* , Genangan dan Curah Hujan Rancangan.

ABSTRACT

This study examines the performance analysis of the urban drainage system in the primary channels of the Kedungbanteng-Banjarasri area, Tanggulangin Subdistrict, Sidoarjo Regency, using EPA SWMM 5.1 software. Regional development, accompanied by changes in land use, has led to an increase in surface runoff, while the capacity of the existing drainage channels has not been able to optimally accommodate the increased flow. These conditions have resulted in flooding at several locations in the area. The research methodology involved hydrological and hydraulic analyses based on rainfall data, topographic data, and existing drainage channel data. The design rainfall was calculated using a 10-year return period and then modeled in EPA SWMM 5.1 to evaluate channel capacity, runoff discharge, and the hydraulic conditions of the existing drainage network. The results of this study indicate that the 10-year design rainfall is 83.170 mm, with a surface runoff volume of 3.907 ha-m, or 72.55% of the total rainfall volume falling within the catchment area. The highest peak discharge occurred in sub-catchment S4 at 0.56 m³/second, followed by S6 at 0.53 m³/second and S1 at 0.52 m³/second. The evaluation results showed that channels C4 and C5 experienced conduit surcharge conditions with a Max/Full Depth ratio reaching 1.00. These conditions indicate that the channel's capacity is insufficient to accommodate the incoming flow, resulting in backwater. Additionally, sedimentation and the growth of invasive vegetation in the channel further reduce the cross-sectional capacity, causing overflow at junctions J4 and J5 with a total flood volume of 140 m³. Based on the evaluation results, a portable pump with an assumed capacity of 0.1 m³/second is recommended as a theoretical mitigation alternative without altering the dimensions of the existing channel.

Keywords: *Urban Drainage, EPA SWMM 5.1, Runoff Discharge, Surcharge, Flooding, and Design Rainfall.*

1. PENDAHULUAN

Drainase perkotaan merupakan infrastruktur yang berfungsi mengendalikan limpasan permukaan akibat curah hujan untuk mengurangi risiko genangan dan banjir. Peningkatan intensitas hujan serta perubahan tata guna lahan akibat perkembangan kawasan perkotaan menyebabkan kapasitas sistem drainase eksisting sering kali tidak mampu menampung debit limpasan. Kondisi tersebut juga terjadi di daerah Kedungbanteng–Banjarasri, Kecamatan Tanggulangin, Kabupaten Sidoarjo, di mana saluran primer masih mengalami luapan saat hujan berintensitas tinggi sehingga menimbulkan genangan [1]. Penelitian terdahulu oleh Fahruddiansyah dkk, [1] mengevaluasi sistem jaringan drainase di daerah Kedungbanteng–Banjarasri menggunakan ArcGIS 10.5 dengan fokus pada kondisi dan pemetaan jaringan. Penelitian ini menggunakan pendekatan berbeda dengan menerapkan EPA SWMM 5.1 untuk menganalisis kinerja hidrologi dan hidraulika saluran primer berdasarkan curah hujan dan karakteristik saluran eksisting. Keterbaruan penelitian ini terletak pada penerapan EPA SWMM 5.1 untuk menganalisis respons saluran primer terhadap curah hujan rancangan periode ulang 10 tahun, mengidentifikasi saluran yang mengalami *surcharge* dan titik *junction* yang mengalami *flooding*, serta menentukan alternatif penanganan berdasarkan hasil simulasi. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi terhadap kinerja saluran drainase eksisting menggunakan EPA SWMM 5.1, yang mampu mensimulasikan proses hidrologi dan hidraulika untuk mengevaluasi kapasitas saluran serta mengidentifikasi titik luapan. Penelitian ini bertujuan menganalisis kapasitas saluran primer di daerah Kedungbanteng–Banjarasri menggunakan EPA SWMM 5.1 serta menyusun alternatif penanganan pada lokasi yang mengalami luapan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Banjir

Banjir merupakan salah satu bencana hidrometeorologi yang sering terjadi di Indonesia akibat tingginya curah hujan, kondisi topografi, serta faktor lingkungan yang meningkatkan potensi terjadinya genangan [2]. Banjir terjadi ketika debit aliran melebihi kapasitas sungai atau saluran drainase sehingga menyebabkan genangan. Kejadian banjir dipengaruhi oleh tingginya curah hujan, perubahan tata guna lahan, pendangkalan sungai, penyempitan saluran dan hambatan aliran air. Berdasarkan karakteristik penyebabnya, banjir dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu banjir bandang, banjir genangan, banjir lumpur, banjir rob dan banjir Cileuncang [3], [4].

2.2 Drainase

Drainase merupakan sistem yang berfungsi mengalirkan, menguras atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan sehingga dapat mengurangi potensi genangan dan banjir. Berdasarkan sistem jaringannya, drainase dibedakan menjadi drainase mikro yang melayani kawasan lokal dan drainase makro yang berfungsi mengalirkan debit air dalam skala yang lebih besar [5]. Fungsi utama drainase adalah mengendalikan kelebihan air permukaan, mengurangi risiko genangan dan banjir, mencegah erosi, serta melindungi infrastruktur [6]. Sistem drainase yang baik juga berperan dalam menjaga kualitas lingkungan dan mendukung kesehatan masyarakat [7].

2.3 Kondisi Hidrologi

Analisis hidrologi dilakukan untuk menentukan curah hujan rancangan, intensitas hujan dan debit banjir rencana sebagai dasar evaluasi kapasitas saluran drainase. Analisis curah hujan rancangan terdapat beberapa metode yaitu metode rata-rata aljabar, metode Polygon Thiessen dan Metode Isohyet [8]. Pada penelitian ini metode yang digunakan yaitu Metode Rata-Rata Aljabar (Aritmatika Sederhana) yang dapat dilihat sebagai berikut:

$$\bar{R} = \frac{R1+R2+R3\ldots Rn}{n} \quad \ldots\ldots (1)$$

Dimana :

$\bar{R}$	= Curah hujan rata-rata (mm)
R1, R2,R3,…Rn	= Curah hujan yang tercatat di stasiun penakar hujan.
n	= jumlah stasiun penakar hujan

Kemudian dilanjutkan dengan tahapan analisis frekuensi, Analisis ini bertujuan memperoleh nilai curah hujan rancangan yang digunakan sebagai dasar dalam perencanaan dan evaluasi bangunan hidraulik, seperti sistem drainase, saluran dan pengendalian banjir. Pemilihan distribusi yang digunakan didasarkan pada karakteristik data serta hasil uji kesesuaian distribusi yaitu uji Chi Square dan Smirnov Kolmogorov. Adapun persamaan yang digunakan penelitian ini dalam analisis frekuensi adalah sebagai berikut :

a. Distribusi Log Pearson Type III

$$\log X_t = \overline{logx} + (\mathrm{k} \, . S_{(logx)}) \quad (2)$$

Dimana :

Log x = rata – rata nilai logaritma data x sesuai data pengamatan
$S_{(logx)}$ = simpangan baku nilai logaritma data x sesuai data pengamatan
K = Faktor frekuensi
Xt = jumlah curah hujan dengan periode tahunan (T) [9]

b. Uji Distribusi Frekuensi [8]
- Uji Chi Square

$$X^2_H = \sum_{i=1}^{n} \frac{(Ef-of)^2}{Ef} \quad (3)$$

Dimana :

X^2_H = Nilai *Chi Square*
Ef = Nilai yang diharapkan
Of = Nilai yang diamati

- Uji Smirnov Kolmogorov ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Harga Kristis (Cr) *Smirnov Kolmogrov*

N	a			
	0.2	**0.1**	**0.05**	**0.01**
5	0.45	0.51	0.36	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.3	0.34	0.4
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.2	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.18	0.18	0.2	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
n < 50	1.07 / √n	1.22 / √n	1.36 / √n	1.63 / √n

c. Intensitas Curah Hujan (I)
Untuk mendapatkan intensitas hujan dalam periode 1 jam dari data curah hujan harian maksimum dapat menggunakan rumus Mononobe sebagai berikut :

$$I = \frac{R}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{0,67} \quad (4)$$

Dimana :

I = Intensitas hujan (mm/jam)
R = Curah hujan total dalam 1 hari (mm)
t = Durasi hujan (jam)

2.4 Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika merupakan analisis yang digunakan untuk mengevaluasi kemampuan saluran dalam mengalirkan debit aliran berdasarkan karakteristik aliran dan dimensi saluran [9].

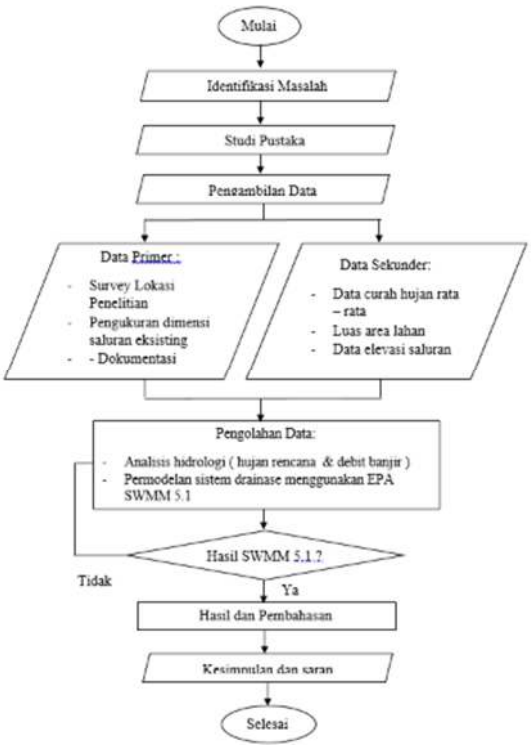
a. Tipe Aliran, pada saluran terbuka meliputi aliran seragam dan tidak seragam, aliran permanen dan tidak permanen, serta aliran subkritis, kritis dan superkritis yang ditentukan berdasarkan bilangan *Froude*, aliran turbulen dan laminar [10], [11], [12] .

b. Penampang saluran, digunakan untuk mengalirkan debit air sesuai dimensi saluran. Perhitungan kecepatan aliran dan debit umumnya menggunakan persamaan Manning.
c. Koefisien kekerasan *manning* (n), merupakan parameter yang memengaruhi kecepatan dan kapasitas aliran, dengan nilai yang ditentukan berdasarkan jenis material saluran [10].

2.5 Pemodelan Drainase menggunakan EPA SWMM 5.1

Storm Water Management Model (SWMM) merupakan perangkat lunak yang dikembangkan oleh *United State Environmental Protection Agency* (U.S.EPA) untuk menganalisis hubungan antara curah hujan, limpasan permukaan dan kapasitas saluran drainase sehingga dapat digunakan dalam evaluasi kinerja sistem drainase [13]. Komponen utama yang digunakan dalam pemodelan SWMM 5.1 meliputi *Subtatchment, Junction (nodes), Conduit (Links), Outfall* dan *Rain Gage* [14]. *Subtatchment* mempretasikan daerah tangkapan hujan, *junction* merupakan titik pertemuan aliran, *Conduit* berfungsi sebagai saluran pengalir, *Outfall* merupakan titik pembuangan akhir, sedangkan *Raingage* digunakan sebagai input data curah hujan pada simulasi [15].

3. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Bagan Alir

Penelitian dilakukan pada saluran primer yang melewati Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri, Kecamatan Tanggulangin, Kabupaten Sidoarjo. Jarak saluran yang diteliti sepanjang 1.500 meter. Tahapan Penelitian pada bagan alir Gambar 1 meliputi studi pustaka, pengumpulan data primer dan sekunder, analisis hidrologi, pemodelan sistem drainase menggunakan EPA SWMM 5.1, proses simulasi (*Running*), analisis hasil simulasi serta penyusunan kesimpulan dan Saran Penanganan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi dilakukan sebagai dasar dalam menentukan besarnya curah hujan rancangan dan debit banjir rencana yang digunakan pada pemodelan sistem drainase menggunakan EPA SWMM 5.1. Data curah hujan yang digunakan merupakan data curah hujan

harian maksimum periode tahun 2015-2024 dari 3 stasiun surah hujan yaitu Kludan, Putat dan Porong yang diperoleh dari satelit NASA. Untuk memvalidasi data NASA yang digunakan telah dilakukan pembandingan atau koreksi data dengan data BMKG yang tersedia yaitu tahun 2015-2020 (4 tahun) sehingga memiliki nilai yang mendekati data observasi, hal ini dilakukan karena data BMKG yang tidak dapat diakses bebas untuk periode yang akan digunakan. Selanjutnya, data curah hujan diolah untuk memperoleh curah hujan wilayah menggunakan metode rata-rata aljabar, kemudian dilakukan analisis frekuensi untuk menentukan curah hujan rancangan pada beberapa periode ulang. Hasil analisis frekuensi dihitung menggunakan beberapa distribusi probabilitas yaitu Distribusi Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Pearson Type III. Hasil perhitungan curah hujan rancangan untuk setiap distribusi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Dispersi

UJI DISPERSI				
Jenis Distribusi	Syarat		Hasil	Keterangan
Normal	Cs =	0	0.35	Tidak Memenuhi
	Ck =	3	0.39	Tidak Memenuhi
Gumbel	Cs ≤	1.139	0.35	Memenuhi
	Ck ≤	5.4	0.39	Memenuhi
Log Normal	Cs =	3	0.007	Tidak Memenuhi
	Cv =	0.06	0.037	Tidak Memenuhi
Log Pearson Type III	Cs ≠	0	0.007	Memenuhi

Sumber : Perhitungan Excel 2026

Selanjutnya dilakukan uji kesesuaian distribusi menggunakan metode Chi Square dan Smirnov Kologorov untuk menentukan distribusi yang paling sesuai dengan karakteristik data curah hujan. Berdasarkan hasil pengujian, distribusi Log Pearson Type III dipilih karena memiliki nilai deviasi yang lebih kecil serta lebih mendekati nilai kritis pada uji Smirnov Kolmogorov dibandingkan Gumbel. Hasil uji kesesuaian distribusi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Distribusi

HASIL UJI DISTRIBUSI								
Uji Dispersi			Uji Chi Kuadrat			Uji Smirnov Kolmogrov		
Gumbel			Gumbel			Gumbel		
Syarat	Hasil	Keterangan	Syarat	Hasil	Keterangan	Syarat	Hasil	Keterangan
Cs ≤ 1.139	0,35	**Diterima**	X2 < X2Cr	0,4	**Diterima**	Dmax < Dcr	0,090	**Diterima**
Ck ≤ 5.4	0,39	**Diterima**						
Log Pearson Type III			Log Pearson Type III			Log Pearson Type III		
Cs ≠ 0	0,007	**Diterima**	X2 < X2Cr	0,4	**Diterima**	Dmax < Dcr	0,060	**Diterima**

Sumber : Perhitungan Excel 2026

Curah hujan rancangan yang diperoleh dari distribusi Log Pearson Type III selanjutnya digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan menggunakan Metode Mononobe yang selanjutnya digunakan sebagai data masukan dalam pemodelan EPA SWMM 5.1 yang ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Intensitas Hujan dengan Metode Mononobe

INTENSITAS HUJAN MONONOBE					
T (Jam)	Periode Ulang				
	2	5	10	20	50
1	23,94	27,26	29,19	30,86	32,88
2	15,08	17,17	18,39	19,44	20,71
3	11,51	13,11	14,03	14,83	15,81
4	9,50	10,82	11,58	12,25	13,05
5	8,19	9,32	9,98	10,55	11,24
6	7,25	8,26	8,84	9,35	9,96
T (Jam)	Periode Ulang				
	2	5	10	20	50
7	6,54	7,45	7,98	8,43	8,99
8	5,98	6,82	7,30	7,71	8,22
9	5,53	6,30	6,75	7,13	7,60
10	5,16	5,87	6,29	6,65	7,08
11	4,84	5,51	5,90	6,24	6,65

INTENSITAS HUJAN MONONOBE					
T (Jam)	Periode Ulang				
	2	5	10	20	50
12	4,57	5,20	5,57	5,89	6,27
13	4,33	4,93	5,28	5,58	5,95
14	4,12	4,69	5,02	5,31	5,66
15	3,94	4,48	4,80	5,07	5,41
16	3,77	4,29	4,60	4,86	5,18
17	3,62	4,12	4,41	4,67	4,97
18	3,49	3,97	4,25	4,49	4,79
19	3,36	3,83	4,10	4,33	4,62
20	3,25	3,70	3,96	4,19	4,46
21	3,15	3,58	3,83	4,05	4,32
22	3,05	3,47	3,72	3,93	4,19
23	2,96	3,37	3,61	3,82	4,07
24	2,88	3,28	3,51	3,71	3,95

Sumber : Perhitungan Excel 2026

4.2 Data Eksisting Jaringan Drainase

Data eksisting jaringan drainase yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari instansi terkait dan digunakan sebagai parameter masukan dalam perhitungan. Model EPA SWMM 5.1, data tersebut meliputi karakteristik disik jaringan drainase, yaitu *Subtatchment, Junction, Conduit, Cross Section, Outfall*.

a. Data *Subatchment*, pada Tabel 5 digunakan untuk mempresentasikan karakteristik hidrologi daerah tangkapan. Pembagian *subcatchment* dilakukan berdasarkan batas daerah tangkapan air yang mengarah ke masing-masing *junction* pada jaringan drainase yang dimodelkan.

Tabel 5. Data Subtatchment

ID Subtatchment	Outlet	Area (ha)	Width (m)	Slope (%)	Imperv (%)	N-Imperv	N-Perv	Dstore-Imperv (mm)	Dstore-perv (mm)	Zero-Imperv (%)
S1	J1	8.44	393.47	3.8	60	0.01	0.1	0.05	0.05	25
S2	J2	7.74	249.68	3.3	45	0.01	0.1	0.05	0.05	25
S3	J2	7.59	441.28	0.3	50	0.01	0.1	0.05	0.05	25
S4	J3	9.49	297.49	3.1	60	0.01	0.1	0.05	0.05	25
S5	J4	9.15	259.21	3.1	35	0.01	0.1	0.05	0.05	25
S6	J5	11.9	305.52	3.1	40	0.01	0.1	0.05	0.05	25
S7	J6	5.6	233.33	2.5	50	0.01	0.1	0.05	0.05	25
S8	J7	4.85	256.61	2.5	50	0.01	0.1	0.05	0.05	25

Sumber : Perhitungan Excel 2026

b. Data *Junction*, pada Tabel 6 digunakan untuk mempresentasikan kondisi eksisting jaringan drainase. *Junction* ditentukan berdasarkan titik pertemuan, perubahan, atau hubungan antar segmen saluran pada sistem drainase eksisting.

Tabel 6. Data Junction

D Junction	X-Coordinate	Y-Coordinate	Elv.
J1	-539.009	2459.426	6
J2	2389.791	4321.346	5.8
J3	3773.202	5017.401	5.5
J4	5730.858	5406.032	5.3
J5	7971.288	5962.877	4.9
J6	8491.879	6687.935	4.5
J7	9762.181	7012.761	3.5

Sumber : Perhitungan Excel 2026

c. Data *Conduit*, pada Tabel 7 digunakan sebagai parameter aliran dalam simulasi. Parameter hidraulik berupa dimensi penampang saluran dan nilai kekasaran Manning ditentukan berdasarkan kondisi saluran eksisting yang digunakan sebagai input model. Nilai kekasaran Manning disesuaikan dengan karakteristik permukaan saluran pada masing-masing conduit.

Tabel 7. Data Conduit

ID Conduit	Length (m)	Roughness
C1	438.41	0.017
C2	187.57	0.05
C3	235.68	0.05
C4	269.56	0.05
C5	123.9	0.05
C6	179.54	0.05
C7	61.84	0.05

Sumber : Perhitungan Excel 2026

d. Data *Cross Section*, pada Tabel 8 digunakan untuk mempresentasikan kapasitas saluran eksisting. Dimensi penampang saluran yang digunakan dalam pemodelan SWMM ditentukan berdasarkan kondisi eksisting hasil pengukuran lapangan. Pada saat pengamatan, ditemukan adanya vegetasi pada beberapa bagian saluran yang menjadi bagian dari kondisi eksisting saluran yang dimodelkan.

Tabel 8. Data Cross Section

Shape	Bottom Width	Left Slope	Right Slope	Max Depth/Max Height
Trapezoidal	4.11	0.55	0.55	1.1
Trapezoidal	2.78	0.92	0.92	1.2
Trapezoidal	2.78	0.92	0.92	1.2
Trapezoidal	2.05	0.92	0.92	1.2
Trapezoidal	1.37	0.83	0.83	1.2
Trapezoidal	1.37	0.83	0.83	1.2
Trapezoidal	1.37	0.83	0.83	1.2

Sumber : Perhitungan Excel 2026

e. Data *Outfall*, pada Tabel 9 digunakan sebagai kondisi batas (*boundary condition*) dalam simulasi.

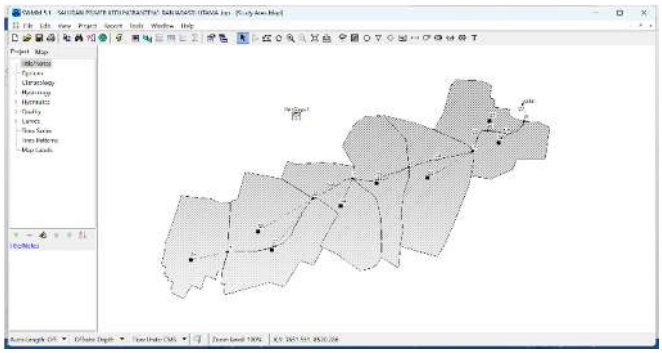
Tabel 9. Data Outfall

ID Outfall	X-Coordinate	Y-Coordinate	Elv
Outfall	9719.101	7578.027	3

Sumber : Perhitungan Excel 2026

4.3 Pemodelan Sistem Drainase Menggunakan EPA SWMM 5.1

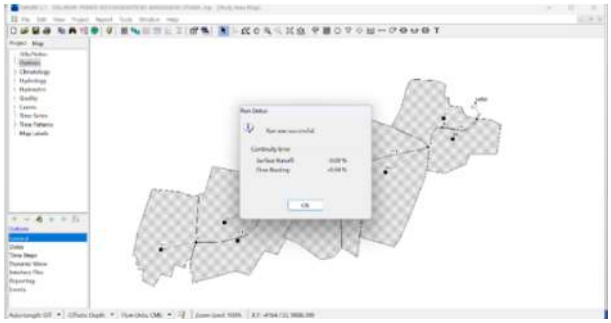
Pemodelan sistem drainase dilakukan menggunakan perangkat lunak EPA SWMM 5.1 dengan mengintegrasikan data hasil analisis hidrologi dan data eksisting jaringan drainase pada Gambar 2. Di input melalui *Raingage* dan *Time Serie*. Pemodelan diawali dengan penyusunan layout jaringan drainase sesuai kondisi lapangan, kemudian dilakukan penginputan parameter pada setiap komponen model berdasarkan data hasil survei dan hasil hidrologi. Setelah seluruh parameter selesai di input, dilakukan pengaturan *Simulation Options* sesuai kebutuhan simulasi sebelum proses *running* untuk memperoleh kondisi aliran pada jaringan drainase.



Gambar 2. Layout Keseluruhan Parameter pada SWMM 5.1

4.4 *Running* Simulasi EPA SWMM 5.1

Setelah seluruh parameter model, selesai di input dilakukan pengaturan *Simulation Options* yang meliputi metode *Infiltrasi Curve Number* (CN), *Flow Routing*, serta periode simulasi sesuai durasi hujan rencana. Selanjutnya, model dijalankan (*running*) untuk mensimulasikan respon hidrologi dan hidrolika sistem drainase pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan *Running Sucsessfull*

4.5 Hasil Simulasi Menggunakan EPA SWMM 5.1

Setelah seluruh parameter model di *input* dan proses simulasi (*running*) dilakukan menggunakan EPA SWMM 5.1 diperoleh *output* yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem drainase eksisting.

a. Status *Report*, pada Tabel 10 hasil simulasi menunjukkan nilai *Surface Runoff Cintinuity Error* sebesar -0,09% dan *Flow Routing Continuity Error* sebesar -0,59%. Nilai tersebut digunakan sebagai pemeriksaan terhadap keseimbangan massa dalam simulasi SWMM, yang menunjukkan adanya selisih kecil antara volume air yang masuk dan keluar selama proses simulasi. Selain itu, simulasi menghasilkan limpasan permukaan sebesar 72,55% dari total curah hujan serta *flooding loss* sebesar 0,014 ha-m (140 m³).

Tabel 10. Ringkasan Kontinuitas Kuantitas Limpasan Permukaan

Continuity Error(%)	Volume (ha-m)	Tebal Air (mm)	Persentase (%)
Total Presipitasi (Total Precipitation)	5.386	83.170	100
Kehilangan Evaporasi (Evaporation Loss)	0.000	0.000	0.000
Kehilangan Infiltrasi (Infiltration Loss)	1.208	18.647	22.42
Limpasan Perumkaan(surface Runoff)	3.907	60.336	72.55
Tampungan akhir (Final Storage)	0.276	4.265	5.120
Continuity Error(%)	-0.094		

Sumber : Perhitungan Excel 2026

b. Analisa Hidrologi Subtatchment, analisa hidrologi dilakukan untuk mengetahui besarnya limpasan yang dihasilkan pada setiap subtatchment pada Tabel 11. Parameter yang dianalisis meliputi debit puncak (*Peak Runoff*) dan Koefisien Limpasan (*Runoff Coefficient*). Berdasarkan hasil simulasi, S4 menghasilkan debit puncak terbesar, diikuti oleh S6 dan S1. Nilai Koefisien limpasan yang tinggi menunjukkan dominasi permukaan kedap air sehingga sebagian besar curah hujan berubah menjadi limpasan permukaan.

Tabel 11. Ringkasan Hasil Limpasan Permukaan pada setiap Subtatchment

ID Subtatchment	Total Hujan (mm)	Total Infiltrasi/meresap (mm)	Total limpasan permukaan (mm)	Debit puncak (m3/detik atau CMS)	Koefisien Limpasan (runoff coeff)
S1	83.17	14.40	66.37	0.52	0.798
S2	83.17	19.80	59.26	0.38	0.713
S3	83.17	18.00	59.71	0.37	0.718
S4	83.17	14.40	65.51	0.56	0.788
S5	83.17	23.41	54.32	0.38	0.653
S6	83.17	21.60	56.28	0.53	0.677
S7	83.17	18.00	61.68	0.30	0.742
S8	83.17	18.00	62.15	0.27	0.747

Sumber : Perhitungan Excel 2026

c. Analisa Hidrolika Saluran, dilakukan untuk mengevaluasi kapasitas saluran dalam mengalirkan debit limpasan berdasarkan parameter debit maksimum, kecepatan aliran dan *max/full depth* pada Tabel 12. Hasil simulasi pada Tabel 13 menunjukkan bahwa saluran C4 dan C5 telah mencapai maksimum (*max/full depth* = 1,00) sehingga berpotensi menyebabkan luapan.

Tabel 12. Ringkasan Parameter Hidraulika Aliran pada Saluran (conduit)

ID Saluran (Link)	Debit Max m3/detik	waktu debit maks (jam)	Kecepatan max (m/detik)	Rasio kedalaman max (max/full depth)	Status kapasitas saluran
C1	0.530	02:03	0.510	0.230	Aman
C2	1.246	02:03	0.520	0.590	Aman
C3	1.766	02:04	0.470	0.860	Siaga
C4	2.015	02:01	0.540	1.000	Kritis/Surcharge
C5	2.378	01.55	0.840	1.000	Kritis/Surcharge
C6	2.679	02:01	1.060	0.920	Siaga
C7	2.941	02:01	1.250	0.880	Siaga

Sumber : Perhitungan Excel 2026

Tabel 13. Ringkasan Durasi Kejenuhan Penampang Saluran (*Conduit Surcharge*)

ID Conduit	Hours Both Ends Full	Hours Upstream	Hours Dnstream full	Hours Capacity
C4	0,23 jam (14 menit)	0,23 jam	0,23 jam	0,23 jam
C5	0,38 jam (23 menit)	0,38 jam	0,38 jam	0,38 jam

Sumber : Perhitungan Excel 2026

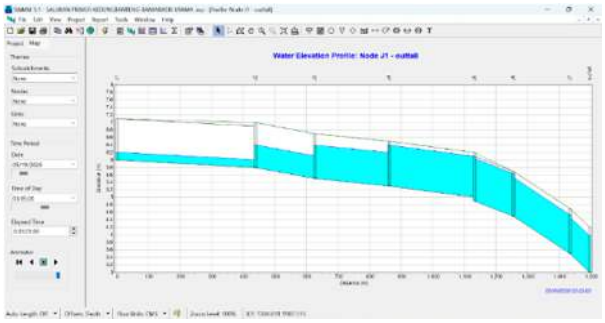
d. Analisis genangan pada *Junction* pada Tabel 14 menunjukkan bahwa luapan terjadi pada J4 dan J5. J5 mengalami luapan terbesar dengan durasi 0,39 jam dan Total *Flood Volume* sebesar $0{,}097 \times 10^6$ liter atau setara dengan 97 m^3, sedangkan J4 mengalami luapan selama 0,24 jam dengan Total *Flood Volume* sebesar $0{,}043 \times 10^6$ liter atau setara dengan 43 m^3. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kapasitas saluran pada C4 dan C5 tidak mampu menampung seluruh aliran yang masuk pada saat debit puncak, sehingga terjadi luapan pada J4 dan J5 dan terjadi aliran balik (*Backwater*).

Tabel 14. Ringkasan Hasil Analisis Genangan Banjir Pada Titik Simpul (Junction)

ID Junction	Durasi Banjir (Hours Flooded)	Debit Luapan Maks (m3/detik)	Waktu Debit Puncak Luapan (Jam)	Total Volume Banjir (10^6 liter)	Status genangan
J4	0,24 jam (14 menit)	0,079	02;01	0,043	Meluap/ Banjir
J5	0,39 jam (23 menit)	0,156	02;00	0,097	Meluap/Banjir

Sumber : Perhitungan Excel 2026

Visualisasi *water elevation profile* pada Gambar 4 menunjukkan kenaikan muka air pada segmen C4-C5 hingga memenuhi penampang saluran, yang mengonfirmasi terjadinya luapan di J4 dan J5.



Gambar 4. Tampilan *Water Elevation Profile*

4.6 Upaya Penanganan

Berdasarkan hasil simulasi SWMM, luapan terjadi pada J4 dan J5 karena kapasitas pengaliran saluran tidak mampu menampung aliran yang masuk. Kondisi eksisting saluran yang terdapat tumpukan vegetasi dapat mengurangi ruang efektif aliran dan berpotensi memperburuk

kapasitas pengaliran saluran. Oleh karena itu, pembersihan vegetasi pada saluran C4 dan C5 direkomendasikan sebagai salah satu upaya penanganan. Selain itu, penggunaan *mobile pump* pada lokasi genangan, khususnya di sekitar J4 dan J5, dapat dipertimbangkan sebagai alternatif penanganan operasional saat terjadi genangan. Berdasarkan volume genangan hasil simulasi sebesar 0,014 ha-m (140 m³) , penggunaan pompa portabel pada penelitian ini menggunakan asumsi pompa portabel berkapasitas 100 l/detik 0,1m³/detik). Nilai tersebut digunakan sebagai asumsi dalam perhitungan waktu pengurasan dan bukan merupakan kapasitas pompa aktual yang diperoleh dari hasil pengujian lapangan. Dasar Persamaan Hambatan Waktu Pengurasan

$$t = \frac{V}{Q_{pompa}} \quad \text{..... (5)}$$

Dimana :

t = waktu / durasi pengurasan genangan (detik)
V = Volume luapan banjir hasil simulasi SWMM (m³) = 140 m³
Q_{pompa} = Kapasitas debit operasional pompa portabel (0.1 m³/detik)

$$t = \frac{140\ \text{m}^3}{0{,}1\ \text{m}^3/\text{detik}} = 1.400\ detik = 23{,}33\ menit$$

5. KESIMPULAN

Berdasarkan evaluasi kinerja sistem drainase primer di Kelurahan Kedungbanteng-Banjarasri menggunakan EPA SWMM 5.1 dengan curah hujan rencana periode ulang 10 tahun sebesar 83,170 mm yang menghasilkan total limpasan permukaan 3,907 ha-m, teridentifikasi bahwa saluran C4 dan C5 mengalami *conduit surcharge* (kapasitas penuh) yang memicu luapan (*flooding*) total 140 m³ pada *junction* J4 dan J5. Sebagai alternatif penanganan, penggunaan *mobile pump* berkapasitas 100 liter/detik secara teoritis dapat menguras total genangan tersebut dalam waktu sekitar 23,33 menit dengan tetap memperhatikan kondisi operasional aktual di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Y. Fahruddiansyah, E. Noerhayati, and A. Rokhmawati, "Studi Evaluasi Sistem Jaringan Drainase Kedungbanteng – Banjarasri Kecamatan Tanggulangin Kabupaten Sidoarjo Berbasis Aplikasi ArcGIS 10.5," *Jurnal Rekayasa Sipil*, vol. 12, no. 4, 2022.

[2] R. Afrian, "Kajian Mitigasi Terhadap Penyebab Bencana Banjir di Desa Sidodadi Kota Langsa," *Jurnal Georafflesia: Artikel Ilmiah Pendidikan Geografi*, vol. 5, no. 2, 2021, doi: 10.32663/georaf.v5i2.1660.

[3] S. Eka Putri, A. F. Corp, Rembrandt, Dasman Lanin, Genius Umar, and Mulya Gusman, "Kota Padang : Identifikasi Potensi Bencana Banjir Dan Upaya Mitigasi," *Jurnal Ilmiah Multidisiplin Nusantara (JIMNU)*, vol. 1, no. 3, 2023, doi: 10.59435/jimnu.v1i3.56.

[4] R. Balahanti, W. Mononimbar, and P. H. Gosal, "Analisis Tingkat Kerentanan Banjir di Kecamatan Singkil Kota Manado," *Jurnal spasial*, vol. 11, no. 1, 2023.

[5] S. Siregar, F. Mahfizar, and S. Ramadhani, "Analisis Drainase Kawasan Letda Sudjono Kota Medan," *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan*, vol. 7, no. 3, 2024, doi: 10.24815/jarsp.v7i3.37682.

[6] A. Siswanto and A. Halim, "Kajian Evaluasi Kapasitas Tampung Saluran Terhadap Debit Banjir Rancangan Pada Perencanaan Sistem Jaringan Drainase Kota Kandangan," 2021.

[7] W. Meilani, R. Sylviana, L. Juliandra, and T. Iskandar, "Efisiensi, perawatan dan pemeliharaan drainase desa Sumbersari," *Jurnal Pengabdian Masyarakat: Pemberdayaan, Inovasi Dan Perubahan*, vol. 4, no. 4, 2024.

[8] A. Gunawan, I. Syaputra, M. Agusalim, and Indriyanti, "Pengaruh Sebaran Stasiun Hujan Terhadap Debit Banjir Rancangan Pada Das Lipukasi Sungai Empungnge Kabupaten Barru," *Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek*, vol. 1, no. 04, 2023.

[9] Suripin, *Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan*. Yogyakarta: Yogyakarta: Andi, 2004.

[10] R. H. B. Ash Shiddiq, N. N. Suryaman, and N. P. Ardiansyah, "Analisis Jenis Aliran pada Saluran Terbuka dengan Hambatan," *Jurnal Komposit*, vol. 8, no. 2, 2024, doi:

10.32832/komposit.v8i2.15499.

[11] N. Nurhaliza, Y. S. Putra, and A. A. Kushadiwijayanto, "Studi Numerik Pola Aliran di Sekitar Pintu Air Menggunakan Pendekatan Komputasi Dinamika Fluida," *PRISMA FISIKA*, vol. 10, no. 3, 2023, doi: 10.26418/pf.v10i3.57851.

[12] D. Pratama, K. Hadiningrum, and R. F. Muldiani, "Studi Awal Pengaruh Temperatur terhadap Karakteristik Aliran Fluida Pada Belokan Pipa 90° melalui Simulasi," *Jurnal MIPA*, vol. 11, no. 2, 2022, doi: 10.35799/jm.v11i2.41826.

[13] Neda Anny Wafiyah and V. A. K. Dewi, "Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Menggunakan Software EPA SWMM Versi 5.1 di Desa Suciharjo," *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 9, no. 2, 2024, doi: 10.29244/jsil.9.2.241-250.

[14] N. Apriani, Y. Defiana, and W. Sumarno, "Analisis Kapasitas Sistem Drainase Dengan Pemodelan EPA SWMM 5.1 (Studi Kasus Di Jalan SL. Tobing Kota Tasikmalaya)," *SEMINAR TEKNOLOGI MAJALENGKA (STIMA)*, vol. 6, 2022, doi: 10.31949/stima.v6i0.734.

[15] F. Azhari, R. Franchitika, and K. I. Sari, "Evaluasi Saluran Drainase di Jalan Gaharu Kota Binjai Menggunakan Aplikasi EPA SWMM," *SMART: Jurnal Teknik Sipil, Manajemen Konstruksi, dan Arsitektur*, vol. 2, no. 1, 2024, doi: 10.24114/smart.v2i1.57984.