

STUDI EVALUASI SALURAN DRAINASE JALAN BANDULAN, KOTA MALANG BERBASIS EPA SWMM 5.2

Chalista Angelia¹, Azizah Rokhmawati², Ade Fitriyanti Ulul Azmi³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: 22201051066@unisma.ac.id

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: azizah.rachmawati@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: adefitriyanti@unisma.ac.id

ABSTRAK

Street Bandulan in Malang City is experiencing problems with its drainage system caused by the accumulation of trash and sand sedimentation, which obstruct water flow and increase the potential for flooding. The purpose of this study is to examine and assess the performance of the drainage channels along Street Bandulan. This study employed a quantitative descriptive method through hydrological and hydraulic analyses. Design rainfall and design flood discharge were determined using rainfall data analysis, while the existing drainage system was evaluated by modeling it with EPA SWMM 5.2 based on field survey data, channel geometry, topography, and land-use characteristics. The results of the hydrological analysis show that the design flood discharge for a 10-year return period is 676,08 m³/sec. Based on the calculations, channel SR1 has the highest design flood discharge (Q_r), at 5,2823 m³/sec. Three channels—SR2, SR3, and SR4—cannot handle the design flood discharge, according to an assessment using EPA SWMM 5.2 software. To address this issue, the channel dimensions were redesigned using the trial-and-error method, and grates and catch basins were added to improve the drainage system's effectiveness. Following the redesign, simulation results revealed that the peak discharge happened at 1:00 PM and that channels SR2, SR3, and SR4 could transmit the design flood discharge without overflowing.

Keyword: *Drainage, Evaluation, Epa SWM 5.2*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir dikategorikan sebagai bencana karena curah hujan yang tinggi dan kelalaian manusia. Selain itu, banjir dapat terjadi ketika volume atau debit air yang mengalir melalui sungai atau saluran drainase melebihi atau melebihi kapasitas pengalirannya [1]. Sistem drainase yang baik dapat mencegah kota genangan air.

Pembangunan sistem drainase jalan yang memadai merupakan salah satu upaya untuk mendukung tercapainya *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya Tujuan 6 (Air Bersih dan Sanitasi Layak), Tujuan 9 (Industri, Inovasi, dan Infrastruktur), Tujuan 11

(Kota dan Permukiman yang Berkelanjutan), serta Tujuan 13 [2]. Selain itu, saluran yang kurang mampu menampung luapan banjir harus dipulihkan dan diubah bentuk, dimensi, dan ketinggiannya [3].

Ruas Jalan Bandulan, Kota Malang merupakan salah satu kawasan yang kerap mengalami banjir dan genangan air saat hujan turun. Dikarenakan pada jalan tersebut drainasenya mengalami penumpukan sampah sehingga menghambat aliran. Kondisi tersebut mengindikasikan perlunya kajian teknis guna mengevaluasi apakah kapasitas saluran drainase yang ada saat ini masih mampu menampung debit limpasan air hujan. Menggunakan software EPA SWMM untuk

menghitung kualitas dan kuantitas limpasan air permukaan di daerah tangkapan hujan, serta debit, kedalaman, kecepatan, dan variabel lainnya untuk tiap saluran selama periode simulasi terhadap waktu, berdasarkan hasil analisis evaluasi [4]. Penerapan EPA SWMM 5.2 pada Jalan Bandulan melibatkan pengumpulan data primer seperti dimensi saluran, kemiringan dan data curah hujan sekunder dari BMKG. Simulasi dilakukan dengan membagi jaringan drainase menjadi *node* dan *conduit*, mempertimbangkan faktor hidrologi seperti *runoff* dan waktu konsentrasi.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa curah hujan rancangan periode 10 tahun di Jalan Bandulan, Kota Malang?
2. Berapa debit banjir rancangan pada Jalan Bandulan, Kota Malang?
3. Bagaimana hasil dari pemodelan saluran drainase pada Jalan Bandulan, Kota Malang dengan software EPA SWMM 5.2?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui nilai curah hujan pada Jalan Bandulan, Kota Malang.
2. Untuk mengetahui debit banjir rancangan pada Jalan Bandulan, Kota Malang.
3. Untuk mengetahui hasil dari pemodelan EPA SWMM 5.2 pada Jalan Bandulan, Kota Malang.

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya dilakukan pada Jalan Bandulan, Kota Malang.
2. Penelitian ini tidak menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB).
3. Tidak mengkaji aspek sosial budaya.
4. Penelitian ini dilakukan dalam kurun waktu 6 bulan.
5. Penelitian ini tidak dilakukan dalam satu hari penuh atau 24 jam melainkan sesuai kondisi dari pengambilan data yang dibutuhkan saja.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Banjir

Banjir merupakan peristiwa air yang meluap dari sungai atau saluran drainase karena volume air melebihi daya tampungnya,

sehingga membasahi daratan yang biasanya kering. Banjir dapat dipicu oleh faktor alam seperti curah hujan tinggi yang bervariasi secara temporal dan spasial, maupun faktor antropogenik seperti penyumbatan aliran [5].

Secara umum banjir juga dapat dipahami sebagai fenomena meluapnya air yang tidak tertampung oleh sistem aliran yang tersedia sehingga menyebabkan genangan di area sekitarnya dan berpotensi mengganggu aktivitas maupun fungsi lingkungan setempat.

2.2 Drainase

"Drainase" berarti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalirkan air [6]. Secara umum, sistem drainase terdiri dari kumpulan bangunan air yang bertujuan untuk mengurangi atau membuang air yang berlebihan dari area atau lahan sehingga lahan dapat digunakan secara optimal [7]. Sistem drainase juga termasuk infrastruktur yang dirancang untuk mengontrol air yang berasal dari air hujan.

Analisis Hidrologi difokuskan pada perhitungan debit rencana untuk memastikan sistem drainase mampu menampung aliran tersebut hingga ke tempat pembuangan akhir [8]. Perhitungan debit banjir rencana dapat dilakukan dengan rumus berikut.

$$Q = 0,278 C.I.A \quad (1)$$

Dimana:

Q = Debit ($m^3/debit$)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas curah hujan (mm/jam), dan

A = Luas daerah pengaliran (ha)

2.3 EPA SWMM 5.2

EPA SWMM (*Storm Water Management Model*) versi 5.2 merupakan adalah perangkat lunak simulasi yang dikembangkan oleh *Environmental Protection Agency* (EPA) untuk memodelkan pengelolaan banjir, sistem drainase perkotaan, dan aliran air hujan (*runoff*). Software EPA SWMM 5.2. sebagai alat bantu untuk mensimulasikan berbagai sistem drainase perkotaan dan aliran air [9].

Limpasan permukaan berasal dari area yang menerima hujan. Kemudian, melalui sistem saluran pipa, saluran terbuka, tampungan, pompa, dan elemen lainnya, beban

limpasan permukaan dialirkan melalui area tersebut. Kualitas limpasan permukaan dan jumlah hujan di daerah tangkapan hujan masing-masing dihitung oleh SWMM secara bertahap selama periode simulasi, serta variabel seperti debit, kedalaman, kecepatan, dan variabel lainnya [10].

2.4 Desain 2D dan 3D Bangunan Drainase

Visualisasi desain dalam format dua dimensi (2D) dan tiga dimensi (3D) merupakan tahapan penting dalam perencanaan bangunan drainase. Penyajian gambar tersebut bertujuan memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai bentuk, ukuran, serta hubungan antar komponen bangunan sehingga mempermudah proses perencanaan, konstruksi, dan pemeliharaan. Pemanfaatan pemodelan tiga dimensi dalam bidang teknik sipil telah berkembang sebagai media untuk meningkatkan ketelitian desain, memperjelas visualisasi konstruksi, serta membantu mengidentifikasi potensi permasalahan sebelum tahap pelaksanaan [11]. Oleh karena itu, penyusunan gambar 2D dan model 3D dapat menjadi pelengkap hasil evaluasi hidraulik sehingga rekomendasi teknis yang dihasilkan lebih mudah dipahami dan diterapkan pada proses pembangunan maupun rehabilitasi sistem drainase.

3. METODOLGI PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Penelitian ini berfokus pada sistem jaringan drainase di Jalan Bandulan, Kelurahan Bandulan, Kecamatan Sukun, Kota Malang, Jawa Timur. Jalan ini sangat penting karena panjang arteri kampus-permukiman 2,5 km, zona rawan banjir tinggi dengan genangan rutin 20-80 cm saat hujan deras, penutupan drainase bangunan liar, dan sedimentasi ekstrem dan limbah industri rumah tangga.

Dibanding lokasi lain yang genangan dangkal, Jalan Bandulan lebih krusial untuk penelitian karena data lapangan lengkap, riwayat intervensi gagal (normalisasi 2021), dan dampak ekonomi lalu lintas tinggi. Jalan Bandulan, Kecamatan Sukun, Kota Malang merupakan saluran tersier. Dimana jalan

tersebut memiliki panjang 0,95 km. Di sepanjang Jalan Bandulan ditemukan bahwa memiliki saluran terbuka dan tertutup, dengan fungsi utama meresap dan mengalirkan limpasan permukaan ke badan air penerima di hilir.



Gambar 1 Banjir Jalan Bandulan, Kota Malang
(Sumber: Infomalang.id, 2025)



Gambar 2 Lokasi Penelitian di Jalan Bandulan, Kota Malang
(Sumber: Google Earth, 2026)

3.2 Pengumpulan Data

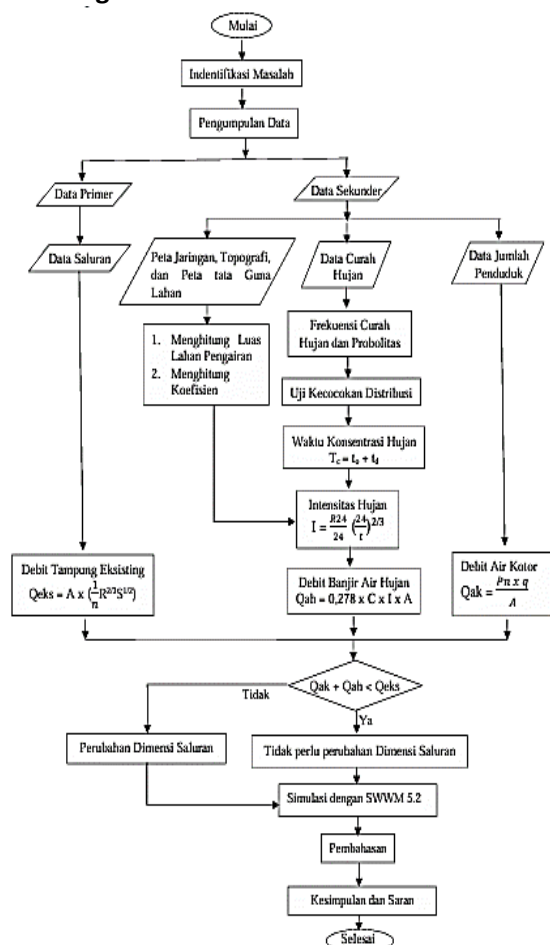
1. Data Primer

- Data geometri saluran
Data dimensi saluran drainase didapatkan langsung dari survei lapangan di lokasi studi untuk penyesuaian ukuran atau bentuk

saluran yang tepat, sehingga saat disimulasikan di software SWMM 5.2, tidak ada lagi genangan air yang terjadi.

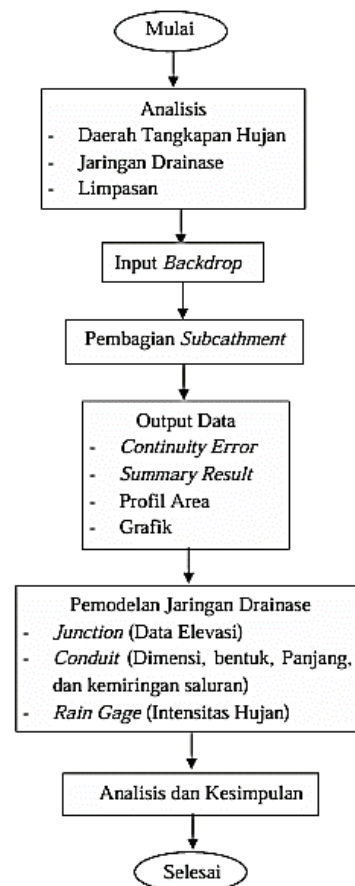
- Data aliran
Data kondisi fisik saluran drainase, khususnya pada *inlet* dan *outlet*, kami peroleh melalui survei langsung di lokasi studi. untuk mengidentifikasi titik-titik pertemuan aliran air dalam jaringan drainase.
- 2. Data Sekunder
 - Data curah hujan
Data curah hujan harian maksimum Kota Malang dari tahun 2014 hingga 2024 diperoleh dari tiga stasiun pengukur curah hujan.
 - Peta tata guna lahan, peta topografi dan peta Jaringan Drainase
 - Data jumlah penduduk digunakan untuk menghitung debit air kotor.

3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian
(Sumber: Hasil Analisis, 2026)

3.4 Diagram EPA SWMM 5.2



Gambar 4 Diagram EPA SWMM 5.2
(Sumber: Hasil Analisis, 2026)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Hidrologi

4.1.1 Data Curah Hujan Yang Hilang

Data curah hujan yang tidak lengkap atau mengalami kerusakan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kurangnya ketelitian pengamat, ketidakhadiran petugas, maupun gangguan pada alat pencatat hujan. Oleh sebab itu, diperlukan proses estimasi untuk melengkapi data curah hujan yang hilang. Data curah hujan yang tidak lengkap dapat menyebabkan data menjadi tidak konsisten dan menyebabkan tidak sesuai dengan syaratnya. Dalam penelitian ini ditemukan adanya data yang tidak lengkap atau mengalami kerusakan. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan perhitungan estimasi curah hujan dengan memanfaatkan data dari stasiun penakar hujan lain di sekitar lokasi penelitian pada periode bulan dan tahun yang sama.

Tabel 1 Data Curah Hujan Yang Hilang

No	Tahun	Sta.Dau	Sta.Sukun	Sta.kedungkandang
1	2016	111	194	101
2	2017	332	422	468
3	2018	65	215	44
4	2019	*	8	537
5	2020	298	235	326
6	2021	179	217	93
7	2022	359	240	342
8	2023	188	417	376
9	2024	279	232	472
10	2025	113	96	84
Jumlah		3182,48	1924	2276

(Sumber: Hasil perhitungan analisis, 2026)

$$Dx = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n di \frac{Anx}{Ani}$$

$$Dx = \frac{1}{2} \left(\frac{8 \cdot 1924}{2276} + \frac{537 \cdot 1924}{2843} \right)$$

$$Dx = 185,10 \text{ mm}$$

Dari analisa diatas didapatkan curah hujan sebesar 185,10 mm untuk Stasiun Dau yang tidak lengkap pada bulan April 2019.

4.1.2 Uji Konsentrasi Data Curah Hujan

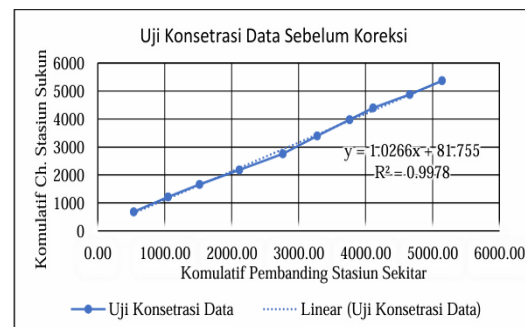
Dalam penelitian ini, metode kurva massa ganda atau juga dikenal sebagai *Double Mass Curve*. Kurva massa ganda (*Double Mass Curve*) digunakan untuk mengevaluasi konsistensi data curah hujan. Metode evaluasi ini bertujuan untuk menentukan apakah ada ketidakkonsistenan dalam deret data curah hujan. Metode ini bekerja dengan membandingkan akumulasi curah hujan dari stasiun yang diuji dengan akumulasi curah hujan rata-rata dari beberapa stasiun pembanding yang berdekatan. Hasil dari perbandingan tersebut kemudian diplot dalam bentuk grafik, guna mengamati kestabilan hubungan antar data. Apabila grafik menunjukkan pola linier, maka data dianggap konsisten. Sebaliknya, jika terjadi penyimpangan yang signifikan dalam bentuk perubahan kemiringan garis, maka diperlukan koreksi terhadap data tersebut guna mempertahankan validitas analisis hidrologis.

Penelitian ini menggunakan data curah hujan bulanan dari tahun 2016–2025 dari Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Kota Malang dari tiga stasiun hujan: sukun, dau, dan kedungkandang.

Tabel 2 Uji Konsentrasi Data Sebelum Koreksi

Sta. sukun	komulatif	Sta. pembanding		Rerata pembanding	Komulatif pembanding
		Dau	Kedungkandang		
683	683	597	476	536,50	536,50
532	1215	475	551	513,00	1049,50
449	1664	460	482	471,00	1520,50
518	2182	532	655	593,50	2114,00
572	2754	770	530	650,00	2764,00
645	3399	598	430	513,86	3277,86
582	3981	455	514	484,50	3762,36
417	4398	279	420	349,50	4111,86
482	4880	483	612	547,50	4659,36
489	5369	386	579	482,50	5141,86

(Sumber: Hasil perhitungan analisis, 2026)



Grafik 1 Uji Konsentrasi Data Sebelum Koreksi
(Sumber: Hasil perhitungan analisis, 2026)

Grafik 1 menunjukkan hasil uji konsistensi data curah hujan menggunakan metode kurva massa ganda sebelum koreksi. Hubungan kumulatif curah hujan Stasiun Sukun dengan stasiun pembanding bersifat sangat linier, ditunjukkan oleh persamaan ($y = 1,0266x + 81,755$) dengan nilai ($R^2 = 0,9978$). Nilai (R^2) yang mendekati 1 menunjukkan bahwa data curah hujan memiliki konsistensi yang sangat baik dan relatif homogen terhadap stasiun pembanding. Meskipun demikian, koreksi tetap dilakukan untuk meningkatkan ketelitian data.

$$\beta = \frac{\text{Komulatif pembanding stasiun} - \text{komulatif pembanding stasiun tahun}}{\text{komulatif stasiun sukun tahun} - \text{komulatif stasiun tahun}}$$

$$\beta = \frac{2754 - 683}{2764 - 536,5}$$

$$\beta = 0,92$$

$$\alpha = \frac{\text{Komulatif pembanding stasiun} - \text{komulatif pembanding stasiun tahun}}{\text{komulatif stasiun sukun tahun} - \text{komulatif stasiun tahun}}$$

$$\alpha = \frac{5369 - 3399}{5141,86 - 3277,86}$$

$$\alpha = 1,04$$

$$Hz = \frac{\beta}{\alpha}$$

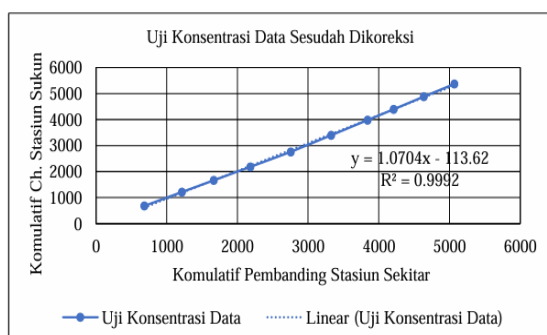
$$Hz = \frac{0,92}{1,04}$$

$$Hz = 0,89$$

Tabel 3 Uji Konsentrasi Data Setelah Koreksi

Sta. sukun	komulatif	Sta. pembeding		Rerata pembeding	Kumulatif pembeding
683	683	597	476	536,50	536,50
532	1215	475	551	513,00	1049,50
449	1664	460	482	471,00	1520,50
518	2182	532	655	593,50	2114,00
572	2754	770	530	650,00	2764,00
571,13	3325,134	598	430	513,86	3277,86
515,35	3840,484	455	514	484,50	3762,36
369,25	4209,729	279	420	349,50	4111,86
426,80	4636,53	483	612	547,50	4659,36
433,00	5069,53	386	579	482,50	5141,86

(Sumber: Hasil perhitungan analisis, 2026)

**Grafik 2** Uji Konsentrasi Data Setelah Koreksi
(Sumber: Hasil perhitungan analisis, 2026)

Berdasarkan hasil analisis konsistensi data curah hujan dengan menggunakan metode *double mass curve*, diperoleh bahwa data yang telah melalui proses koreksi menunjukkan tingkat konsistensi yang memadai. Hal ini ditunjukkan oleh nilai koefisien determinasi (R^2) yang mendekati angka 1, yang mengindikasikan adanya kesesuaian antara data stasiun uji dan data referensi. Dengan demikian, data curah hujan tersebut dinyatakan layak dan *valid* untuk digunakan dalam tahap analisis hidrologi selanjutnya khususnya dalam perhitungan curah hujan rancangan.

4.1.3 Perhitungan Curah Hujan Rancangan

Perhitungan curah hujan rancangan dalam penelitian ini dilakukan menggunakan empat pendekatan distribusi probabilitas, yaitu *distribusi normal*, *log-normal*, *log Pearson tipe III*, dan Gumbel. Pemilihan metode distribusi yang paling sesuai didasarkan pada hasil uji kecocokan distribusi serta karakteristik masing-masing fungsi distribusi frekuensi sebagaimana dijelaskan. Hasil analisis menunjukkan bahwa distribusi *log Pearson* tipe III paling

representatif, dengan nilai curah hujan rancangan sebesar 676,08 mm untuk periode ulang 10 tahun.

Tabel 4 Curah Hujan Rancangan

No	Periode ulang	Log pearson III	Gumbel
1	5	676,058	655,56
2	10	707,95	730,73
3	25	758,58	825,71
4	50	794,33	896,16

(Sumber: Hasil perhitungan analisis, 2026)

Tabel 5 Uji Kesesuaian Distribusi

Metode	Smirnov-kolmogorov	Hasil	Chi-Square	keterangan
	$\Delta_{maks} < \Delta_{kritis}$		$\chi^2 < \chi_h^2$	
E.J. Gumbel	0,1664 < 0,41	0,1664	2,10 < 3,841	Memenuhi
Log Pearson III	0,1681 < 0,41	0,1681	2,9 < 3,841	Memenuhi

(Sumber: Hasil perhitungan analisis, 2026)

4.1.4 Perhitungan Debit Banjir Rencana Total

1. Perhitungan Debit Limpasan Air

A. Koefisien Pengaliran (C) dan Luas Daerah Pengaliran (A)

Untuk mengetahui koefisien pengaliran tiap saluran dapat menggunakan aplikasi ArcGIS 10.8 dengan menggunakan data – data shp seperti data peta wilayah administrasi, tata guna lahan

$$C = \frac{(0,75 \times 0,03038) + (0,00143 \times 0,70) + (0,00063 \times 0,4)}{0,03248}$$

$$C = 0,70927$$

Tabel 6 Tata Guna Lahan

No	Nama saluran	Luas Tata guna lahan (Km ²)			C	A
		Permukiman	Bahu jalan	Badan jalan		
		0,75	0,4	0,7		
1	SR1	0,03038	0,001470	0,00147	0,70151	0,03248
2	SR2	0,02674	0,001274	0,001274	0,73343	0,02856
3	SR3	0,005051	0,000626	0,0006265	0,72893	0,005946
4	SR4	0,0230081	0,000258	0,000602	0,74496	0,023868
5	SR5	0,0040845	0,000549	0,001281	0,73885	0,042675
6	SR6	0,05933	0,000603	0,74148	0,74148	0,06134

(Sumber: Hasil perhitungan analisis, 2026)

B. Perhitungan Intensitas Hujan (I)

Perhitungan waktu konsentrasi (T_c) diperlukan untuk menghitung intensitas hujan dalam studi ini. Waktu konsentrasi menunjukkan jumlah waktu yang dibutuhkan oleh air hujan untuk pergi dari titik terjauh di daerah tangkapan ke *outlet* sistem drainase.

Waktu Konsentrasi (T_c):

$$T_o = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{s}} \right]$$

$$T_o = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 890,883 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,0286}} \right]$$

$$T_o = 149.82 \text{ menit}$$

$$T_d = \frac{L_s}{60V}$$

$$T_d = \frac{420}{60 \times 4,734}$$

$$T_d = 1.4785 \text{ menit}$$

$$T_c = T_d + T_o$$

$$T_c = 149.82 + 1.4785$$

$$T_c = 151.2985 \text{ menit} = 2.5217 \text{ jam}$$

Intensitas Hujan (I):

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

$$I = \frac{676,08}{24} \times \left(\frac{24}{2,5217} \right)^{2/3}$$

$$I = 126.5125 \text{ mm/jam}$$

C. Perhitungan Debit Air Hujan (Qah)

$$Q_{ah} = 0,278.C.I.A$$

$$Q_{ah} = 0,278 \times 0,0.7093 \times$$

$$126,5125 \times 0,03248$$

$$Q_{ah} = 0.810 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Tabel 7 Analisis Debit Banjir Rencana Akibat Curah Hujan

No	Saluran	C	I	A	Qah
			10 tahun		10 tahun
1	SR1	0,7093	11,0683	126,5125	0,810
2	SR2	0,7099	383,8174	411,2677	2,318
3	SR3	0,6552	2115,2761	2266,5592	2,455
4	SR4	0,7273	930,2880	996,8216	4,811
5	SR5	0,7230	574,7135	615,8166	5,282
6	SR6	0,7294	238,5685	255,6308	3,179

(Sumber: Hasil perhitungan analisis, 2026)

2. Perhitungan Pertumbuhan Penduduk

Untuk menentukan besarnya proyeksi jumlah penduduk pada tahun rencana, langkah awal yang perlu dilakukan yaitu menghitung nilai laju pertumbuhan penduduk terlebih dahulu. Berikut merupakan contoh analisis perhitungan laju pertumbuhan penduduk dengan menggunakan metode geometrik:

$$P_n = P_o \times (1+r)^n$$

$$17910 = 16420 \times (1+r)^{10}$$

$$(1+r)^{10} = \frac{17910}{16420}$$

$$(1+r) = \sqrt[10]{1,09074}$$

$$r = 1,008723 - 1$$

$$r = 0,008723$$

3. Perhitungan Debit Air Kotor

Contoh perhitungan analisis untuk debit air kotor pada Jalan SR 1 untuk tahun 2035:

1. Air Limbah Domestik

$$= 0,8 \times 80$$

$$= 64 \text{ lt/orang/hari}$$

$$= 0,0000007 \text{ m}^3/\text{orang/detik}$$

2. Jumlah Penduduk Kelurahan Bandulan = 19535

3. Luas Wilayah Kelurahan Bandulan (A1) = 2,2 Km²

4. Debit Air Kotor (Qak):

$$Q_{ak1} = \frac{P_n \times q}{A_1}$$

$$Q_{ak1} = \frac{19535 \times 0,0000007}{2,2}$$

$$Q_{ak1} = 0,006577511 \text{ m}^3/\text{dt}/\text{km}^2$$

Tabel 8 Debit Air Kotor

No	Saluran	A	Qak1	Qak Kotor (m ³ /detik)
1	SR1	0,032480	0,006577511	0,0002136376
2	SR2	0,028560		0,0001878537
3	SR3	0,005946		0,000391099
4	SR4	0,023868		0,0001569927
5	SR5	0,042675		0,0002806953
6	SR6	0,061340		0,0004034645

(Sumber: Hasil perhitungan analisis, 2026)

4. Perhitungan Debit Rancangan

Qah adalah debit limpasan air hujan dan Qak adalah debit air kotor. Berikut disajikan contoh perhitungan analisis debit banjir rencana pada saluran SR 1 dengan periode ulang 10 tahun:

$$Q_t = Q_{ah} + Q_{ak}$$

$$Q_t = 0,810 + 0,0002136376$$

$$Q_t = 0,8104 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Tabel 9 Debit Rancangan

No	Saluran	Qah	Qak	Qt
1	SR1	0,810	0,0002136376	0,8104
2	SR2	2,318	0,0001878537	2,3181
3	SR3	2,455	0,000391099	2,4547
4	SR4	4,811	0,0001569927	4,8107
5	SR5	5,282	0,0002806953	5,2823
6	SR6	3,179	0,0004034645	3,1798

(Sumber: Hasil perhitungan analisis, 2026)

4.2 Evaluasi Kapasitas Saluran Eksisting

Evaluasi terhadap kapasitas saluran merupakan tahapan lanjutan yang krusial dalam menentukan apakah suatu sistem drainase masih memadai untuk menampung debit banjir rancangan yang telah dihitung sebelumnya. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi kesesuaian antara kapasitas hidraulik saluran eksisting dengan besarnya debit rencana, sehingga dapat diketahui

potensi terjadinya genangan atau limpasan. Sebagai ilustrasi, berikut disajikan contoh perhitungan kapasitas saluran pada segmen SR1 untuk periode ulang 10 tahun:

$$\begin{aligned} Q_{\text{selisih}} &= Q_{\text{eks}} - Q_r \\ &= 3,664 - 0,8104 \\ &= 2,853 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Tabel 10 Perbandingan Debit Banjir Dan Debit Eksisting

No	Saluran	Qs	Qt	Keterangan
1	SR1	3,664	0,8104	Memenuhi
2	SR2	2,083	2,3181	Tidak Memenuhi
3	SR3	2,349	2,4547	Tidak Memenuhi
4	SR4	4,406	4,8107	Memenuhi
5	SR5	6,439	5,2823	Memenuhi
6	SR6	7,623	3,1798	Tidak Memenuhi

(Sumber: Hasil perhitungan analisis, 2026)

4.3 Pemodelan EPASWMM 5.2

Penelitian ini menggunakan alat bantu EPA SWMM 5.2 untuk mensimulasikan sistem drainase jalan dan aliran air yang berbeda, seperti yang terlihat di area Jalan Bandulan, Kota Malang.

4.3.1 persiapan pengolahan data

Adapun langkah-langkah proses kerja di aplikasi EPA SWMM 5.2 sebagai berikut:

1. Memasukkan peta lokasi (*backdrop*).
2. Melakukan pengaturan default program EPA SWMM 5.2.
3. Menggambar area *subcatchment*.
4. Membuat titik *junction*.
5. Membuat saluran/*conduit*.
6. Membuat *time series*.

4.3.2 Input Data

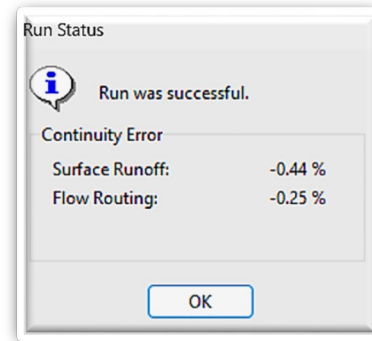
Sebelum menjalankan simulasi saluran pada program SWMM, perlu input data pada setiap komponen yang terdiri atas :

1. *Subcatchment* berupa data luas area, kemiringan lahan dan tutupan lahan.
2. *Junction* berupa data titik *inlet* dan elevasinya.
3. *Conduit* berupa data bentuk dan dimensi saluran.
4. *Rain Gage* berupa data *time series* atau distribusi hujan jam-jam an.

4.3.3 Menjalankan Simulasi

Setelah input data selesai, langkah selanjutnya adalah menjalankan simulasi. Pada ikon petir atau pada menu *project > run*

simulation proses simulasi akan berjalan dan menghasilkan laporan status yang mengandung informasi kesalahan. Hasil running menunjukkan simulasi mendapat hasil cukup baik dengan limpasan dan *routing* sebesar -0,44% dan -0,25% yang dibawah standar minimum error sebesar 10%.

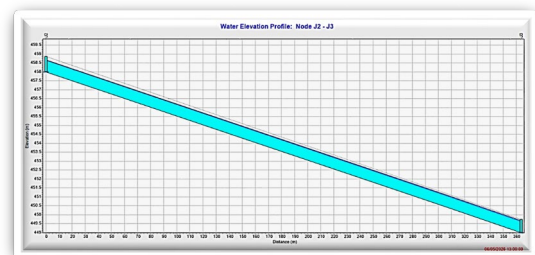


Gambar 5 Hasil Simulasi

(Sumber: Hasil simulasi SWMM 5.2, 2026)

4.4 Hasil simulasi

Setelah proses *run simulation* dilakukan, profil aliran pada setiap saluran dapat diketahui melalui hasil simulasi. Berdasarkan hasil tersebut, beberapa saluran teridentifikasi mengalami kondisi *overflow*, yaitu saluran SR 2, SR 4, dan SR 5. Kapasitas saluran tidak menampung limpasan air hujan yang besar, menyebabkan luapan pada saluran tersebut.



Gambar 6 Hasil Running Banjir

(Sumber: Hasil simulasi SWMM 5.2, 2026)

4.5 Alternatif Penanganan Banjir

4.5.1 Perubahan Dimensi

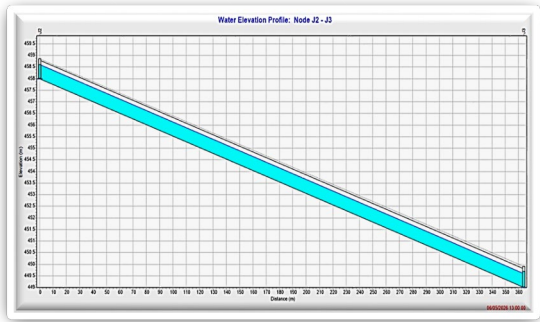
Perubahan dimensi saluran dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan kapasitas tampung saluran eksisting yang sebelumnya tidak mampu mengendalikan limpasan banjir, hingga mencapai kondisi optimal sesuai debit rencana berdasarkan periode ulang yang telah

ditetapkan. Penentuan dimensi saluran baru digunakan pendekatan *trial and error* yaitu dengan menguji berbagai variasi ukuran hingga ditemukan konfigurasi yang efektif dalam menampung debit banjir rancangan.

Tabel 11 Evaluasi Saluran

No	Saluran	Qs	Qt	Keterangan
1	SR1	3,664	0,713	Memenuhi
2	SR2	2,646	2,325	Memenuhi
3	SR3	2,968	2,498	Memenuhi
4	SR4	6,841	4,933	Memenuhi
5	SR5	6,439	5,475	Memenuhi
6	SR6	7,623	3,195	Memenuhi

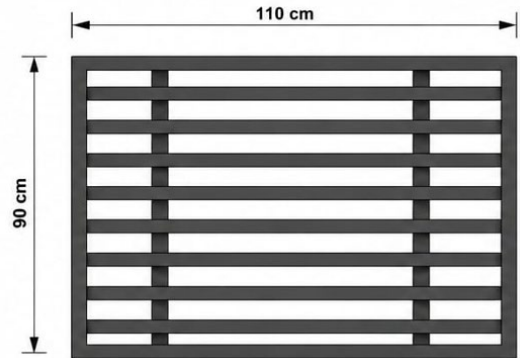
(Sumber: Hasil perhitungan analisis, 2026



Gambar 7 Hasil running evaluasi
(Sumber: Hasil simulasi SWMM 5.2, 2026)

Berdasarkan hasil analisis profil aliran, setelah dilakukan redesain pada saluran SR2, SR3, dan SR4 maka saluran tersebut sudah dapat menampung debit bajir rancangan sehingga dapat disimpulkan saluran tersebut aman digunakan.

4.5.2Penambahan *Grill*



Gambar 8 Gril Tampak Atas
(Sumber: Hasil analisis penelitian, 2026)
Penerapan *grill (grating)* pada titik-titik yang berpotensi menerima limpasan

permukaan dalam jumlah besar, terutama pada ruas Jalan Bandulan yang memiliki saluran tertutup. *Grill* berfungsi sebagai *inlet* untuk menangkap aliran air hujan dari permukaan jalan dan mengalirkannya ke dalam sistem drainase,

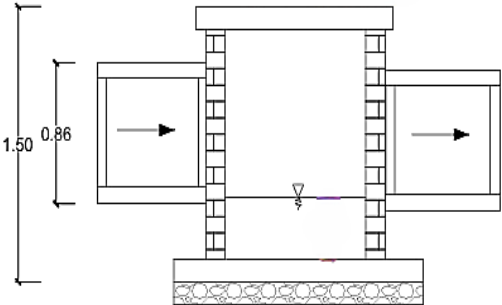
Tabel 12 Spesifikasi *Grill*

Material	besi cor (<i>cast iron</i>)
Ukuran	110 cm x 90 cm
Tinggi / Tebal	3 cm
Pola	Batang sejajar (melintang)
Arah Pola	Melintang
Lebar Batang	3 cm
Jarak Antar Batang	4 cm
Tebal Rangka	3 cm
<i>Finishing</i>	Natural/Cat Anti Karat
Penggunaan	Drainase Jalan

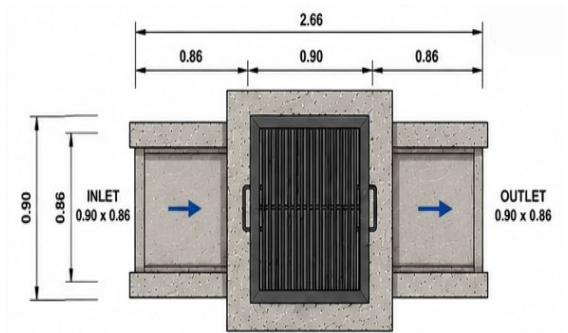
(Sumber: Hasil analisis, 2026)

Desain gril ini dapat menjadi salah satu alternatif yang mendukung peningkatan kinerja sistem drainase pada Jalan Bandulan Kota Malang.

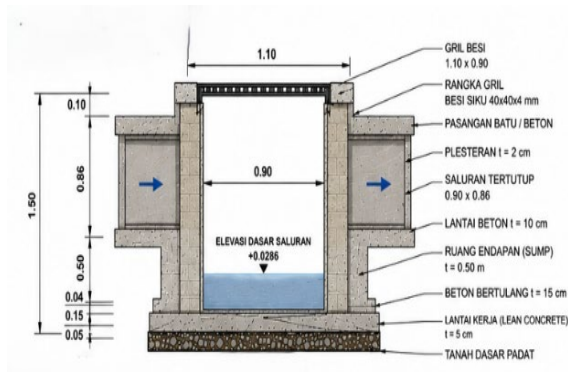
4.5.3Penerapan *Cath Basin*



Gambar 9 2D
(Sumber: Hasil analisis penelitian, 2026)



Gambar 10 Tampak Atas
(Sumber: Hasil analisis penelitian, 2026)



Gambar 11 Potongan A-A
(Sumber: Hasil analisis penelitian, 2026)

Penerapan *catch basin* pada titik-titik yang berpotensi menerima limpasan permukaan dalam jumlah besar, terutama pada ruas Jalan Bandulan yang memiliki saluran tertutup. *catch basin* berfungsi sebagai bak penampung sementara yang dapat mengendapkan sedimen, pasir, dan sampah sebelum air masuk ke saluran utama.

Dengan adanya ruang endapan dan *grill* besi pada bagian atas, desain *catch basin* ini mampu meningkatkan efisiensi sistem drainase, mengurangi risiko penyumbatan saluran, serta memudahkan kegiatan pembersihan dan pemeliharaan secara berkala pada kawasan Jalan Bandulan Kota Malang.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Curah hujan rancangan untuk kala ulang 10 tahun adalah 676,08 mm dengan metode distribusi *Log Pearson Tipe III*. Metode tersebut dipilih karena berdasarkan hasil uji kecocokan distribusi, distribusi *Log Pearson Tipe III* memberikan tingkat kesesuaian paling baik terhadap data curah hujan yang digunakan dalam analisis.
2. Berdasarkan hasil analisis, nilai debit banjir rencana (Q_r) tertinggi diperoleh pada saluran SR 5 dengan besaran 5,475 m^3/detik , sedangkan nilai terendah terdapat pada saluran SR 1 sebesar 0,713 m^3/detik . Variasi debit yang terjadi menunjukkan bahwa kondisi hidrologis pada masing-masing sub-daerah tangkapan memiliki karakteristik yang

berbeda, sehingga menghasilkan respons limpasan yang tidak seragam.

3. Hasil simulasi menggunakan EPA SWMM 5.2 menunjukkan bahwa puncak debit terjadi sekitar pukul 13.00. Sebelum redesain, terdapat tiga saluran yang belum mampu mengalirkan debit banjir rencana, yaitu SR2 sebesar 2,325 m^3/det , SR3 sebesar 2,498 m^3/det , dan SR4 sebesar 4,933 m^3/det . Setelah dilakukan redesain dimensi penampang saluran, hasil simulasi menunjukkan bahwa ketiga saluran tersebut telah mampu mengalirkan debit banjir rencana tanpa menimbulkan limpasan.

5.2 Saran

1. Kegiatan pemeliharaan saluran drainase perlu dilakukan secara lebih rutin, terutama dalam pengangkatan endapan sedimen dan pembersihan sampah, agar aliran air tetap lancar serta dapat meminimalkan terjadinya genangan akibat penyumbatan saluran.
2. Untuk penelitian selanjutnya untuk mencegah banjir dan genangan, seperti penggunaan sumur resapan dan lubang biopori. Selain menghemat waktu dan biaya, metode ini dianggap lebih efisien.
3. Disarankan untuk menggunakan perangkat lunak analisis hidrologi dan hidraulika seperti HEC-RAS dan HEC-HMS sebagai perbandingan untuk penelitian selanjutnya. Ini akan membuat hasil analisis yang diperoleh lebih akurat dan representatif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hariaji Ilham, "16729-46993-1-Pb," Edukasi Banjir dan Penyakit Pasca Banjir Pada Masy. Kelurahan Jati, vol. 4, no. 3, pp. 42–42, 2023.
- [2] R. Amin, A. Natalin, M. P. Aulia, S. Fatimah, and S. Rahayu, "Peningkatan Efisiensi Drainase Perkotaan melalui Penerapan Infrastruktur Jalan Berkelanjutan di Kota Malang," vol. 21, no. 1, pp. 60–74, 2026.
- [3] A. Rokhmawati, A. N. Irawati, and I. S. Ingsih, "Studi Evaluasi Sistem Drainase Dalam Penanganan Banjir Di Kelurahan Sawojajar, Kecamatan Kedungkandang Kota Malang," vol. 15, no. 1, pp. 689–697, 2025.

- [4] D. Prastiyo, E. Noerhayati, And A. Rokhmawati, "Studi Evaluasi Sistem Saluran Drainase Pada Ruas Jalan Bandulan Kecamatan Sukun Kota Malang," *vol. 15, no. 1, pp. 818–826, 2025*.
- [5] Y. Saputra, "Evaluasi Sistem Jaringan Drainase Jalan Raya Menggunakan Software Hec – Ras Studi Kasus : Jalan Kapten Pattimura , Evaluasi Sistem Jaringan Drainase Jalan Raya Menggunakan Software Hec – Ras Studi Kasus : Jalan Kapten Pattimura ," 2024.
- [6] Suripin, "Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan," P. 2004, 2004, [Online]. available: <http://library.um.ac.id>
- [7] A. Rokhmawati, F. Nurdiansyah, Putra, Dwi, And B. Santoso, "Studi Evaluasi Sistem Drainase Di Jalan Mayjen Sungkono Kecamatan Kedungkandang Kota Malang," *vol. 15, no. 2, pp. 205–212, 2025*.
- [8] E. Waliulu, R. J. Betaubun, And P. T. Istia, "Perencanaan Saluran Drainase Pada Ruas Jalan Desa Luhuh-Hulung Kecamatan Huamual Depan Kabupaten Seram Bagian Barat," *j. penelit. multidisiplin bangsa, vol. 2, no. 4, pp. 812–819, 2025, doi: 10.59837/jpnmb.v2i4.598*.
- [9] F. Hadi, A. Rachmawati, And I. S. Ingsih, "Studi Evaluasi Drainase Jalan Soekarno Hatta Kota Probolinggo Menggunakan Program Epa Swmm 5.2," *j. rekayasa sipil |, vol. 152, no. 2, pp. 152–159, 2025*.
- [10] M. Effendi And A. C. Harifa, "Evaluasi Kapasitas Dan Kinerja Saluran Drainase (Studi Kasus Banjir Di Jalan Letjen Sutoyo Kota Malang)," *vol. 7, no. 1, pp. 41–62, 2022*.
- [11] Ade Fitriyanti Ulul Azmi, J. Rachman, And I. S. Ingsih, "Penerapan Building Information Modeling (BIM) 4D Dan Analisis Alokasi Sumber Daya Pada Proyek Gedung Kyai Tholhah Hasan Unisma," *rekasya sipil, vol. 16, no 1, 2026*.