

STUDI EVALUASI DRAINASE JALAN SOEKARNO HATTA KOTA PROBOLINGGO MENGUNAKAN PROGRAM EPA SWMM 5.2

Firman Hadi¹, Azizah Rachmawati², Ita Suhermin Ingsih³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : 22001051095@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: ita.suhermin@unisma.ac.id

ABSTRACT

The Soekarno Hatta Road area in Probolinggo City is experiencing drainage system problems due to sediment deposits and existing damage. This study analyzes and evaluates the drainage channels. The research findings indicate a design rainfall rate of 131,467 m³/second over a 10-year period. Channel ST1 has the highest flood discharge (Qr) of 4.47 m³/second, while Channel UR1 has the lowest discharge of 0.6704 m³/second. Four channels cannot accommodate the flood discharge, namely SR4, UR1, UR2, and ST1. To address the issue, the researchers used the trial-and-error method to redesign effective and efficient channels. Simulation results using EPA-SWMM software show that the highest peak discharge occurs at 1:00 PM, and the four evaluated channels are now capable of accommodating the design flood discharge.

Keyword: Drainage, Evaluation, EPA SWMM 5.2

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam beberapa tahun terakhir Indonesia menghadapi serangkaian bencana alam yang memberikan tekanan signifikan terhadap kualitas hidup masyarakat terutama di kawasan perkotaan. Salah satu faktor pemicu yang cukup krusial adalah sistem drainase yang tidak berfungsi secara optimal. Kompleksitas permasalahan drainase ini mencakup berbagai aspek antara lain terjadinya banjir bandang, akumulasi sampah di saluran air, pencemaran kualitas air permukaan, pembuangan limbah domestik secara langsung ke badan air, serta alih fungsi lahan secara masif. Perubahan tata guna lahan secara khusus memicu peningkatan volume limpasan permukaan sekaligus mengurangi kemampuan tanah dalam menyerap air secara alami yang pada akhirnya mengganggu keseimbangan siklus hidrologi di wilayah tersebut [1]. Ketentuan dalam Pasal 106 Ayat (1) Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional menegaskan bahwa setiap pembangunan fisik tidak diperkenankan

menambah beban debit aliran ke dalam sistem drainase maupun saluran sungai seiring berjalannya waktu. Artinya setiap aktivitas pembangunan wajib memperhitungkan kapasitas daya dukung sistem aliran air agar tidak menimbulkan peningkatan volume limpasan permukaan yang dapat memperburuk kondisi hidrologis dan memicu bencana seperti banjir atau kerusakan lingkungan [2]. Permasalahan banjir dan genangan air disuatu wilayah perkotaan di Indonesia tidak terlepas dari buruknya sistem jaringan drainase [3]. Dalam hal ini Umumnya penanganan drainase masih bersifat parsial, sehingga sering didapati bahwa hal tersebut belum dapat menuntaskan permasalahan banjir [4]. Ruas Jalan Soekarno Hatta merupakan salah satu kawasan yang kerap mengalami banjir dan genangan air pada saat hujan turun. Kondisi tersebut mengindikasikan perlunya kajian teknis guna mengevaluasi apakah kapasitas saluran drainase yang ada saat ini masih mampu menampung debit limpasan air hujan. Berdasarkan hasil analisis tersebut upaya

penanganan dapat dilakukan melalui normalisasi saluran.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Dimensi saluran eksisting tidak mencukupi untuk menampung debit curah hujan yang tinggi sehingga air melimpah dan keluar.
2. Beberapa titik saluran tidak berfungsi karena tertimbun sampah dan sedimentasi pasir yang menghalangi aliran air.
3. Analisis Limpasan air pada saluran eksisting dapat disimulasikan dengan *software* EPA SWMM 5.2

1.3 Rumusan Masalah

1. Berapa besar curah hujan periode pada kawasan Jalan Soekarno Hatta?
2. Berapa debit banjir rancangan (Q) pada kawasan Jalan Soekarno Hatta?
3. Berapa jumlah saluran yang debit eksistingnya tidak mampu menampung debit banjir rancangan?
4. Bagaimana hasil simulasi dengan pemodelan *software* EPA SWMM 5.2 di kawasan Jalan Soekarno Hatta?

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian ini tidak menghitung rencana anggaran biaya (RAB).
2. Analisis struktur tidak dibahas secara mendalam
3. sedimentasi saluran tidak diperhitungkan
4. Aspek sosial budaya tidak dikaji

1.5 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui curah hujan periode pada kawasan Jalan Soekarno Hatta.
2. Untuk mengetahui debit banjir rancangan pada kawasan Jalan Soekarno Hatta.
3. Untuk mengetahui hasil simulasi dengan pemodelan *software* EPA SWMM 5.2 terhadap upaya penanganan permasalahan banjir di lokasi studi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Banjir

Banjir merupakan kondisi ketika suatu wilayah daratan yang pada keadaan normal berada dalam kondisi kering terendam akibat peningkatan volume air secara signifikan [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 Genangan

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, genangan air diartikan sebagai air yang terhenti mengalir disuatu area tertentu yang bukan merupakan badan air [6]. Genangan terjadi ketika sistem drainase tidak mampu mengalirkan air dengan cepat yang terjadi di suatu kawasan karena hujan yang tinggi, saluran yang kecil hingga topografi tanah yang rendah

2.3 Drainase

Drainase berfungsi sebagai sistem penyaluran air limbah permukiman dan limpasan air hujan guna mencegah terjadinya genangan atau banjir yang disebabkan oleh peningkatan debit aliran pada saluran [7]. Selain itu, drainase juga dapat dimaknai sebagai pendekatan teknis yang bertujuan untuk mengurangi kelebihan air di suatu kawasan, baik yang berasal dari curah hujan, rembesan air tanah, maupun sisa irigasi. Dengan pengelolaan drainase yang efektif, fungsi dan produktivitas suatu lahan dapat dipertahankan secara optimal [8].

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Penelitian

Lokasi studi dalam tugas akhir ini difokuskan pada sistem drainase yang terletak di kawasan Jalan Soekarno Hatta, Kota Probolinggo, yang dikenal sebagai area dengan tingkat kerawanan genangan dan banjir yang cukup tinggi, khususnya saat musim hujan tiba. Ruas jalan ini dilengkapi dengan saluran utama yang berfungsi sebagai saluran sekunder, terletak di sisi utara dan selatan jalan. Kedua saluran tersebut berperan sebagai jalur pengumpul air dari jaringan drainase di jalan-jalan lingkungan maupun gang di sekitarnya. Saluran di sisi selatan merupakan tipe terbuka yang memungkinkan air mengalir secara langsung di permukaan, sementara di sisi utara, saluran menggunakan sistem tertutup yang

juga difungsikan sebagai jalur pejalan kaki atau trotoar.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Jalan Soekarno Hatta Kota Probolinggo
Sumber : Google Earth, 2025

3.2 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini terdapat dua jenis data utama yang digunakan masing-masing diperoleh dari pendekatan sebagai berikut:

1. Data Primer

Data diperoleh secara langsung dari lokasi penelitian melalui kegiatan observasi atau survei lapangan. Metode ini dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi faktual di lapangan secara empiris, sehingga informasi yang dikumpulkan memiliki tingkat keaslian dan ketepatan yang tinggi serta merepresentasikan situasi aktual lapangan.

- Data dimensi saluran drainase diperoleh dari survey langsung di lokasi studi untuk menentukan perubahan ukuran saluran ataupun bentuk saluran hingga simulasi pada *software* SWMM 5.2 menunjukkan tidak ada genangan lagi.
- Data kondisi fisik saluran drainase berupa kondisi inlet/outlet diperoleh dari survey langsung di lokasi studi untuk menentukan titik-titik pertemuan aliran air dalam jaringan drainase. Aliran di setiap inlet/outlet nantinya akan dimodelkan dalam *software* SWMM 5.2.

2. Data Sekunder

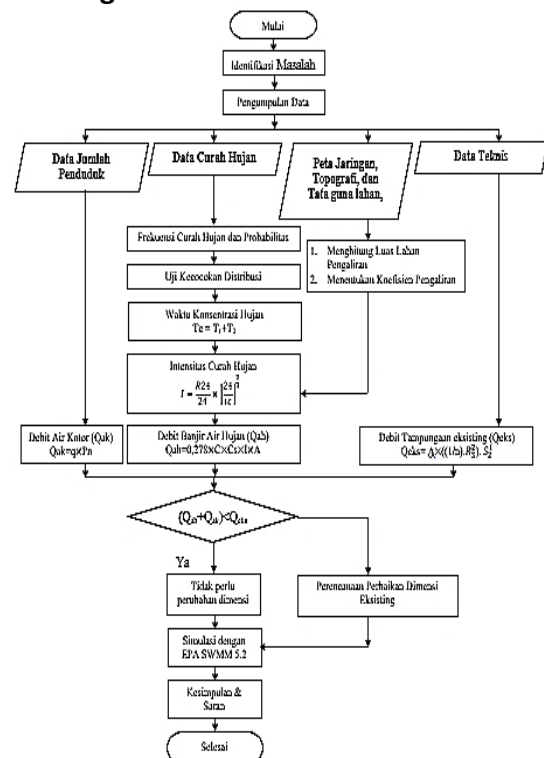
Data yang menunjang dan melengkapi data primer di diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika:

- Data curah hujan harian maksimum antara tahun 2013-2023 diperoleh dari 4 Stasiun Curah Hujan di Kota Probolinggo yang akan digunakan untuk perhitungan analisis hidrologi. Data tersebut juga

akan dimodelkan di *software* SWMM 5.2 sebagai komponen disebut *rain gage*.

- Peta tata guna lahan, peta topografi dan peta jaringan drainase Kota Probolinggo dari Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah Kota Probolinggo digunakan untuk menentukan luas pengaliran, koefisien pengaliran serta arah aliran.
- Data Jumlah Penduduk digunakan untuk menghitung debit air kotor.

3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian
Sumber: Hasil Analisis, 2025

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Hidrologi

Analisis hidrologi mencakup sejumlah tahapan perhitungan yang berkaitan dengan karakteristik curah hujan yang meliputi evaluasi konsistensi data historis, estimasi curah hujan rata-rata wilayah studi, serta kajian distribusi frekuensi untuk memahami pola probabilistik kejadian hujan dalam periode tertentu.

4.1.1 Uji Konsistensi Data Curah Hujan

Dalam penelitian ini, pengujian konsistensi data curah hujan dilakukan dengan menggunakan metode *Double Mass Curve*

(kurva massa ganda) yaitu suatu pendekatan evaluatif yang bertujuan untuk mengidentifikasi adanya penyimpangan dalam deret data curah hujan. Metode ini bekerja dengan cara membandingkan akumulasi curah hujan dari stasiun yang diuji dengan rata-rata akumulasi curah hujan dari beberapa stasiun pembanding terdekat. 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. Untuk data hujan yang digunakan pada penelitian ini adalah curah hujan bulanan selama 11 tahun terakhir dari tahun 2013-2023. Data curah hujan diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Kota Probolinggo dari 4 Stasiun hujan yakni Stasiun Probolinggo, Stasiun Kademangan, Stasiun Triwung Kidul dan Stasiun Pakistaji.

Tabel 1. Uji Konsistensi Data (*Double Mass Curve*)

Tahun	Rmaks rata-rata (mm)	Triwung Kidul	Kade mangan	Pakistaji	Probo linggo
2013	120,25	124	131	102	124
2014	71,75	54	70	103	60
2015	120	118	125	104	133
2016	126,4	112	115	125,5	153
2017	81,3	59	75	119,3	72
2018	96,7	90	87	11,7	98
2019	104,15	90	116	125,5	85
2020	124,3	131,01	122	109,2	135
2021	96,65	84,157	86	82,9	133,5
2022	121,6	105,85	98	141,9	140,8
2023	123,1	101,51	139	138,1	113,9

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

Pos STA Probolinggo

$$F_c = \frac{S_1(\text{Kumulatif kemiringan sebelum patahan})}{S_2(\text{Kumulatif kemiringan sesudah patahan})} = \frac{1,0903}{1,05325} = 1,035$$

Pos STA Pakistaji

$$F_c = \frac{S_1(\text{Kumulatif kemiringan sebelum patahan})}{S_2(\text{Kumulatif kemiringan sesudah patahan})} = \frac{1,0677}{0,8504} = 1,2554$$

Pos STA Triwung Kidul

$$F_c = \frac{S_1(\text{Kumulatif kemiringan sebelum patahan})}{S_2(\text{Kumulatif kemiringan sesudah patahan})} = \frac{0,9}{1,0242} = 0,8675$$

Pos STA Kademangan = Data Konsisten

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.

4.1.2 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 oleh [9]. Berdasarkan hasil analisis, distribusi log Pearson tipe III dipilih sebagai metode paling representatif dengan menghasilkan nilai curah hujan rancangan sebesar 131,47 mm untuk periode ulang 10 tahun.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rancangan

No	Periode Ulang (T)	Log Person III	Log Normal	Normal	Gumbel
1	2	109,76	102,86	104,643	101,987
2	5	124,95	121,49	120,813	124,526
3	10	131,47	132,55	129,29	139,48
4	20	135,3	142,35	136,22	153,807
5	50	140,35	154,39	144,112	172,351
6	100	142,73	163,2	149,58	186,247
Pemilihan Distribusi					
	Cs	-1,066	-0,115	-0,851	-0,851
	Kesimpulan	Meme nuhi	Tidak Meme nuhi	Tidak Meme nuhi	Tidak Meme nuhi
	Ck	0,354	0,354	0,298	0,851
	Kesimpulan	Meme nuhi	Tidak Meme nuhi	Tidak Meme nuhi	Meme nuhi

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

4.2 Perhitungan Debit Banjir Rencana

4.2.1 Perhitungan Debit Limpasan Air

Debit limpasan air adalah total volume air hujan pada suatu cakupan tempat per satuan waktu.

A. Luas Daerah Pengaliran (A)

Untuk mengetahui luas daerah pengaliran tiap saluran dapat menggunakan aplikasi ArcGIS 10.8 dengan menggunakan data – data shp seperti data peta wilayah administrasi, tata guna lahan, dan citra satelit.

Tabel 3. Luas Daerah Pengaliran (A)

No	Nama Saluran	Panjang Saluran (m)	Lebar Area (m)	Luas daerah pengaliran	
				m ²	Km ²
1	SR1	370	200	73843	0,073844
2	SR2	609	215	131202	0,131202
3	SR3	517	175	90704	0,090704
4	SR4	685	176	120512	0,120512
5	UR1	896	124	111385	0,111385
6	UR2	266	686	182558	0,182558
7	ST1	374	644	240977	0,240977
8	SB1	376	362	135925	0,135925
9	SB2	252	603	151853	0,151853
10	UB1	628	75	47011	0,047011

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

B. Perhitungan Intensitas Hujan (I)

Perhitungan intensitas hujan dalam studi ini memerlukan penentuan waktu konsentrasi (T_c) yang merepresentasikan waktu total yang dibutuhkan oleh air hujan untuk mengalir dari titik terjauh di daerah tangkapan menuju outlet sistem drainase. Dalam hal ini peneliti menggunakan pendekatan metode Kerby yang dianggap lebih representatif dibanding metode tunggal seperti Kirpich karena mengintegrasikan dua jenis mekanisme aliran, yaitu *overland flow* (T₁) dan *channel flow* (T₂). Komponen T₁ menggambarkan waktu yang dibutuhkan limpasan permukaan untuk mencapai saluran terdekat, sedangkan T₂ merepresentasikan waktu pengaliran air di dalam saluran hingga mencapai titik pembuangan akhir. Berikut ini disajikan perhitungan waktu konsentrasi untuk saluran SR1:

$$T_1 = \left[\left(\frac{2}{3} \right) * (3,28) * L * \left(\frac{nd}{\sqrt{s}} \right) \right]^{0,167}$$

$$= \left[\left(\frac{2}{3} \right) * (3,28) * 3 * \left(\frac{0,013}{\sqrt{3\%}} \right) \right]^{0,167} = 0,6048$$

$$T_2 = \frac{L}{60v} = \frac{370}{60 * 1,5} = 4,111$$

$$T_c = T_1 + T_2 = 0,6048 + 4,111 = 4,7159$$

$$T_c = T_{c1} + T_{c2} = 4,716 + 6,487 = 11,203/0,187$$

Intensitas hujan menggunakan rumus mononobe. Contoh perhitungan pada saluran SR1 untuk kala ulang 10 tahun:

$$I = \frac{R}{24} \times \left[\frac{24}{t_c} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$= \frac{131,47}{24} \times \left[\frac{24}{0,187} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$= 139,5 \text{ mm/jam}$$

Tabel 4. Hasil Intensitas Hujan Tiap Saluran

Nama Saluran	Tc/Jm	Curah Hujan (mm/hr)	Intensitas (mm/jm)	Curah Hujan (mm/hr)	
				Kala Ulang 2 tahun	Kala Ulang 10 Tahun
[1]	[2]				
SR1	0,187	109,75	116,47	131,47	139,52
SR2	0,276	109,75	89,75	131,47	107,51
SR3	0,238	109,75	99,17	131,47	118,8
SR4	0,304	109,75	84,25	131,47	100,9
UR1	0,382	109,75	72,32	131,47	86,62
UR2	0,155	109,75	132,13	131,47	158,27
ST1	0,193	109,75	113,92	131,47	136,46
SB1	0,190	109,75	115,29	131,47	138,1
SB2	0,146	109,75	137,33	131,47	164,5
UB1	0,277	109,75	89,44	131,47	107,1

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

C. Perhitungan Debit Air Hujan (Q_{ah})

Dalam estimasi debit banjir rancangan peneliti menggunakan metode rasional yang dimodifikasi dengan mempertimbangkan durasi waktu konsentrasi curah hujan yang lebih panjang dibandingkan pendekatan konvensional. Penyesuaian ini dilakukan guna memperoleh hasil perhitungan yang lebih mendekati kondisi aktual di lapangan khususnya dalam kawasan dengan karakteristik aliran yang kompleks. Adapun perhitungan intensitas hujan yang telah dikoreksi berdasarkan waktu konsentrasi pada saluran SR1 untuk periode ulang 10 tahun, disajikan sebagai berikut:

$$Cs = \frac{2T_c}{2T_c + T_2} = \frac{2 * 10,382}{2 * 10,382 + (4,111 + 4,111)}$$

$$= 0,732$$

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

$$= 0,278 * 0,732 * 0,61 * 131,469 * 0,073844$$

$$= 1,268 \text{ m}^3/\text{det.}$$

Tabel 5. Debit Air Hujan (Q_{ah}) kala ulang 10 tahun

Saluran	Luas (Km ²)	Cs	C	Intensitas (mm/jam)	Debit Q _{ah} (m ³ /det)
[1]	[2]	[3]	[4]		
				Kala Ulang 10 Tahun	
SR1	0,073844	0,732	0,61	139,52	1,268
SR2	0,131202	0,71	0,67	107,51	1,86
SR3	0,090704	0,713	0,69	118,8	1,48
SR4	0,120512	0,705	0,69	100,9	1,643
UR1	0,111385	0,697	0,68	86,62	1,264
UR2	0,182558	0,758	0,66	158,27	4,03
ST1	0,240977	0,736	0,67	136,46	4,476
SB1	0,135925	0,731	0,65	138,1	2,485
SB2	0,151853	0,758	0,69	164,5	3,616
UB1	0,047011	0,705	0,68	107,14	0,67

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

4.2.2 Perhitungan Pertumbuhan Penduduk

Berikut contoh perhitungan prediksi pertumbuhan jumlah penduduk saluran SR1:

Jumlah penduduk SR1 (Po) = 456

Waktu proyeksi (n) 2033 = 9 tahun

Tingkat pertumbuhan (r) = 1,361%

Untuk P 2032

$P_n = P_o (1 + r)^n = 456 (1 + 1,361\%)^{10} = 522$ jiwa

4.2.3 Perhitungan Debit Air Kotor

Contoh Perhitungan Debit Air Kotor (Qak) kala ulang 10 tahun pada saluran SR1:

Jumlah air buangan (q) = 120 lt/org/hr

Jumlah penduduk SR1(Pn)= 522 jiwa

Luas permukiman SR1 (A)= 0,073844 Km²

$$\begin{aligned} Q_{ak} &= \frac{q \times P_n}{A} \\ &= \frac{0,00139 \times 522}{0,073844} \\ &= 9,8256 \text{ lt/dtk/org} \\ &= 0,009826 \text{ m}^3/\text{dtk/org} \end{aligned}$$

Tabel 6. Perhitungan Debit Air Kotor (Qak)

Kode Saluran	m ²	Km ²	Qak (lt/dtk/org)	Qak (m ³ /dtk/org)
SR1	73843	0,073844	9,825783	0,009826
SR2	131202	0,131202	9,835207	0,009835
SR3	90704	0,090704	27,83607	0,027836
SR4	120512	0,120512	27,80061	0,027801
UR1	111385	0,111385	5,632274	0,005632
UR2	182558	0,182558	5,656875	0,005657
ST1	240977	0,240977	20,84272	0,020843
SB1	135925	0,135925	7,569451	0,007569
SB2	151853	0,151853	10,23918	0,010239
UB1	47011	0,047011	2,736339	0,002736

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

4.2.4 Perhitungan Debit Rancangan

Debit Rancangan penjumlahan debit limpasan air hujan (Qah) dan debit air kotor (Qak). Contoh perhitungan pada saluran SR1:

$$\begin{aligned} Q_r(\text{SR1}) &= Q_{ah} + Q_{ak} \\ &= 1,268 + 0,009826 \\ &= 1,2779 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

Tabel 7. Debit Banjir Rancangan kala ulang 10 tahun

Kode Saluran	Qak (m ³ /dtk)	Qah (m ³ /dtk)	Qr (m ³ /dtk)
SR1	0,009826	1,2680663	1,277892
SR2	0,009835	1,85996645	1,869802
SR3	0,027836	1,48063688	1,508473
SR4	0,027801	1,64392123	1,671722
UR1	0,005632	1,2642281	1,26986
UR2	0,005657	4,03664813	4,042305
ST1	0,020843	4,47624283	4,497086
SB1	0,007569	2,48539095	2,49296
SB2	0,010239	3,61673245	3,626972
UB1	0,002736	0,6704233	0,67316

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

4.3 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:

$$\begin{aligned} Q_{selisih} &= Q_{eks} - Q_r \\ &= 3,016 - 1,268 \\ &= 1,738 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Tabel 8. Evaluasi Saluran Kala Ulang 10 Tahun

Kode Saluran	Qsal (m ³ /det)	Qr (m ³ /det)	Qsel (m ³ /det)	Keterangan
SR1	3,016	1,268052	1,738	Memenuhi
SR2	2,887	1,859946	1,018	Memenuhi
SR3	8,334	1,48062	6,826	Memenuhi
SR4	1,364	1,643903	-0,307	Tidak Memenuhi
UR1	0,741	1,264214	-0,529	Tidak Memenuhi
UR2	1,711	4,036605	-2,331	Tidak Memenuhi
ST1	1,767	4,476195	-2,73	Tidak Memenuhi
SB1	4,963	2,485364	2,47	Memenuhi
SB2	6,032	3,616694	2,405	Memenuhi
UB1	0,988	0,670416	0,315	Memenuhi

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

4.4 Pemodelan EPA SWMM 5.2.

Dalam Penelitian ini digunakan *software* EPA SWMM 5.2. sebagai alat bantu untuk mensimulasikan berbagai sistem drainase perkotaan dan aliran air seperti pada wilayah Jalan Soekarno Hatta Kota Probolinggo.

4.4.1 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 *Subatchment*
4. Membuat titik *junction*
5. Membuat saluran/*conduit*
6. Membuat *time series*

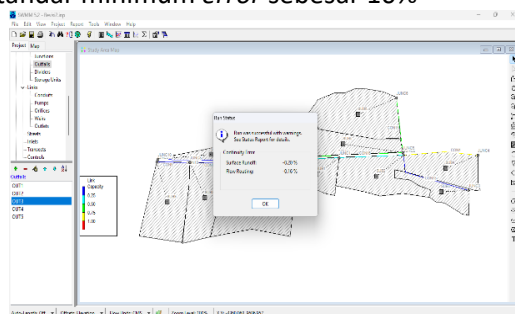
4.4.2 Input Data

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

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

4.4.3 Menjalankan Simulasi

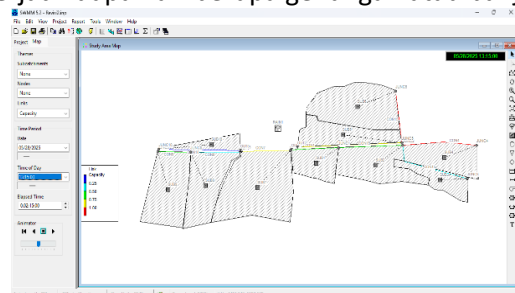
Setelah input data selesai, langkah selanjutnya adalah menjalankan simulasi. Pada ikon petir atau pada menu *project > run simulation* proses simulasi akan berjalan dan menghasilkan laporan status yang memuat informasi tentang kesalahan (*error*). Hasil *running* menunjukkan simulasi mendapat hasil cukup baik dengan limpasan dan *routing* sebesar -0,2% dan -0,16% yang dibawah standar minimum *error* sebesar 10%



Gambar 3. Run Simulation Success
Sumber: Epa- SWMM 5.2

4.4.1 Result Model

Identifikasi luapan pada masing-masing node dapat diamati melalui representasi visual berbasis parameter warna. Warna biru menunjukkan bahwa saluran berada dalam kondisi aman dan masih mampu menampung debit limpasan air hujan secara efektif. Sebaliknya, warna merah menandakan bahwa kapasitas saluran telah terlampaui, sehingga terjadi luapan air berupa genangan atau banjir.



Gambar 4. Simulasi Jaringan Drainase
Sumber: Epa SWMM 5.2.

Setelah simulasi dijalankan hasil jaringan drainase memuat berbagi informasi hasil simulasi *subactchment runoff* (volume limpasan), *node depth* (ketinggian aliran), *node flooding* (luapan) dan sebagainya.

4.5 Hasil Simulasi

Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan, ditemukan bahwa terdapat empat saluran drainase yang tidak memiliki kapasitas memadai untuk menampung debit banjir pada masing-masing sub-wilayah sehingga berpotensi menimbulkan limpasan air dan genangan. Untuk mengatasi hal tersebut ada beberapa solusi alternatif dalam menangani permasalahan banjir mulai dari perubahan dimensi saluran atau bangunan penanggulangan banjir. Dalam ini digunakan pendekatan perubahan dimensi.

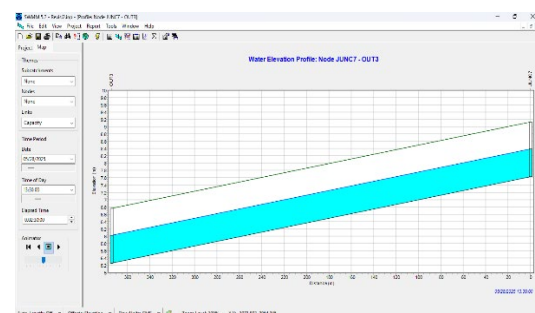
4.5.1 Perubahan Dimensi

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 9. Hasil Perubahan Dimensi Baru

Kode Saluran	b (m)	h (m)	A (m)	P (m)	R (m)	V (m/s)	Qeks (m³/s)
SR4	1,3	0,8	1,04	2,9	0,359	1,647	1,713
UR1	0,7	1,5	1,568	3,778	0,415	0,834	1,308
UR2	0,9	1,6	2,029	4,184	0,485	2,138	4,338
ST1	1	1,45	1,45	3,9	0,372	3,157	4,578

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025



Gambar 5. Profil Aliran Hasil Evaluasi
Sumber: Epa- SWMM 5.2

Berdasarkan hasil analisis profil aliran, setelah dilakukan redesain pada saluran SR4, UR1, UR2, dan ST1 maka saluran tersebut sudah dapat menampung debit banjir rancangan sehingga dapat disimpulkan saluran tersebut aman digunakan.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Nilai curah hujan rancangan untuk periode ulang 10 tahun diperoleh melalui pendekatan distribusi Log Pearson Tipe III, dengan hasil sebesar 131,467 mm/detik. Pemilihan metode ini didasarkan pada hasil uji kecocokan distribusi yang menunjukkan kesesuaian terbaik dengan data curah hujan yang dianalisis.
2. Estimasi debit banjir rancangan (Q_r) menunjukkan bahwa saluran ST1 memiliki nilai debit tertinggi, yakni sebesar 4,47 m³/detik, sementara debit terkecil terdapat pada saluran UR1 dengan nilai sebesar 0,6704 m³/detik. Variasi ini mencerminkan perbedaan karakteristik hidrologis antar sub-wilayah yang dianalisis.
3. Berdasarkan evaluasi terhadap sepuluh segmen saluran yang diteliti, ditemukan bahwa empat saluran yaitu SR4, UR1, UR2, dan ST1 tidak memiliki kapasitas memadai untuk menampung debit banjir rancangan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dilakukan redesain dimensi saluran dengan menggunakan pendekatan *trial and error*, guna memperoleh dimensi penampang saluran yang paling efektif dan efisien dalam mengalirkan debit rencana.
4. Pemodelan dengan software Epa-SWMM mendapatkan hasil debit puncak tertinggi terjadi pada jam 13.00 (jam ke-2) dan 4 saluran yang telah dilakukan perbaikan yakni saluran SR4, UR1, UR2, dan ST1 sudah mampu menampung debit banjir rancangan.

5.2 Saran

1. Untuk mengatasi permasalahan banjir dan genangan yang terjadi dapat menggunakan berbagai solusi alternatif seperti sumur resapan dan kolam biopori

yang ramah lingkungan dan dapat mengefisiensi anggaran dan waktu.

2. Disarankan pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan perangkat lunak pengolah limpasan air seperti HEC-RAS, HEC-HMS untuk mendapatkan perbandingan sehingga memperoleh hasil yang akurat dan tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Rachmawati, Suhardjono, U. Andawayanti, and P. T. Juwono, "In situ permeability and shape factor of flat-base recharge wells using variations of porous walls In situ permeability and shape factor of flat-base recharge wells using variations of porous walls," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 247, 2020, doi: 10.1088/1755-1315/437/1/012031.
- [2] I. A. Isfani, A. Rokhmawati, and I. S. Ingsih, "25670-71808-1-PB".
- [3] G. Kautsar, A. Rachmawati, and I. S. Ingsih, "JOMBANG KABUPATEN JOMBANG PROVINSI JAWA TIMUR," vol. 15, no. 1, pp. 142–149, 2025.
- [4] M. R. Firdaus, A. Rokhmawati, and I. S. Ingsih, "Di Kecamatan Babat Kabupaten Lamongan Berbasis Arcgis," vol. 14, no. 2, pp. 121–128, 2024.
- [5] D. Suita and S. P. Simorangkir, "Evaluasi Sistem Drainase Untuk Menanggulangi Banjir Pada Jalan Dr. Mansyur Kecamatan Medan Selayang," *Cetak) Bul. Utama Tek.*, vol. 14, no. 1, pp. 1410–4520, 2018.
- [6] B. S. A. R. Wahyu Putri Betris, "Studi Evaluasi Sistem Drainase Di Desa Ngunut Kecamatan Ngunut Kabupaten Tulungagung Menggunakan Software EpaSwmm 5.2," *J. Rekayasa Sipil*, vol. 15, no. 1, pp. 168–176, 2025.
- [7] A. Rokhmawati, Fachrurrozi Ilhamsyah, and Bambang Suprpto, "Recharge Wells Model Based on Shape Factors for Flood Management in Klojen District, Malang City," *J. Innov. Civ. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 185–194, 2023, doi: 10.33474/jice.v4i2.20930.
- [8] H. Supana, A. Rokhmawati, and I. S. Ingsih, "25726-71969-1-PB (1)," 2024.
- [9] Suripin, *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi, 2004.