

Evaluasi Debit Banjir Pada Sistem Saluran Drainase Di Kawasan Simpang Joglo, Surakarta

Faqih Faisal Arian¹, Agung Wahyudi Biantoro¹

¹Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta, 11650, Indonesia

Email : faqiharian@gmail.com

Abstract—The Simpang Joglo area in Surakarta is one of the strategic zones with high traffic activity that frequently experiences ponding during heavy rainfall. This condition indicates that the existing drainage system has not been functioning optimally in accommodating the flood discharge that occurs. This study aims to evaluate the design flood discharge and the capacity of the existing drainage channels in the Simpang Joglo area, Surakarta. The method used is a descriptive evaluative analysis with hydrological and hydraulic approaches. Maximum daily rainfall data over a 10-year period were analyzed using several probability distribution methods to obtain the design rainfall, after which the flood discharge was calculated using the Rational Method. The evaluation of channel capacity was carried out through hydraulic calculations and modeling using EPA SWMM 5.2 software.

The results show that for Channel A, the channel discharge of 0.16 m³/s is smaller than the design discharge of 1.44 m³/s; for Channel B, the channel discharge of 0.10 m³/s is smaller than the design discharge of 1.75 m³/s; for Channel C, the channel discharge of 0.27 m³/s is smaller than the design discharge of 1.32 m³/s; while for Channel D, the channel discharge of 0.85 m³/s is greater than the design discharge of 0.60 m³/s. Therefore, it can be concluded that Channels A, B, and C do not meet the required capacity, whereas Channel D meets the capacity requirement. The channel capacity was further analyzed using EPA SWMM 5.2 to obtain more accurate results. The model design consisted of 12 subcatchments, 15 junctions, 1 outfall, and 13 conduits. The simulation results indicate that Channels A, B, and C experience overflow, while Channel D does not. Thus, both the flood discharge calculations and the analysis using EPA SWMM 5.2 produced consistent and corresponding results. Based on these findings, the proposed alternative solution is the construction of 50 infiltration wells. The analysis and calculations show that the implementation of infiltration wells in the Simpang Joglo area, Surakarta, is capable of reducing stormwater runoff that cannot be accommodated by Channels A, B, and C, thereby mitigating flood inundation in the area.

Article History:

Received: 6 Januari 2026

Revised: 4 Februari 2026

Accepted: 17 Februari 2026

Published: 24 Februari 2026

Keywords: Drainage Capacity, Flood Discharge, EPA SWMM 5.2, Infiltration Wells

1. PENDAHULUAN

Kota Surakarta sebagai pusat kegiatan sosial, ekonomi, dan transportasi di Jawa Tengah menghadapi permasalahan banjir perkotaan, khususnya pada kawasan strategis seperti Simpang Joglo Surakarta. Kawasan ini merupakan simpul transportasi penting yang menghubungkan beberapa ruas jalan utama dan jalan provinsi, sehingga memiliki tingkat kepadatan lalu lintas yang tinggi [1]. Pembangunan jalur layang dan underpass di Simpang Joglo dilakukan sebagai upaya mengurangi kemacetan dan meningkatkan keselamatan pengguna jalan, namun perubahan sistem tata air akibat pembangunan tersebut turut meningkatkan risiko genangan di wilayah sekitarnya.

Pasca beroperasinya infrastruktur tersebut, kawasan permukiman di sekitar Simpang Joglo, khususnya Kelurahan Sambirejo, Kadipiro, dan Nusukan, kerap mengalami genangan saat hujan lebat. Bahkan, *underpass* Simpang Joglo beberapa kali terendam hingga menyebabkan gangguan lalu lintas [2]. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sistem drainase eksisting belum mampu menampung debit air hujan yang masuk dalam waktu singkat dengan intensitas tinggi [3].

Beberapa faktor utama penyebab banjir diidentifikasi, antara lain kurangnya daerah resapan air, kapasitas saluran yang tidak memadai, sedimentasi pada dasar saluran, serta kurangnya pemeliharaan rutin [4]. Akumulasi sedimen dan penyempitan saluran karena sampah menyebabkan penurunan kapasitas alir dan mengganggu kinerja hidraulik sistem drainase, sehingga meningkatkan potensi terjadinya luapan [5].

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi debit banjir dan kapasitas sistem saluran drainase di Kawasan Simpang Joglo Surakarta. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran kinerja drainase eksisting serta menjadi dasar dalam penyusunan rekomendasi teknis sebagai upaya mitigasi banjir lokal di kawasan penelitian.

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif evaluatif. Data yang digunakan meliputi data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun dari Stasiun Hujan Pabelan, data kondisi eksisting saluran drainase, serta data topografi kawasan penelitian. Tahapan penelitian meliputi analisis hidrologi untuk menentukan hujan rencana dan debit banjir, analisis hidrolika untuk mengevaluasi kapasitas saluran, serta pemodelan sistem drainase menggunakan perangkat lunak EPA SWMM 5.2. EPA SWMM 5.2 (Storm Water Management Model) adalah perangkat lunak pemodelan hidrologi dan hidraulika yang dikembangkan oleh *United States Environmental Protection Agency* untuk menganalisis limpasan air hujan dan sistem drainase, khususnya di kawasan perkotaan [6]. Debit banjir rencana dihitung menggunakan metode rasional dengan mempertimbangkan koefisien limpasan dan intensitas hujan sesuai periode ulang yang ditetapkan [7].

3. HASIL DAN DISKUSI

Persyaratan distribusi frekuensi dalam perencanaan curah hujan digunakan untuk menentukan besaran curah hujan rencana secara ilmiah berdasarkan peluang kejadian dan periode ulang tertentu. Melalui analisis ini, data curah hujan historis dapat diolah menjadi nilai hujan ekstrem yang representatif sehingga mendukung perencanaan bangunan air, drainase, dan pengendalian banjir yang aman dan efisien. Selain itu, distribusi frekuensi membantu memilih model statistik yang paling sesuai dengan karakteristik data hujan, sehingga mampu mengurangi risiko kegagalan desain akibat perencanaan yang terlalu berlebihan maupun terlalu rendah. Hasil perhitungan persyaratan distribusi frekuensi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Persyaratan Distribusi Frekuensi

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil	Keterangan
1	Gumbel	$C_s = 1,14$	0,25	Tidak Memenuhi
		$C_k = 5,4$	3,63	Tidak Memenuhi
2	Normal	$C_s \approx 0$	0,25	Tidak Memenuhi
		$C_k = 3,0$	3,63	Tidak Memenuhi
3	Log Person III	$C_s \neq 0$	-0,8	Memenuhi
4	Log Normal	$C_s \approx C_v^3 + 3C_v = 2$	0,00308	Tidak Memenuhi
		$C_k \approx C_v^8 + 6 C_v^6 + 15 C_v^4 + 16 C_v^2 + 3 = 4$	3,01543	Tidak Memenuhi

Untuk perencanaan diambil curah hujan rencana terbesar agar desain rencana dapat mengantisipasi hujan besar kedepannya dan mewakili statistik data yang dianalisis. Maka distribusi Log Normal dipilih karena memenuhi semua uji distribusi dan memiliki nilai paling besar. Waktu konsentrasi (t_c) merupakan waktu yang dibutuhkan aliran dari titik terjauh ke suatu tempat tertentu.

1. Contoh perhitungan to saluran A ke B

$$\begin{aligned} t_o &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \times \frac{n}{\sqrt{s}} \right)^{0,167} \\ &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 73 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,003}} \right)^{0,167} \\ &= 1,835 \end{aligned}$$

2. Contoh perhitungan waktu tempuh (td) untuk saluran A ke B adalah sebagai berikut:

$$t_d = \frac{L}{60 \times V} = \frac{762}{60 \times 1,5} = 8,467$$

3. Contoh perhitungan waktu konsentrasi (tc) untuk saluran A

$$\begin{aligned} T_c &= t_o + t_d \\ &= 1,835 + 8,467 \\ &= 10,302 \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan intensitas hujan untuk menentukan nilai debit banjir rencana, yaitu :

$$I = \frac{X_2}{24} \left(\frac{24}{T} \right)^{\frac{2}{3}} = \frac{118,40}{24} \left(\frac{24}{0,08} \right)^{\frac{2}{3}} = 215,15$$

Setelah perhitungan waktu konsentrasi dan intensitas hujan dilakukan, maka analisis hidrologi selanjutnya adalah melakukan perhitungan debit banjir rencana. Dimana data yang sudah diketahui sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_b &= 0,278 \times C \times I \times A \\ &= 0,278 \times 0,7 \times 132,88 \times 0,056 \\ &= 1,44 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Selanjutnya perhitungan debit banjir rencana dapat dilihat pada Tabel 2 berikut :

Tabel 1. Perhitungan Debit Banjir Rencana

No	Saluran	Luas Daerah Aliran (Km ²)	C	I	Hujan rencana (R2) (mm)	Qb (m ³ /det)
1	Saluran A	0,056	0,7	132,88	118,40	1,44
2	Saluran B	0,069	0,7	130,34	118,40	1,75
3	Saluran C	0,054	0,7	125,50	118,40	1,32
4	Saluran D	0,026	0,7	118,51	118,40	0,60

Lalu dilakukan analisis hidrolika untuk mengetahui debit saluran berbentuk segi empat. Sebelum perhitungan debit saluran, dilakukan perhitungan dimensi saluran terlebih dahulu.

$$\begin{aligned} Q &= A \times V \\ &= 0,64 \times 0,247 \\ &= 0,158 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan debit saluran eksisting drainase, yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini :

Tabel 2. Perhitungan Debit Saluran Eksisting Drainase

No	Saluran	L (m)	b (m)	H (m)	h1 (m)	h2 (m)	So (m)	F (m ²)	P (Keliling)	R (m)	N (m)	V (m/detik)	Qs (m ³ /detik)
1	Saluran Eksisting A	762	0,8	0,8	0,75	0,68	0,00009	0,64	2,4	0,27	0,02	0,24	0,15
2	Saluran Eksisting B	784	0,7	0,7	0,65	0,60	0,00006	0,49	2,1	0,23	0,02	0,19	0,09
3	Saluran Eksisting C	843	1	1	0,94	0,86	0,00009	1	3	0,33	0,02	0,27	0,27
4	Saluran Eksisting D	956	1,7	1,5	1,20	1,10	0,00010	2,55	4,7	0,54	0,02	0,33	0,85

Saluran yang mampu menampung dari debit banjir yang ada apabila debit kapasitas eksisting (Q_s) lebih besar dari debit banjir (Q_b) atau dapat ditulis ($Q_s > Q_b$). Apabila saluran tidak memenuhi maka harus dilakukan desain ulang atau mencari alternatif lain untuk penanganan genangannya. Berikut rekapitulasi hasil perhitungan debit saluran. Berikut rekapitulasi perhitungan saluran eksisting (Tabel 4)

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan

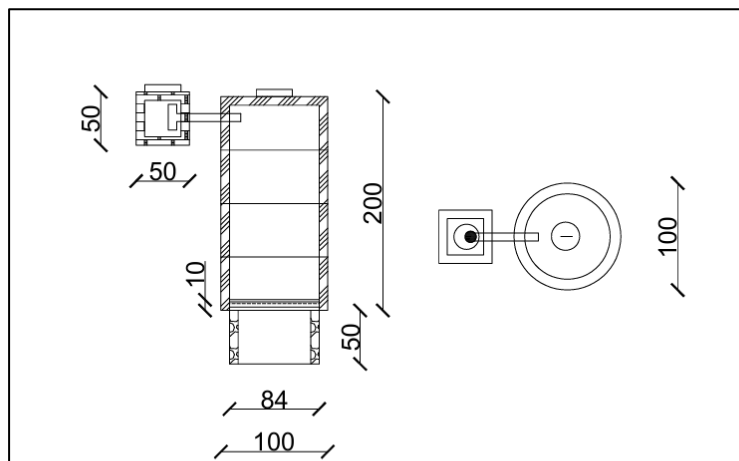
Saluran	Qs (m ³ / detik)	V (m/detik)	Qb (m ³ / detik)	Keterangan
Saluran eksisting A	0,158	0,247	1,438	Tidak Memenuhi
Saluran eksisting B	0,096	0,197	1,750	Tidak Memenuhi
Saluran eksisting C	0,270	0,270	1,318	Tidak Memenuhi
Saluran eksisting D	0,851	0,334	0,595	Memenuhi

Dari hasil analisis dan perhitungan perbandingan antara debit banjir yang terjadi dengan kapasitas drainase eksisting yaitu saluran A debit saluran 0,158 m³/det lebih kecil dari debit rencana 1,438 m³/det sehingga saluran tidak memenuhi, untuk saluran B debit saluran 0,096 m³/det lebih kecil dari debit rencana 1,750 m³/det sehingga saluran tidak memenuhi, untuk saluran C debit saluran 0,270 m³/det lebih kecil dari debit rencana 1,318 m³/det sehingga saluran tidak memenuhi, dan untuk saluran D debit saluran 0,851 m³/det lebih besar dari debit rencana 0,595 m³/det sehingga saluran memenuhi.

Untuk menanggulangi masalah pada penelitian ini disarankan alternatif solusi berupa bangunan sumur resapan. Berdasarkan SNI 03-2453-2002 tentang Spesifikasi Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Perkarangan, direncanakan dimensi bangunan sumur resapan sebagai berikut:

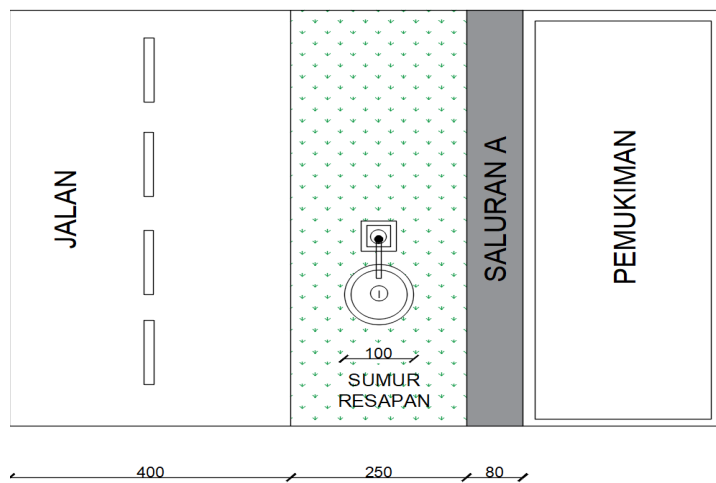
- Buis beton 4 buah dengan tinggi 50 cm dan diameter 100 cm
- Batu kali ukuran 15 – 25 cm dengan tinggi 50 cm dan diameter 80 cm
- Ijuk dengan tebal 10 cm
- Pipa penyambung dengan diameter 3 inch dan kemiringan 2 – 5°

Desain bangunan sumur resapan potongan dan tampak atas dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini :



Gambar 1. Desain Bangunan Sumur Resapan Potongan dan Tampak Atas (satuan cm)

Selanjutnya untuk posisi jalan, pemukiman dan sumur resapan di sisi saluran A, dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini :



Gambar 2. Posisi Sumur Resapan Di sisi Saluran A (satuan cm)

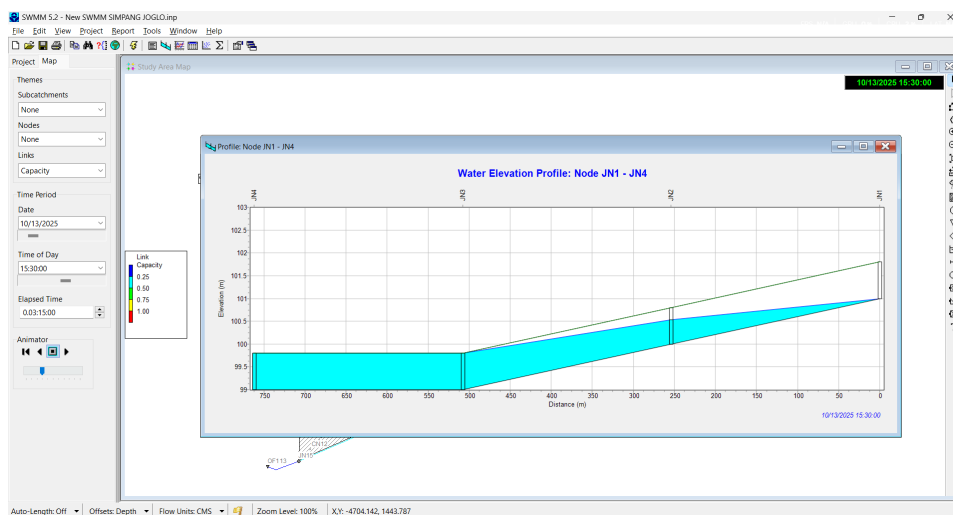
Selanjutnya untuk plotting letak sumur resapan, dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini :



Gambar 3. Penempatan Sumur Resapan

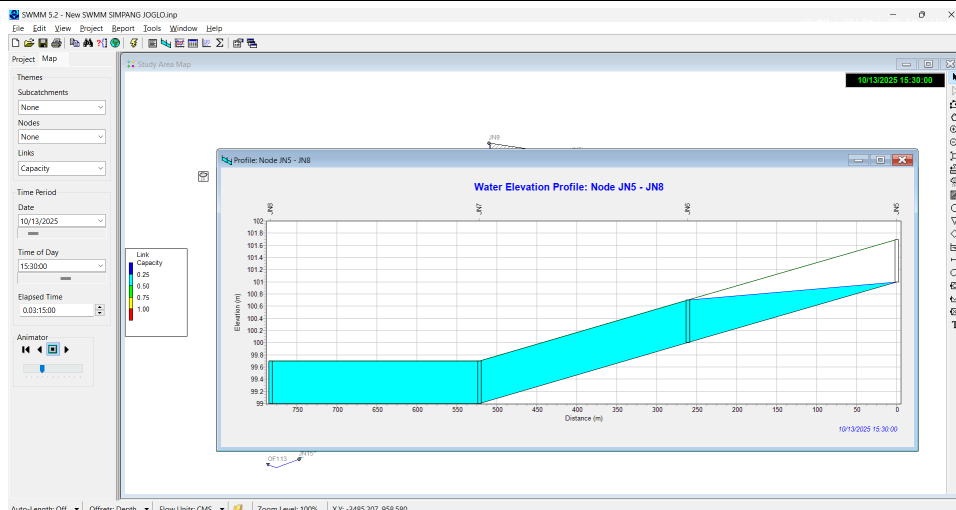
Dilakukan analisis pada Software EPA SWMM 5.2 supaya perhitungan debit banjir lebih akurat. Pada penelitian ini *subcatchment* area dibagi menjadi 12 *subcatchment*, 15 *junction*, 1 *outfall*, dan 13 *conduit*. Pembagian ini dilakukan untuk mempermudah perhitungan dan untuk mendekati nilai yang ada pada perhitungan sebelumnya. Beberapa parameter didapat dari data sekunder dan ada juga didapat dari pengukuran langsung ke lapangan.

Dari analisis ini dapat diketahui bahwa saluran A terjadi luapan air pada pukul 15:30:00. Saluran A pada *junction* 1 tidak terjadi luapan air, sedangkan pada *junction* 2-4 debit banjir lebih besar dari debit kapasitas sehingga terlihat air penuh hingga meluap terlihat seperti pada Gambar 4.



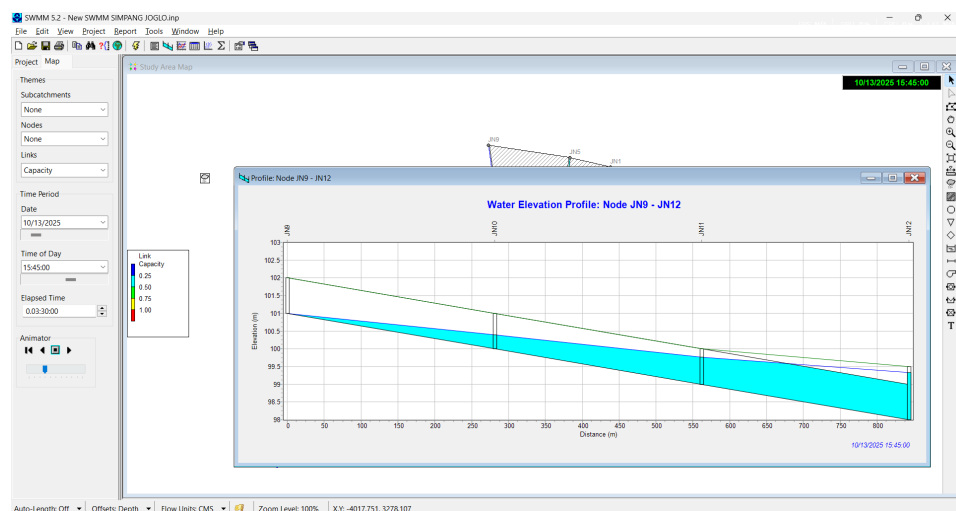
Gambar 4. Tampak Memanjang Saluran A

Terlihat pada Gambar 5 dapat disimpulkan bahwa saluran B terjadi luapan air pada pukul 15:30:00. Saluran B pada *junction* 5 tidak terjadi luapan air, sedangkan pada *junction* 6 – 8 debit banjir lebih besar dari debit kapasitas sehingga terlihat air penuh hingga meluap.



Gambar 5. Tampak Memanjang Saluran B

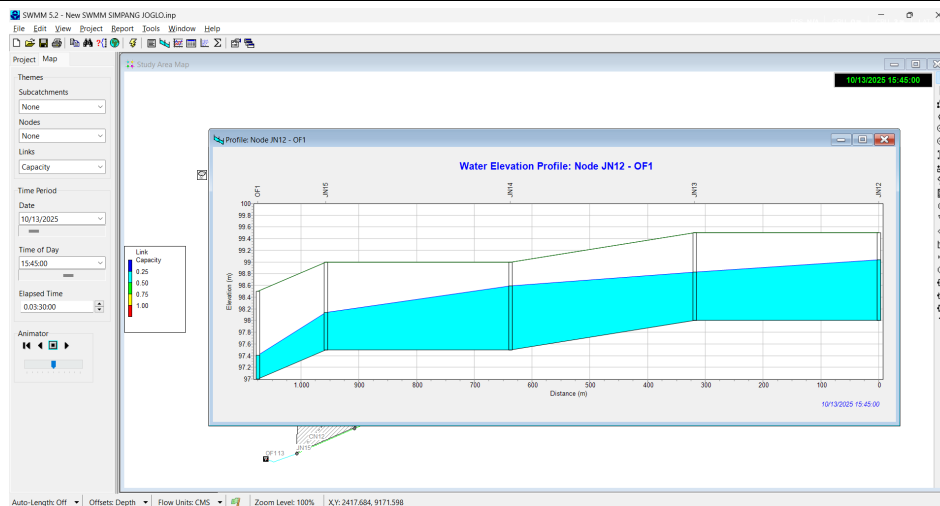
Terlihat pada Gambar 6 dapat disimpulkan bahwa saluran C terjadi luapan air pada pukul 15:45:00. Saluran C pada *junction* 9 dan 10 tidak terjadi luapan air, sedangkan pada *junction* 11 dan 12 debit banjir lebih besar dari debit kapasitas sehingga terlihat air penuh hingga meluap. Selanjutnya visual tampak memanjang saluran C, dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah ini :



Gambar 6. Tampak Memanjang Saluran C

Terlihat pada Gambar 7 saluran D (*junction* 12 sampai *outfall* 1) tidak terjadi luapan air karena memiliki kapasitas saluran yang memenuhi. Terlihat saluran drainase masih memiliki ruang yang kosong dan tidak ada luapan air, sehingga dapat disimpulkan bahwa saluran D memenuhi kapasitas dan mampu menampung debit banjir.

Kemudian untuk gambar tampak memanjang saluran D dapat dilihat pada Gambar 7 dan penyesuaian perhitungan debit banjir dan analisis EPA SWMM 5.2, ada pada Tabel 5 di bawah ini :



Gambar 7. Tampak Memanjang Saluran D

Tabel 4. Penyesuaian Perhitungan Debit Banjir dan Analisis EPA SWMM 5.2

Saluran	Perhitungan Debit Banjir (m ³ /det)	Analisis Software SWMM (m ³ /det)	Kapasitas Eksisting Saluran
A	1,438	1,377	Tidak Memenuhi
B	1,750	1,640	Tidak Memenuhi
C	1,318	1,342	Tidak Memenuhi
D	0,595	0,460	Memenuhi

Pada Tabel 5 menunjukkan bahwa hasil perhitungan debit banjir dan analisis kapasitas saluran menggunakan *software* EPA SWMM 5.2 menghasilkan kesimpulan yang sama yaitu pada saluran A perhitungan debit banjir menunjukkan kapasitas saluran tidak memenuhi dan analisis EPA SWMM 5.2 menunjukkan terjadi luapan air, untuk saluran B perhitungan debit banjir menunjukkan kapasitas saluran tidak memenuhi dan analisis EPA SWMM 5.2 menunjukkan terjadi luapan air, untuk saluran C perhitungan debit banjir menunjukkan kapasitas saluran tidak memenuhi dan analisis EPA SWMM 5.2 menunjukkan terjadi luapan air, dan terakhir saluran D perhitungan debit banjir menunjukkan kapasitas saluran memenuhi dan analisis EPA SWMM 5.2 menunjukkan tidak ada luapan air.

Penelitian ini memberikan gambaran bahwa genangan air dapat terjadi karena berbagai faktor diantaranya adalah saluran drainase yang tidak dirawat dengan baik sehingga mengakibatkan luapan air. Kapasitas saluran yang tidak memenuhi kebutuhan juga menjadi salah satu penyebab terjadinya luapan air. Sistem drainase jalan yang tidak sesuai dengan kebutuhan dapat menyebabkan air meluap keluar dari saluran dan menggenangi jalan [8]. Saluran drainase jalan perlu dievaluasi agar mampu menampung air hujan dan limpasan air sehingga menghindari terjadinya genangan air di jalan [9]. Selain menggunakan analisis menggunakan EPA SWMM 5.2, pembahasan mengenai genangan air dapat dilakukan dengan bantuan aplikasi HEC RAS [10]. Evaluasi sistem drainase di wilayah kampus UGM dilakukan dengan menggunakan aplikasi EPA SWMM 5.1 dimana hasilnya dapat dijadikan bahan evaluasi bagi pihak kampus [11].

Genangan yang terjadi pada kawasan perumahan di sekitar Simpang Joglo juga ditemukan pada kawasan perumahan lain yang mengalami pembangunan infrastruktur. Kondisi ini menunjukkan bahwa pembangunan infrastruktur di wilayah perumahan menyebabkan perlunya evaluasi kembali terhadap kinerja saluran drainase yang ada. [12]. Adanya genangan pada suatu wilayah juga dapat dilakukan dengan melakukan analisis metode nilai rata-rata banjir tahunan [13]. Genangan yang terjadi pada suatu wilayah perkotaan dapat dihindari dengan melakukan perencanaan sistem drainase [14]. Perawatan dan pemeliharaan sistem drainase yang direncanakan dengan baik dapat membantu untuk mengurangi terjadinya banjir di wilayah tersebut [15][16].

Sistem drainase yang baik merupakan bagian penting dalam sistem pengendalian banjir perkotaan [17]. Evaluasi sistem drainase menjadi salah satu poin penting dalam melakukan analisis banjir dan melakukan analisis tinggi muka air pada sungai [18].

4. Kesimpulan

Kondisi saluran drainase eksisting pada Kawasan Simpang Joglo, Kecamatan Banjarsari, Kota Surakarta pada dimensi saluran A yaitu 0,8 m x 0,8 m, saluran B yaitu 0,7 m x 0,7 m, saluran C yaitu 1 m x 1 m, dan saluran D yaitu 1,5 x 1,7 m, dihitung berdasarkan debit banjir rancangan periode ulang 2 tahun. Debit banjir yang terjadi dengan kapasitas drainase eksisting yaitu saluran A debit saluran 0,16 m³/det lebih kecil dari debit rencana 1,44 m³/det sehingga saluran tidak memenuhi, untuk saluran B debit saluran 0,10 m³/det lebih kecil dari debit rencana 1,75 m³/det sehingga saluran tidak memenuhi, dan untuk saluran D debit saluran 0,85 m³/det lebih besar dari debit rencana 0,60 m³/det sehingga saluran memenuhi. Alternatif solusi penanganan genangan banjir pada penelitian ini mengusulkan dengan rencana dibuatnya sumur resapan yang berjumlah 50 titik. Dari hasil analisa dan perhitungan besar efektivitas sumur resapan terhadap genangan banjir di Kawasan Simpang Joglo Surakarta mampu mereduksi limpasan air hujan yang menimbulkan genangan pada periode ulang 2 tahun sebesar 35,04%, periode ulang 5 tahun sebesar 27,69%, periode ulang 10 tahun sebesar 24,48%, dan periode ulang 25 tahun sebesar 21,70%. Permodelan saluran drainase dengan EPA SWMM 5.2 didapat jumlah 12 *subcatchment area*, 15 *junction*, 1 *outfall*, dan 13 *conduit*. Dari total hujan sebesar 74,58 mm selama hujan efektif 6 jam, respon *subcatchment* menunjukkan bahwa rata-rata 3,48 mm per *subcatchment* yang terinfiltrasi dan sisanya menjadi limpasan sebesar 52,28 mm.

REFERENCES

- [1] S. Kuncoro, R. Mudiyo, and Soedarsono, "Dampak Pembangunan Jalan Kereta Api Layang di Ruas Persimpangan Palang Joglo Surakarta," *J. Cahaya Mandalika*, pp. 250–260, 2016.
- [2] J. Setyadi, "Banjir Parah Landa Kawasan Underpass Joglo Solo, Ratusan Rumah Terendam," Soerakarta.id. Accessed: Jan. 15, 2026. [Online]. Available: <https://www.soerakarta.id/berita/1611154241/banjir-parah-landa-kawasan-underpass-joglo-solo-ratusan-rumah-terendam>
- [3] C. S. Bantara, "Dosen UNS Solo Ungkap Analisisnya Soal Banjir di Kampung Dekat Underpass Joglo," *SOLOPOS*, Solo, 2025. [Online]. Available: <https://solopos.espos.id/dosen-uns-solo-ungkap-analisisnya-soal-banjir-di-kampung-dekat-underpass-joglo-2052679>
- [4] Suprpti, A. Hidayat, M. Isradi, H. Y. Firdaus, and M. I. Setiawan, "Evaluasi Sistem Drainase Terhadap Penanggulangan Banjir Di Perumahan Jatibening Permai Kota Bekasi," *Indones. J. Constr. Eng. Sustain. Dev.*, vol. 5, no. 1, pp. 29–38, 2022, doi: 10.25105/cesd.v5i1.13934.
- [5] A. Wijaya, E. Kurniati, T. H. Dewanto, and T. Susilawati, "Analisis Pengaruh Sedimentasi terhadap Pengurangan Nilai Fungsi dari Kapasitas Saluran Drainase di Jalan Lintas Tano-Sumbawa," *Hexag. J. Tek. dan Sains*, vol. 3, no. 1, pp. 22–28, 2022.
- [6] A. M. Rabori and R. Ghazavi, "Urban Flood Estimation and Evaluation of the Performance of an Urban Drainage System in a Semi-Arid Urban Area Using SWMM," *Water Environ. Res.*, vol. 90, no. 12, pp. 2075–2082, 2018, doi: 10.2175/106143017x15131012188213.
- [7] M. Suprpto, A. Y. Mutaqin, and A. S. Prilbista, "Analisis Sistem Drainase Untuk Penanganan Genangan Di Kecamatan Magetan Bagian Utara," *Matriks Tek. Sipil*, vol. 6, no. 1, pp. 231–237, 2018, doi: 10.20961/mateksi.v6i1.36616.
- [8] J. Abda, "Tinjauan Sistem Drainase Jalan," *Orbith Maj. Ilm. Pengemb. Rekayasa dan Sos.*, vol. 17, no. 2, pp. 107–113, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/orbith/article/view/2965>
- [9] M. Amrulloh, W. Y. Widiarti, and G. Halik, "Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Jalan Kaliurang Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember," *J. Tek. Pengair.*, vol. 12, no. 2, pp. 81–91, 2021, doi: <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2021.012.02.01>.
- [10] A. W. Biantoro, S. I. Wahyudi, and M. Faiqun, "Analysis of Time of Concentration Estimates

-
- Using Some Methods and HEC RAS," *Civ. Eng. Archit.*, vol. 11, no. 1, pp. 486–497, 2023, doi: 10.13189/cea.2023.110137.
- [11] M. Harianti and M. Sulaiman, "Evaluation of Gajah Mada University Yogyakarta Campus Drainage System Using Environmental Protection Agency Storm Water Management Model 5.1 (EPA SWMM 5.1)," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 832, no. 012049, pp. 1–9, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/832/1/012049.
- [12] D. Fairizi, "Analisis dan Evaluasi Saluran Drainase pada Kawasan Talang Kelapa di Subdas Lambidaro Kota Palembang," *J. Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 3, no. 1, pp. 755–765, 2015.
- [13] A. Hidayat, B. Basysyar, Y. R. Alkhaly, and M. N. Bin Ali, "Analysis of Flood Peaks Using The Mean Annual Flood Method," *Int. J. Eng. Sci. Inf. Technol.*, vol. 2, no. 2, pp. 53–59, 2022, doi: 10.52088/ijesty.v2i2.249.
- [14] D. S. Krisnayanti, E. Hunggurami, and K. N. Dhima-Wea, "Perancangan Drainase Kota Seba," *J. Tek. Sipil*, vol. 6, no. 1, pp. 89–102, 2017.
- [15] W. Meilani, R. Sylviana, L. Juliandra, and T. Iskandar, "Efisiensi, Perawatan dan Pemeliharaan Drainase Desa Sumpersari," *J. Pengabd. Masy. Pemberdayaan, Inov. Dan Perubahan*, vol. 4, no. 4, pp. 9–14, 2024, doi: 10.59818/jjpm.v4i4.734.
- [16] R. M. Sinaga and R. Harahap, "Analisis Sistem Saluran Drainase pada Jalan Perjuangan Medan," *J. Educ. Build.*, vol. 2, no. 2, pp. 41–49, 2016.
- [17] L. Nurdin and D. A. A. G, "Evaluasi dan Perbaikan Sistem Drainase Serta Pengendalian Banjir Perkotaan (Studi Kasus Limbangan Wetan, Limbangan Kulon, Kelurahan Brebes, Gandasuli, Pasar Batang)," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 01, pp. 11–20, 2020.
- [18] I. S. D. Sebayang and M. Parlina, "Analisis Banjir dan Tinggi Muka Air pada Ruas Sungai Ciliwung STA 7+646 s/d STA 15+049," *Forum Mek.*, vol. 7, no. 1, pp. 43–49, 2018, doi: 10.33322/forummekanika.v7i1.85.