

Analisis saluran drainase Jalan Ahmad Yani Kabupaten Sragen menggunakan pemodelan EPA SWMM 5.2

Bima Afrizal Yusuf Hanafi¹, Paska Wijayanti^{2,*}, Rasyiid Lathiif Amhudo³

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tunas Pembangunan, Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia

*Corresponding authors: paska.wijayanti@lecture.utp.ac.id

Submitted: 11 November 2025, Revised: 29 December 2025, Accepted: 31 December 2025

ABSTRACT: Jalan Ahmad Yani is a vital economic and accessibility corridor in Sragen Regency that frequently experiences functional disruptions due to waterlogging. Therefore, the urgency of this research lies in the pressing need to mitigate the risk of structural degradation of the road pavement and prevent economic losses caused by persistent regional logistical obstacles. The flooding on Ahmad Yani Street in Sragen Regency is disrupting traffic and community activities. This study aims to analyze design rainfall intensity (10 and 20-year return periods) and evaluate the capacity of the existing drainage system using EPA SWMM 5.2 simulation. Rainfall intensity calculations were performed using the Gumbel and Mononobe methods, with an ATM distribution. Simulation results showed peak rainfall intensity reaching 82.70 mm (10 years) and 92.70 mm (20 years). Drainage capacity analysis indicates critical points. Junction node J4 (DTA 1) consistently experiences overflow of 0.941 m³/s, despite the large capacity of conduit C3, indicating a significant upstream flow contribution. Junction J14 (DTA 2 Segment 1) shows a large overflow of up to 1.973 m³/s, as the limited capacity of conduit C11 is unable to accommodate the accumulated flow. Junction J36 (DTA 2 Segment 2) also consistently overflows at 1.017 m³/s, indicating that the upstream flow accumulation exceeds its capacity despite the large capacity of conduit C39. It is concluded that the existing drainage system on Ahmad Yani Street is unable to adequately drain the volume of water during peak rainfall intensity, causing flooding. Recommendations include increasing channel capacity at critical points and a thorough evaluation of the drainage network. By identifying hydraulic system failures using dynamic simulation, this research makes a significant contribution by providing a precise map of critical points and a technical model that can serve as a database for relevant authorities, particularly the Sragen Regency Government, in formulating more adaptive and sustainable urban drainage infrastructure rehabilitation and development.

KEYWORDS: channel capacity; inundation; SWMM; urban drainage.

ABSTRAK: Jalan Ahmad Yani merupakan koridor ekonomi dan aksesibilitas vital di Kabupaten Sragen yang kerap mengalami gangguan fungsional akibat genangan air, sehingga urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan mendesak untuk memitigasi risiko degradasi struktural perkerasan jalan serta mencegah kerugian ekonomi akibat hambatan logistik regional yang persisten. Genangan air di Jalan Ahmad Yani, Kabupaten Sragen, mengganggu lalu lintas dan aktivitas masyarakat. Studi ini bertujuan menganalisis intensitas hujan rencana (kala ulang 10 dan 20 tahun) dan mengevaluasi kapasitas sistem drainase eksisting menggunakan simulasi EPA SWMM 5.2. Perhitungan intensitas hujan menggunakan metode Gumbel dan Mononobe, dengan distribusi ABM. Hasil simulasi menunjukkan intensitas hujan puncak mencapai 82.70 mm (10 tahun) dan 92.70 mm (20 tahun). Analisis kapasitas drainase mengindikasikan titik-titik kritis. Junction node J4 (DTA 1) mengalami luapan konsisten 0.941 m³/s, meskipun conduit C3 berkapasitas besar, menyiratkan kontribusi debit signifikan dari hulu. Junction J14 (DTA 2 Segmen 1) menunjukkan luapan besar hingga 1.973 m³/s, karena conduit C11 yang terbatas tidak mampu menampung akumulasi aliran. Junction J36 (DTA 2 Segmen 2) juga meluap konsisten 1.017 m³/s, menandakan akumulasi aliran hulu melebihi kapasitasnya meskipun conduit C39 berkapasitas besar. Disimpulkan bahwa sistem drainase eksisting di Jalan Ahmad Yani tidak mampu mengalirkan volume air secara memadai saat hujan intensitas puncak, menyebabkan genangan. Rekomendasi mencakup peningkatan kapasitas saluran pada titik kritis dan evaluasi meneluruh jaringan drainase. Melalui identifikasi kegagalan hidraulika sistem menggunakan simulasi dinamis, penelitian ini memberikan kontribusi signifikan berupa penyediaan peta titik kritis yang presisi serta model teknis yang dapat dijadikan basis data otoritas terkait, khususnya Pemerintah Kabupaten Sragen, dalam merumuskan kebijakan rehabilitasi maupun pengembangan infrastruktur drainase perkotaan yang lebih adaptif dan berkelanjutan.

KATA KUNCI: kapasitas saluran; genangan; SWMM; drainase perkotaan.

© The Author(s) 2025. This article is distributed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International license.

1. PENDAHULUAN

Transformasi spasial di Kabupaten Sragen, khususnya pada koridor perkotaan, telah memicu

peningkatan koefisien limpasan akibat konversi lahan menjadi area kedap air. Kondisi geografis Kabupaten Sragen yang menyerupai cekungan dengan variasi

topografi dari kaki Gunung Lawu hingga dataran rendah, secara hidrologis menempatkan kawasan perkotaan pada risiko akumulasi beban air permukaan yang tinggi. Dengan intensitas curah hujan tahunan mencapai, efektivitas sistem drainase jalan raya menjadi variabel kritis dalam menjaga integritas struktural perkerasan jalan dan kelancaran arus logistik regional. Permasalahan pada Jalan Ahmad Yani, Sragen, bukan sekadar genangan yang mengganggu aktivitas, melainkan adanya ketidakseimbangan antara kapasitas pengaliran aktual (*capacity*) dengan debit limpasan puncak (*peak runoff*) yang masuk ke sistem. Secara teknis, masalah ini diidentifikasi sebagai kegagalan sistem hidraulika saluran terbuka yang bekerja berdasarkan gaya gravitasi dalam merespons beban hidrologi ekstrem. Penumpukan sedimen, dimensi saluran yang tidak seragam, dan keterbatasan outlet menyebabkan terjadinya *backwater* yang memicu luapan ke badan jalan, sehingga mereduksi kapasitas jalan dan berisiko merusak struktur aspal akibat rendaman air. Meskipun studi mengenai drainase telah banyak dilakukan, sebagian besar penelitian terdahulu lebih berfokus pada sistem drainase kawasan permukiman secara makro. Terdapat keterbatasan literatur yang mengevaluasi kinerja drainase pada koridor jalan perkotaan dengan kepadatan lalu lintas tinggi dan batasan ruang (*spatial constraints*) yang ketat seperti di Jalan Ahmad Yani. Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan menguji efektivitas alternatif penanganan teknis dalam ruang milik jalan yang terbatas, menggunakan pendekatan simulasi hidrodinamika yang presisi.

(Zarkani et al., 2016) Melakukan penelitian tentang penanggulangan banjir menggunakan *software* EPA SWMM 5.0 untuk mengevaluasi kemampuan kapasitas drainase yang ada dalam menampung air limpasan dikawasan perumahan Mutiara Witayu dan menentukan alternatif penanganan yang tepat dalam mengatasi masalah banjir yang sesuai dengan kondisi lapangan. Hasil yang diperoleh bahwa kapasitas drainase yang ada saat ini tidak cukup untuk menampung debit air hujan. Hal ini terbukti dari kejadian banjir yang terjadi, dengan tinggi genangan maksimum mencapai 0.975 m untuk periode ulang 5 tahun, 1.087 m untuk periode ulang 10 tahun, dan 1.169 m untuk periode ulang 20 tahun. Didapatkan juga hasil pengaturan kemiringan saluran secara memanjang telah terbukti mampu mengurangi volume banjir hingga 82.635%. Selain itu, simulasi perubahan dimensi menjadi ukuran 0.8 x 0.8 m, 1.0 x 1.2 m berhasil mengurangi banjir hingga 82.298%, 92.915%, 94.797% masing-masing. Kombinasi antara perubahan dimensi dan keriminan saluran juga cenderung memberikan hasil optimal dalam menangani masalah banjir.

(Suprapto et al., 2018) juga melakukan penelitian untuk mengatasi masalah genangan yang terjadi di Kecamatan Magetan bagian utara dengan

menggunakan *software* EPA SWMM 5.1. Hasil dari kajian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam menyusun konsep penanganan yang efektif dan sesuai dengan kondisi di lapangan untuk mengevaluasi kemampuan drainase yang ada menggunakan *software* EPA SWMM 5.1. Pemilihan konsep penanganan dilakukan melalui simulasi ulang untuk mengukur kapasitas saluran drainase agar dapat menampung debit air sesuai rencana. Hasil simulasi menunjukkan bahwa kapasitas saluran drainase yang ada saat ini tergolong baik, namun terdapat lima saluran yang mengalami kelebihan daya tampung aliran yaitu C01, C09, C25, C26, dan C38. Ke-lima saluran tersebut mengalami kelebihan selama satu jam pada saat puncak debit, yang terjadi pada jam kedua. Konsep perbaikan yang diusulkan adalah penambahan kapasitas saluran drainase dengan memperbesar lebar dan kedalaman saluran. Namun, perlu diperhatikan bahwa penambahan kapasitas pada saluran C25 dan C26 dapat menyebabkan saluran C27 meluap. Dengan demikian, total enam saluran yang memerlukan penambahan kapasitas untuk mengatasi masalah ini.

(Kartiko & Waspodo, 2018) telah melakukan penelitian untuk menganalisis kapasitas saluran drainase di perumahan Tasmania Bogor, Jawa Barat. Tujuan untuk mengevaluasi sistem drainase perkotaan adalah dengan memanfaatkan pemodelan runoff menggunakan *software* SWMM 5.1. Hasil simulasi menunjukkan bahwa ada 37 saluran yang memerlukan perbaikan. Dari jumlah tersebut, 20 saluran mengalami limpasan, 6 saluran memiliki potensi besar untuk mengalami limpasan, dan 11 saluran lainnya perlu diperbaiki akibat perubahan dimensi saluran disekitarinya.

(Fransiska et al., 2020) telah dilaksanakan penelitian untuk mengelola banjir pada sistem drainase di area Jati dengan melakukan simulasi selama lebih dari 6 jam menggunakan perangkat lunak EPA SWMM 5.1. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk menguji efektivitas sistem drainase di kawasan ini dengan menggunakan *software* EPA SWMM versi 5.1. Dari penelitian ini, diharapkan akan teridentifikasi lokasi-lokasi yang berisiko terhadap banjir berdasarkan kondisi yang ada di lapangan. Tujuannya adalah untuk menyampaikan informasi krusial terkait lokasi yang sering mengalami banjir, guna membantu dalam menyelesaikan permasalahan banjir di sistem drainase daerah Jati. Model EPA SWMM 5.1 ini memiliki kemampuan untuk menghitung volume dan mutu air limpasan dari setiap area tangkapan hujan, serta menentukan aliran, kedalaman air, dan kualitas air di setiap saluran dan pipa selama proses simulasi. Data yang digunakan mencakup peta penggunaan lahan untuk mengetahui persentase area yang tidak bisa menyerap air, data curah hujan, dan ukuran saluran drainase di kawasan Jati. Data curah hujan yang digunakan merupakan data per jam, mengingat ketidiana data tersebut dari stasiun hujan di lokasi

penelitian, pola curah hujan per jam ditentukan dengan cara mengubah kurva Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF) untuk periode ulang 5 tahun menjadi representasi hujan rencana menggunakan *Alternating Block Method* (ABM).

(Rika Widianita, 2023) melakukan penelitian dengan tujuan menganalisis kondisi eksisting saluran drainase di kawasan Jalan Dharma Bakti dan menilai upaya pengendalian banjir setelah dilakukan simulasi dengan menggunakan program EPA SWMM 5.1. Metode yang digunakan adalah simulasi dengan perangkat lunak EPA SWMM 5.1. Hasil analisis menunjukkan bahwa kondisi drainase yang ada saat ini tidak dapat menampung debit hujan, yang mengakibatkan tinggi genangan air mencapai 30 – 45 cm dengan enam titik banjir (*junction/j*). Untuk mengatasi masalah banjir di Jalan Dharma Bakti, Kota pekanbaru, dilakukan tiga skenario pengendalian yang berbeda. Pertama, dilakukan perubahan dimensi saluran drainase dengan cara memperdalam saluran yang memiliki geometri persegi panjang. Dimensi yang digunakan untuk titik J1, J2, J3, J4, J7, J8, J10, dan J11 adalah lebar (b) 1.2 m dan tinggi (h) 0.8 m. Untuk titik J5, salurnya dirancang dengan b = 1.2 m dan h = 1.94 m, J6 memiliki dimensi b = 1.2 m dan h = 1.09 m, serta J9 dengan b = 1.2 m dan h = 1.09 m. Ketinggian saluran untuk titik J5 dan J6 adalah 2.75 kali ketinggian eksisting masing – masing 1.36 kali ketinggian eksisting, yaitu 1.09 m. Kedua, perubahan juga dilakukan geometri saluran drainase dengan menggunakan bentuk lingkaran berdiameter 1.2 m. Ketiga, direncanakan juga pembangunan sumur resapan sebanyak 113 unit dengan dimensi radius (R) 0.6 m dan kedalaman (H) 3 m. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja hidraulika saluran drainase pada Jalan Ahmad Yani melalui simulasi model menggunakan EPA SWMM 5.2.

2. METODE

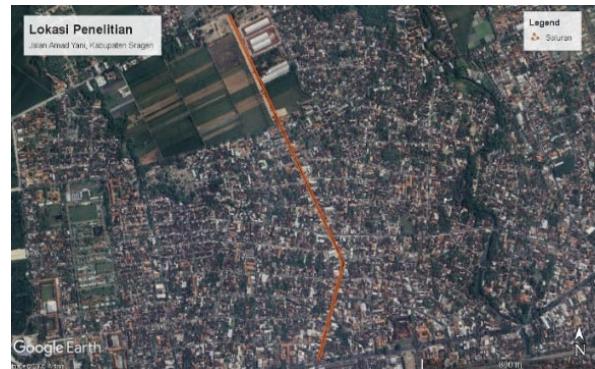
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif, yang melibatkan analisis data dari sumber primer dan sekunder. Penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan data utama melalui survei langsung serta data pelengkap. Survei dilakukan dengan cara menganalisis saluran drainase guna mengetahui keadaan serta permasalahan yang ada.

Data sekunder diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Bidang Sumber Daya Air Kabupaten Sragen, khususnya terkait dengan curah hujan. Penggunaan data hujan dalam penelitian ini dibatasi minimal 10 tahun terakhir. Meskipun standar analisis hidrologi idealnya menggunakan data jangka panjang, keterbatasan ini dijustifikasi oleh ketersediaan data pada stasiun hujan terdekat yang paling representatif terhadap karakteristik mikroklimat wilayah perkotaan Sragen. Selain itu, peta kontur juga diakses melalui aplikasi *Google Earth Pro*. Seluruh data tersebut digunakan untuk menganalisis secara empiris aliran rancangan dengan metode Rasional.

Data sekunder lainnya bermanfaat untuk melengkapi informasi serta untuk kebutuhan yang diunggah ke dalam perangkat lunak EPA SWMM 5.2.

2.1. Lokasi Penelitian

Tempat dilakukannya penelitian yaitu Jalan Ahmad Yani Kabupaten Sragen, Provinsi Jawa Tengah. Jalan Ahmad Yani merupakan jalan yang memiliki intensitas lalu lintas yang menjadi jalan utama bagi Masyarakat beraktivitas. Sebuah jalan pastinya memiliki instalasi keairan yang berupa saluran drainase. Permasalahan yang sering terjadi pada jalan Ahmad Yani adalah jalan yang terdapat genangan disaat hujan turun dengan intensitas tinggi yang diidentifikasi karena saluran yang tidak mampu menampung debit yang mengalir. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian

2.2. Teknik Pengumpulan Data

2.2.1. Pengumpulan data primer

Semua data yang didapat dari survei atau sumber primer memiliki peranan yang krusial dalam penelitian ini dan kemudian dianalisis sebagai landasan untuk perhitungan. Data yang diperlukan dari hasil survei meliputi: pengamatan terhadap keadaan saluran, penggunaan lahan di sekitar lokasi penelitian, dan pengukuran dimensi saluran.

2.2.2. Pengumpulan data sekunder

Data sekunder yang diperlukan untuk mendukung penelitian ini adalah data mengenai curah hujan dan peta topografi. Data ini dipergunakan untuk menganalisis arus banjir yang direncanakan dengan kala ulang 10 dan 20 tahun.

Data mengenai curah hujan ini diperoleh dari Stasiun hujan Mojo yang terletak di Kabupaten Sragen. Data yang ada sangat komprehensif dan mencakup periode waktu selama 11 tahun, yaitu dari tahun 2014 hingga 2024. Informasi ini didapatkan dari lembaga instansi yaitu Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Bidang Sumber Daya Air Kabupaten Sragen.

Data peta topografi digunakan untuk menganalisis kegunaan lahan sekitar Lokasi penelitian untuk

menentukan daerah tangkapan air dan kelengkapan data lainnya.

2.2.3. Teknik Analisis Data

Langkah-langkah dalam menghitung dan menganalisis data pada penelitian ini adalah:

1. Pengumpulan data curah hujan pada stasiun hujan Mojo.
2. Menentukan daerah tangkapan air.
3. Uji konsistensi curah hujan menggunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*).
4. Analisis frekuensi data hujan dilakukan menggunakan metode *Gumbell* untuk menganalisis data maksimum untuk analisa frekuensi banjir. Pemilihan uji distribusi curah hujan sesuai dengan Peraturan Menrteri PUPR No.12 Tahun 2014. Berikut adalah rumus metode *Gumbell* Persamaan (1).

$$K_T = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \quad (1)$$

dimana Y_T adalah nilai reduksi variat (*reduced variate*) dari variabel yang diharapkan terjadi pada periode ulang T -tahun; Y_n adalah *reduced mean* yang tergantung jumlah sampel/data (n); S_n adalah standar deviasi dari reduksi variat yang nilainya tergantung dari jumlah data (n).

5. Penentuan kala ulang yang akan digunakan.
6. Analisis intensitas hujan dilakukan menggunakan metode ABM (*Alternating Block Method*) untuk membuat intensitas hujan harian akan di alihragamkan menjadi intensitas hujan jam-jaman dengan menggunakan rumus Mononobe pada Persamaan (2).

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

Dimana I adalah Intensitas curah hujan (mm/jam); R_{24} adalah curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm); t Adalah waktu konsentrasi (jam) yang dihitung menggunakan Persamaan 3.

$$t_c = 0,0197 \times L^{0,77} \times S^{-0,385} \quad (3)$$

Dimana T adalah waktu konsentrasi (jam); L adalah panjang saluran dari hulu sampai titik kontrol (km); S adalah kemiringan lahan antara elevasi hulu dan hilir yang dihitung menggunakan Persamaan 4.

$$S = \frac{\text{Elevasi Hulu} - \text{Elevasi Hilir}}{L} \quad (4)$$

7. Pengumpulan dan rekap data dimensi saluran.
8. Menganalisis data data yang diperlukan untuk dimasukkan ke dalam *software* EPA SWMM 5.2.
9. Melakukan simulasi saluran drainase menggunakan *software* EPA SWMM 5.2 dan menganalisa hasil dari simulasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Data Curah Hujan

Analisis dilakukan dengan menggunakan data curah hujan harian dari tahun 2014 hingga 2024 yang diperoleh pada stasiun hujan Mojo, Kabupaten Sragen. Curah hujan rencana dihitung berdasarkan data curah hujan maksimum selama 11 tahun yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Curah hujan maksimum selama 11 tahun

No	Tahun	P Max
1	2014	1748
2	2015	1676
3	2016	1690
4	2017	2712
5	2018	1901
6	2019	1910
7	2020	2450
8	2021	2051
9	2022	1873
10	2023	1255
11	2024	2388

3.2. Analisis Frekuensi

Perhitungan analisis frekuensi dilakukan dengan menggunakan metode Gumbell dan mendapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan metode *Gumbel*

Kala Ulang [Tr] (Tahun)	Y_T	K	Sd.K	$R_{rancangan}$ (mm)
2	0.37	-0.14	24.42	102.73
5	1.50	1.03	24.42	131.34
10	2.25	1.81	24.42	150.28
20	2.97	2.55	24.42	168.45
25	3.20	2.79	24.42	174.21
50	3.90	3.52	24.42	191.97

Setelah dilakukan perhitungan pada maka akan dicari kala ulang yang akan menjadi perkiraan di mana hujan dengan besaran tertentu akan dilampaui. Pada hasil sesuai dengan pencarian daerah tangkapan air maka didapatkan hasil kala ulang 2 tahun. Namun pada perhitungan kali ini menggunakan kala ulang 20 tahun.

3.3. Intensitas Hujan jam-jam

Pada perhitungan kali menggunakan metode ABM dengan rumus mononobe dan didapatkan hasil yang dapat dilihat pada table 3. Hasil dari perhitungan nantinya akan dipakai sebagai data time series yang akan di input kedalam *software* EPA SWMM 5.2.

Intensitas hujan dilakukan perhitungan dengan metode mononobe. Menurut Suripin jika tidak ada data curah hujan jangka pendek dan hanya terdapat data curah hujan harian, maka intensitas hujan dihitung dengan menggunakan metode mononobe. Perhitungan intensitas curah hujan dilakukan pengasumsian untuk hujan terkonsentrasi selama 6 jam dengan titik awal 00:00. Intensitas hujan per jam nya nantinya akan dijadikan data seri waktu atau time series pada aplikasi SWMM sebagai data debit banjirnya. Untuk data hujan jam-jaman yang digunakan pada kala ulang 20 tahun.

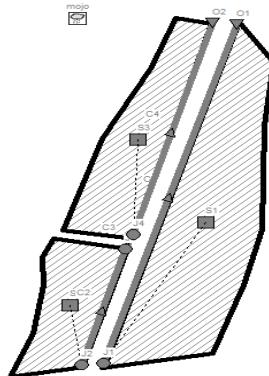
Tabel 3. Hasil perhitungan Intensitas hujan jam-jaman

t (Hour)	Rainfall Intensity (mm/jam)	P Cumulative (mm)	P Hourly (mm)	Distributed ABM (mm)	%	Distributed ABM P2 (mm)
1	58.40	58.4	58.4	7.2	6.75	11.36
2	36.79	73.6	15.2	10.6	10.03	16.90
3	28.08	84.2	10.6	58.4	55.03	92.70
4	23.18	92.7	8.5	15.2	14.30	24.10
5	19.97	99.9	7.2	8.5	7.99	13.46
6	17.69	106.1	6.3	6.3	5.90	9.93
				106.1	100	168.45

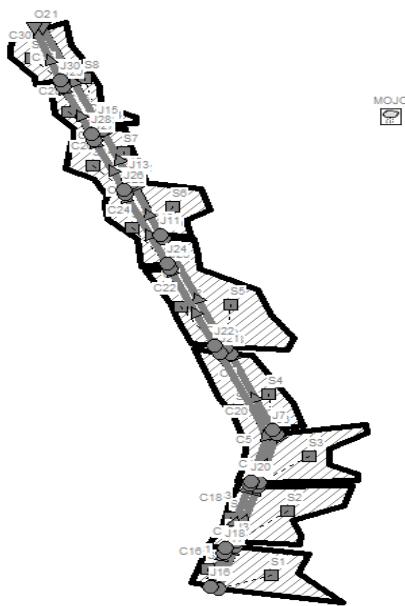
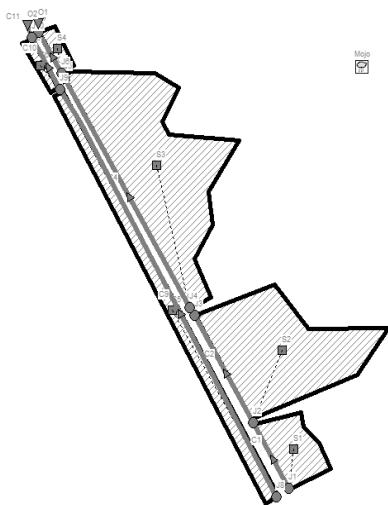
3.4. Simulasi *software* EPA SWMM 5.2

Pada penelitian ini untuk simulasi saluran drainase jalan Ahmad Yani dibagi menjadi 3 segmen dikarenakan panjang saluran yang terlalu panjang. Pemodelan saluran drainase ini dibagi menjadi 3 segmen ditujukan untuk memudahkan dalam melaksanakan simulasi analisis kemampuan atau kapasitas drainase. Dapat dilihat pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4. Pemodelan saluran drainase ini untuk mensimulasikan limpasan hujan yang terjadi di Lokasi penelitian.

Pada pemodelan yang digunakan saluran drainase memiliki parameter – parameter yang harus diisi dengan karakteristik yang berbeda. Untuk parameter bebas daiantaranya, yaitu: *Rainage* (pengukur hujan), *Subcatchment* (sub daerah tangkapan air), *Junction* (percabangan), *Conduit* (saluran), *Storage* (kolam / tampungan), dan *Outfall* (titik keluaran / outlet). Adapun parameter tetap adalah parameter tetap yang tidak diubah dan data yang tersusun kemudian diolah dengan bantuan EPA SWMM 5.2 tentunya dengan variable yang telah diketahui. Setelah memasukkan para meter komponen utama SWMM 5.2 maka dapat dilakukan running simulation dan akan didapatkan suatu output berupa *report status* dari saluran drainase, dan data tampungan kapasitas saluran dengan limpasannya.

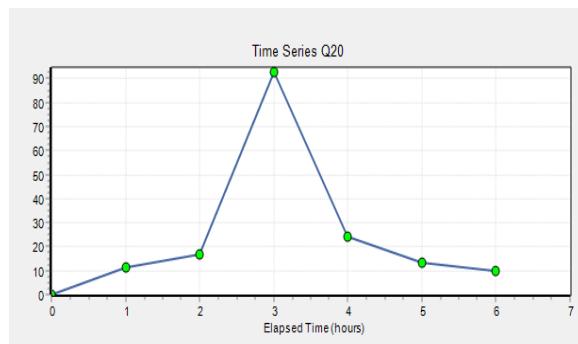


Gambar 2. Pemodelan DTA 1

**Gambar 3.** Pemodelan DTA 1 Segmen 1**Gambar 4.** Pemodelan DTA 2 Segmen 2

Dalam pemodelan SWMM selanjutnya dilakukan pemodelan simulasi aliran. Simulasi aliran ini dilakukan menggunakan data curah hujan rencana yang telah didapatkan dari hasil analisis hidrologi. Dari

curah hujan rencana sebesar 168.46 mm/ hari lalu diubah menjadi hujan jam-jaman sesuai Tabel 3. Data yang dimasukkan dalam time series pada SWMM dapat dilihat pada Gambar 5.

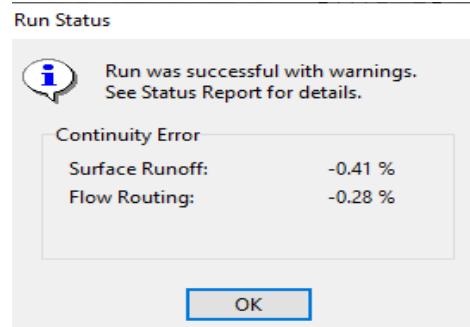
**Gambar 5.** Time series sebaran kala ulang 20 tahun

Setelah melengkapi data dilakukan maka dilakukan running dan untuk hasil running dibagi juga menjadi 3 daerah tangkapan air.

3.4.1 Hasil Pemodelan Setiap Segmen

1. Daerah Tangkapan Air 1

Setelah dilakukan running, maka akan muncul *Run Status* yang bisa dilihat pada Gambar 3.

**Gambar 6.** Run Status DTA 1

Hasil running yang ditunjukkan pada *Run Status* dimana Tingkat kesalahan untuk *surface runoff* dan *flow routing* masing-masing adalah sebesar -0.41 % dan -0.28 %. Menurut Rosman (2015) jika kualitas simulasi mencapai angka 10 % maka kualitasnya diragukan. Adapun nilai infiltrasi dan limpasan pada sistem drainase dari hasil simulasi dapat dilihat pada Tabel 4.

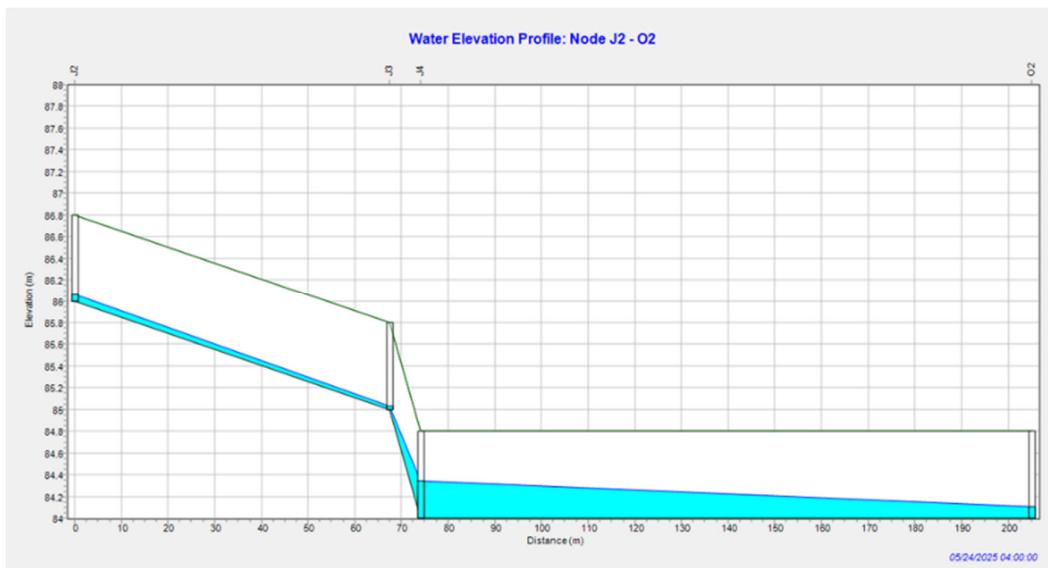
Tabel 4. Tampilan subcatchment runoff

Subcatchment	Total Curah Hujan	Total Infil. (mm)	Total Limpasan (mm)	Total Limpasan (10^6 ltr)	Limpasan Puncak (m^3/s)	Koefisien Limpasan
S1	158.52	2.27	155.9	0.92	0.15	0.983
S2	158.52	2.27	156.09	0.28	0.05	0.985
S3	158.52	2.27	156.04	0.45	0.07	0.984

Tabel 5. Tampilan junction node

Node	Hours Flooded	Max. Rate LPS	Total Volume Banjir (10^6 ltr)
J4	0.01	0.941	0.015

Dari hasil Analisa volume limpasan didapatkan yaitu, besar debit limpasan maksimum terjadi pada S1 sebesar 0.15 m/s dan terdapat *node flooding* pada J4 sebesar 0.015.

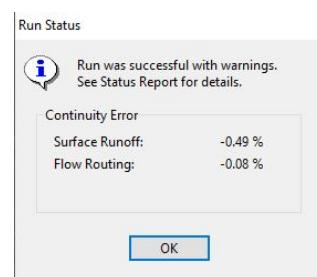
**Gambar 7.** Tampilan water elevation profileTabel 3. 1 Tampilan hasil *Link Flow*

Link	Type	Aliran Maksimum CMS	Aliran Maksimum Pada jam ke	Kecepatan Maksimum m/sec	Aliran Maksimum	Kedalaman Maksimum
C1	CONDUIT	0.967	0:00	1.84	0.79	0.71
C2	CONDUIT	0.931	0:00	1.79	0.62	1
C3	CONDUIT	1.43	0:00	1.99	0.3	1
C4	CONDUIT	0.912	0:00	1.47	48.87	0.77

Dari hasil Analisa saluran didapatkan debit aliran maksimum yang terjadi pada C4 sebesar $48.87 \text{ m}^3/\text{s}$. Berdasarkan data hasil dari SWMM dapat diketahui bahwa *node flooding* lebih akurat dibandingkan dengan tampilan *Water Elevation Profile* J14 hal tersebut disebabkan *node flooding* mencatat volume dan durasi luapan saat muka air melebihi elevasi tanah sedangkan *elevation profile* tidak menampilkan genangan pada J14. Sehingga digunakan *node flooding* sebagai acuan utama.

2. Daerah Tangkapan Air 2 Segmen 1

Setelah dilakukan running, maka akan muncul *Run Status* yang bisa dilihat pada Gambar 3.

**Gambar 8.** Run Status DTA 2 Segmen 1

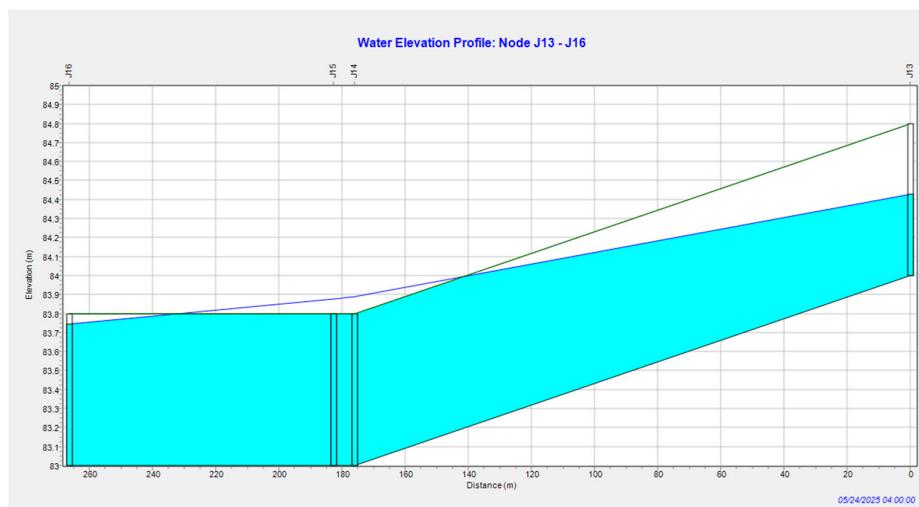
Hasil running yang ditunjukkan pada *Run Status* dimana Tingkat kesalahan untuk *surface runoff* dan *flow routing* masing-masing adalah sebesar -0,49 % dan -0,08 %. Didapatkan juga hasil simulasi berupa *subcatchment runoff*, *node flooding*, *link flow*.

Tabel 9. Tampilan *subcatchment runoff DTA* 2 Segmen 1

Subcatchment	Total Curah Hujan	Total Infil. (mm)	Total Limpasan (mm)	Total Limpasan (10^6 ltr)	Limpasan Puncak (m^3/s)	Koefisien Limpasan
P4	158.52	0.43	155.4	0.96	0.16	0.98
P5	158.52	0.43	155.96	1.06	0.18	0.984
P6	158.52	0.43	155.64	1	0.16	0.982
P7	158.52	0.43	154.45	0.56	0.09	0.974
P8	158.52	0.43	154.15	1.42	0.24	0.972
P9	158.52	0.43	155.43	0.68	0.11	0.981
P10	158.52	0.43	155.93	0.27	0.04	0.984
P11	158.52	0.43	152.58	0.61	0.1	0.963
P12	158.52	0.43	156.78	0.16	0.03	0.989
P13	158.52	0.43	155.89	0.2	0.03	0.983
P14	158.52	0.43	154.48	0.68	0.11	0.974
P15	158.52	0.43	154.32	0.42	0.07	0.973
P16	158.52	0.43	154.45	0.43	0.07	0.974
P17	158.52	0.43	155.37	0.4	0.07	0.98
P18	158.52	0.43	156.22	0.22	0.04	0.985
P19	158.52	0.43	155.51	0.39	0.06	0.981

Tabel 10. Tampilan *Node Flooding DTA* 2 Segmen 1

Node	Hours Flooded	Max. Rate m^3/s	Hari	Banjir Maksimal Jam : Menit	Total Volume Banjir 10^6 ltr
J6	0.78	0.289	0	0:00	0.098
J7	0.01	0.029	0	0:00	0.001
J8	0.01	0.052	0	0:00	0
J9	0.01	0.11	0	0:00	0.001
J11	0.01	0.517	0	0:00	0.005
J12	0.89	1.973	0	0:00	0.620
J14	0.01	0.083	0	0:00	0
J15	0.01	0.069	0	0:00	0
J18	5.8	0.752	0	4:00	5.377
J19	5.83	0.103	0	4:00	0.622
J25	0.03	0.461	0	0:00	0.025
J26	0.01	0.158	0	0:00	0
J27	0.01	0.11	0	0:00	0
J28	0.01	0.101	0	0:00	0
J32	0.01	0.626	0	0:00	0.007

**Gambar 9.** Tampilan *Water Elevation Profile DTA* 2 Segmen 1

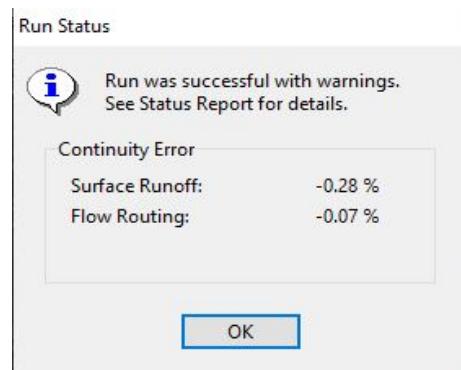
Tabel 11. Tampilan hasil *Link Flow DTA 2 Segmen 1*

<i>Link</i>	<i>Type</i>	Aliran Maksimum m ³ /s	Kecepatan Maksimum m ³ /sec	Kedalaman Maksimum
C5	CONDUIT	0.321	0.48	1
C6	CONDUIT	0.273	0.34	1
C7	CONDUIT	0.31	0.39	1
C8	CONDUIT	0.31	0.39	1
C9	CONDUIT	0.464	0.99	1
C10	CONDUIT	1.031	1.77	1
C11	CONDUIT	0.904	1.13	1
C12	CONDUIT	1.186	1.65	1
C13	CONDUIT	0.619	0.91	1
C14	CONDUIT	0.619	0.77	1
C15	CONDUIT	0.708	0.88	1
C16	CONDUIT	0.708	0.89	1
C17	CONDUIT	0.752	0.94	1
C18	CONDUIT	0.052	0.07	1
C19	CONDUIT	0.000	0.000	0.5
C20	CONDUIT	0.107	0.16	1
C21	CONDUIT	0.2	0.35	1
C22	CONDUIT	0.359	0.65	1
C23	CONDUIT	0.496	1.03	1
C24	CONDUIT	0.918	1.31	1
C25	CONDUIT	0.654	0.82	1
C26	CONDUIT	0.654	0.82	1
C27	CONDUIT	0.654	0.82	1
C28	CONDUIT	0.654	0.82	1
C29	CONDUIT	0.653	0.82	1
C30	CONDUIT	0.653	1.34	1
C31	CONDUIT	1.158	1.96	1
C32	CONDUIT	1.029	1.32	1
C33	CONDUIT	1.207	1.72	1
C34	CONDUIT	1.281	2.13	0.77

Berdasarkan hasil analisis dan penelitian yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa simulasi menggunakan kala ulang 20 tahun menunjukkan adanya beberapa luapan aliran maksimum terbesar pada J14 sebesar 1.973 m³/s dan aliran maksimum terbesar pada C11 sebesar 0.904 m³/s yang mendapatkan limpasan puncak dari P8 sebesar 0.24 m³/s untuk kala ulang 20 tahun. Mengindikasikan bahwa volume air yang terakumulasi di J14 sangat melebihi kemampuan aliran C11. Sehingga J14 tidak lagi mampu menampung tambahan aliran pada curah hujan yang ekstrim.

3. Daerah Tangkapan Air 2 Segmen 2

Setelah dilakukan *running*, maka akan muncul *Run Status* yang bisa dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. 1 Run Status DTA 2 Segmen 2

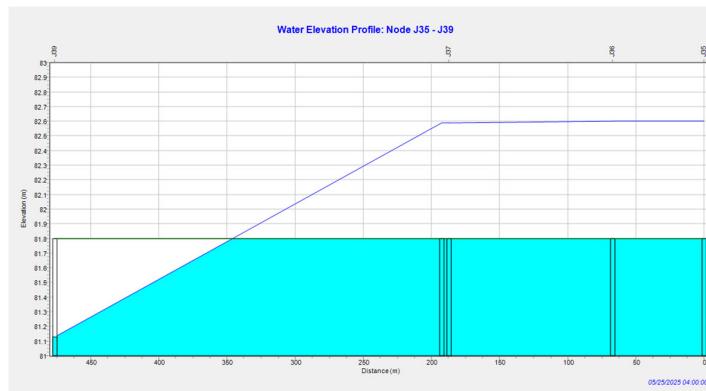
Hasil running yang ditunjukkan pada *Run Status* dimana Tingkat kesalahan untuk *surface runoff* dan *flow routing* masing-masing adalah sebesar -0.28 % dan -0.07 %. Didapatkan juga hasil simulasi berupa *subcatchment runoff*, *node flooding*, *link flow*.

Tabel 12. Tampilan Subcatchment Runoff DTA 2 Segmen 2

Subcatchment	Total Curah Hujan	Total Infil. (mm)	Total Limpasan (mm)	Total Limpasan (10^6 ltr)	Limpasan Puncak (m ³ /s)	Koefisien Limpasan
P20	158.52	0	154.14	0.43	0.07	0.972
P21	158.52	52.45	59.39	0.74	0.09	0.375
P22	158.52	106.2	113.2	2.26	0.45	0.714
P23	158.52	0	157.34	0.16	0.03	0.993
P24	158.52	0	155.91	0.58	0.1	0.984
P25	158.52	0	155.05	0.16	0.03	0.978

Tabel 13. Tampilan Node Flooding DTA 2 Segmen 1

Node	Hours Flooded	Max. Rate m ³ /s	Hari	Banjir Maksimal Jam : Menit	Total Volume Banjir 10 ⁶ ltr
J31	0.55	0.061	0	4:00	0.083
J32	0.36	0.042	0	4:00	0.023
J33	0.01	0.032	0	3:17	0
J34	0.01	0.031	0	3:17	0
J36	0.01	1.017	0	0:00	0.013



Gambar 3. 2 Tampilan Water Elevation Profile DTA 2 Segmen 1

Berdasarkan hasil analisis penelitian, dapat disimpulkan bahwa simulasi yang dilakukan dengan periode kala ulang 20 tahun menunjukkan adanya beberapa luapan aliran maksimum pada J36 sebesar $1.017 \text{ m}^3/\text{s}$ dan aliran maksimum pada C39 sebesar $1.920 \text{ m}^3/\text{s}$ yang mendapatkan limpasan dari subcatchment P23 hanya sebesar $0.03 \text{ m}^3/\text{s}$ untuk kala ulang 20 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa luapan yang terjadi di J36 kemungkinan tidak disebabkan oleh keterbatasan kapasitas C39 atau limpasan langsung dari P23. Sebaliknya luapan itu kemungkinan akumulasi aliran yang signifikan dari hulu saluran drainase yang membuat J36 melebihi kemampuan untuk menampung dan menyalurkannya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis hidrologi dan simulasi hidrodinamika yang telah dilakukan, penelitian ini menyimpulkan bahwa wilayah studi memiliki beban intensitas hujan puncak sebesar 150.64 mm untuk kala ulang 10 tahun dan meningkat menjadi 168.96 mm

untuk kala ulang 20 tahun. Hasil simulasi menggunakan perangkat lunak EPA SWMM 5.2 menunjukkan bahwa kinerja hidraulika sistem drainase Jalan Ahmad Yani saat ini berada dalam kondisi tidak memadai (*inadequate*) untuk mengalirkan debit limpasan puncak tersebut. Ketidakmampuan sistem ini teridentifikasi secara spesifik melalui fenomena luapan (*surcharge*) pada titik-titik kritis, terutama pada junction node J4 dan J36, yang menjadi penyebab utama terjadinya genangan di permukaan jalan. Temuan ini mengonfirmasi bahwa dimensi saluran eksisting tidak lagi sinkron dengan beban hidrologi periode ulang yang direncanakan, sehingga diperlukan intervensi teknis berupa redesain dimensi atau optimasi kemiringan saluran pada segmen-semen kritis tersebut guna menjamin fungsi drainase jalan raya yang optimal di Kabupaten Slregen.

Berdasarkan hasil yang diharapkan untuk bisa meningkatkan kinerja dan mitigasi risiko bencana:

- Evaluasi Jaringan Drainase Secara Terpadu dan Menyeluruh

- Solusi yang lebih menyeluruh hendaknya dilakukan evaluasi serta pemodelan hidrolik pada seluruh sistem drainase yang lebih luas di Jalan Ahmad Yani yang bertujuan untuk memahami dan menganalisis kemungkinan masalah utama dari sistem drainase.
2. Pembersihan Sedimen dan Sampah Secara Rutin Laksanakan pembersihan dari lumpur, pasir, sampah, dan bahan organik lainnya di saluran ataupun titik pertemuan saluran. Frekuensi pembersihan disesuaikan dengan musim (lebih sering dilakukan saat musim hujan) dan sifat kawasan.
 3. Peningkatan Dimensi Saluran Drainase Perhatian utama perlu diarahkan pada peningkatan dimensi atau ukuran saluran. Harus dilakukan perhitungan kembali kapasitas desain untuk memastikan saluran dapat mengalirkan aliran maksimum hujan yang berlangsung.
 4. Kalibrasi Pada Saluran Eksisting Proses ini sangat krusial untuk memverifikasi dan menyesuaikan parameter model (seperti koefisien kekasaran *Manning*) dengan kondisi nyata di lapangan. Dengan melakukan kalibrasi, akurasi model dapat ditingkatkan, sehingga hasil simulasi akan lebih representatif dan dapat memberikan rekomendasi yang lebih presisi dan andal untuk perbaikan sistem drainase di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Apahdil, F. (2023). Evaluasi Saluran Drainase Primer Jalan Sudirman Sampai Jalan Pemuda Kota Bukittinggi. *Nucl. Phys.*, 104-116.
- Belladona, M., Ningrum, W., Wisnuwardhani, F., & Surapati, A. (2023). Pemodelan Sistem Drainase Menggunakan EPA SWMM 5 . 1 Untuk Mengatasi Genangan di Kelurahan Kebun Tebang Bengkul. *Jurnal.Umj.Ac.Id*, 1-7.
- Fransiska, Y., Junaidi, & Istijono, B. (2020). Simulasi Dengan Program EPA SWMM Versi 5.1 Untuk Mengendalikan Banjir pada Jaringan Drainase Kawasan Jati. *Jurnal Civronlit Unbari*, 38.
- Hanafi, B. A., Wijayanti, P., & Amhudo, R. L. (2025).
- Kartiko, L., & Waspodo, R. S. (2018). Analisis Kapasitas Saluran Drainase Menggunakan Program SWMM 5.1 di Perumahan Tasmania Bogor, Jawa Barat. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 133-148.
- M. Suprapto, A. M. (2018). Analisis Sistem Drainase Untuk Penanganan Genangan Di Kecamatan Magetan Bagian Utara. *Matriks Teknik Sipil*, 231-237.
- mulyandari, e., wijayanti, p., & gunarso. (2023). *HIDROLOGI TERAPAN*. Surakarta: PT.Penerbit Penamuda Media.
- PT.Duta Sarana Perkasa. (2024). Metode Pemasangan Saluran Tipe U atau U-Ditch. *DUSASPUN*, <https://www.dusaspun.com/metode-pemasangan-saluran-tipe-u-atau-u-ditch/>.
- Qintana, M. R., Pandjaitan, N. H., & Sutoyo. (2019). Analisis Kapasitas Sistem Saluran Drainase Di Perumahan Dramaga Cantik 2 Kabupaten Bogor. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 97-90.
- Rafika, I., Widanita, R., & Dkk. (2023). Analisa Saluran Drainase Jalan Darma Bakti Kota Pekanbaru Menggunakan Software EPA SWMM 5.1. *AT-TAWASSUTH: Jurnal Ekonomi Islam*, 1-19.
- Sobriyah,MS, P. (2012). *Model Hidrologi*. Surakarta: UNS Press.
- Sragen, B. P. (2024). *Kabupaten Sragen Dalam Angka*. Sragen: BPS Kabupaten Sragen.
- Suprapto, M., M, A. Y., & Prilbista, A. S. (2018). Analisis Sistem Drainase Untuk Penanganan Genangan Di Kecamatan Magetan Bagian Utara. *Matriks Teknik Sipil*, 231-237.
- Triatmojo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.
- Utama, B. A., Wijayanti, P., & Susila, H. (2025). Simulasi Saluran Drainase di Jalan Jembangan Kecamatan Sukoharjo Menggunakan Software HEC-RAS 4.1. *Journal Of Smart System*.
- Zarkani, M. R., Sujatmoko, B., & Rinaldi. (2016). Analisa Drainase untuk Penanggulangan Banjir Menggunakan EPA SWMM (Studi Kasus: Perumahan Mutiara Witayu Kecamatan Rumbai Pekanbaru). *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains*, 1-12.