

ANALISA SISTEM DRAINASE MENGGUNAKAN STORM WATER MANAGEMENT MODEL DI DESA TOLUTU

***Aditya Maksum¹, Mohamad Januar Fuad², Nona Fitriana Madjowa³**

Universitas Bina Taruna Gorontalo^{1,2,3}

* aditmaksum619@gmail.com¹, moh.januar.fuad@gmail.com², nonafitrianamadjowa@gmail.com³

Abstrak: Analisa Sistem Drainase Menggunakan Storm Water Management Model Di Desa Tolutu

Tujuan penelitian ini adalah menentukan debit maksimum rencana (Q rencana) melalui analisis hidrologi menggunakan SWMM serta mengevaluasi kinerja kapasitas saluran drainase eksisting. Penelitian ini bersifat kuantitatif dengan metode observasi dan pengumpulan data melalui observasi serta dokumentasi. Analisis data meliputi analisis hidrologi, intensitas hujan, kapasitas saluran, dan pemodelan SWMM. Hasil menunjukkan debit rencana berdasarkan curah hujan kala ulang 2 tahun sebesar 2,56 m³/detik, 5 tahun sebesar 3,75 m³/detik, dan 10 tahun sebesar 4,54 m³/detik. Simulasi SWMM memperlihatkan bahwa sistem drainase masih mampu mengalirkan debit limpasan dengan baik tanpa terjadi flooding maupun overtopping pada seluruh node yang dimodelkan. Kesimpulannya, debit maksimum meningkat seiring bertambahnya kala ulang hujan sehingga membebani sistem lebih besar, namun kapasitas saluran secara umum masih memadai, meskipun segmen hilir menjadi bagian paling terbebani dan memerlukan perhatian dalam pemeliharaan serta evaluasi berkala.

Kata Kunci: Sistem drainase; SWMM; Kuantitatif; Analisis hidrologi; Debit.

Abstract: Analysis Of The Drainage System Using A Storm Water Management Model In Tolutu Village

The objective of this study is to determine the design peak flow (Q_{design}) through hydrological analysis using SWMM and to evaluate the performance of the existing drainage system's capacity. This study is quantitative in nature, employing observational methods and data collection through field observations and documentation. Data analysis includes hydrological analysis, rainfall intensity, channel capacity, and SWMM modeling. The results show design flow rates based on a 2-year return period of 2.56 m³/s, a 5-year return period of 3.75 m³/s, and a 10-year return period of 4.54 m³/s. The SWMM simulation indicates that the drainage system remains capable of effectively conveying runoff flow without flooding or overtopping at any of the modeled nodes. In conclusion, the maximum flow rate increases with longer rainfall return periods, placing a greater burden on the system; however, channel capacity remains generally adequate, although the downstream segment is the most heavily burdened and requires attention in terms of maintenance and periodic evaluation.

Keywords: Drainage system; SWMM; Quantitative; Hydrological analysis; Discharge.

History & License of Article Publication:

Received: 10/10/2025 **Revision:** 29/11/2025 **Published:** 31/12/2025

DOI: <https://doi.org/10.37971/radial.vXXiXX.XXX>



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Sistem drainase adalah rangkaian kegiatan yang membentuk upaya pengaliran air, baik air permukaan (limpasan/run off), maupun air tanah (underground water) dari suatu daerah atau kawasan. Sistem drainase merupakan bagian penting pada suatu wilayah pedesaan. Suatu wilayah pedesaan yang tertata dengan baik haruslah juga diikuti dengan penataan sistem drainase yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu wilayah atau lahan sehingga tidak menimbulkan genangan air yang dapat mengganggu aktivitas masyarakat dan bahkan dapat menimbulkan kerugian sosial ekonomi terutama yang menyangkut aspek-aspek kesehatan lingkungan permukiman.(Fairizi, 2015); (Epa G, 2023); (Ummah, 2024).

Desa Tolutu, yang terletak di Kecamatan Tomini Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan, merupakan wilayah yang mengalami perkembangan permukiman dan aktivitas masyarakat yang cukup pesat, perkembangan tersebut berdampak pada perubahan tata guna lahan yang mempengaruhi karakteristik limpasan permukaan. Pada kondisitertentu, terutama saat intensitas hujan tinggi, beberapa ruas wilayah Desa Tolutu mengalami genangan air yang menunjukkan bahwa system drainase yang ada belum berfungsi secara optimal. Masalah ini terjadi akibat saluran drainase eksisting yang terputus dan tidak terhubung dengan sistem drainase utama, sehingga fungsi pengaliran air hujan tidak dapat berjalan secara efektif.

Selain itu, faktor lainnya yang turut memperburuk situasi adalah tidak adanya sistem pengelolaan air yang terstruktur, sehingga aliran air tidak terkendali. Oleh karena itu, dibutuhkan penanganan yang tepat untuk mengevaluasi sistem drainase di Desa Tolutu dalam upaya penanggulangan banjir.

Analisis drainase secara umum memiliki keterbatasan dalam menggambarkan kondisi aliran yang kompleks, (Ade Putri, 2023). Oleh karena itu, diperlukan pemodelan yang mampu mensimulasikan proses hidrologi dan hidrolika secara lebih akurat. EPA Storm Water Management Model (SWMM) merupakan aplikasi yang dapat digunakan untuk menganalisis kinerja sistem drainase, mengevaluasi kapasitas saluran, serta mengidentifikasi potensi genangan, (Bay, 2018); (Faizal, 2020); (Isiarto, 2020). Penggunaan SWMM diharapkan dapat mendukung perencanaan dan pengelolaan sistem drainase yang lebih efektif dan berkelanjutan, (Ma'ruf, 2023); (Miranda, 2023).

Rumusan Masalah dalam penelitian ini adalah 1) Berapa besar debit maksimum rencana pada sistem drainase 2) bagaimana kinerja kapasitas saluran drainase eksisting di Desa Tolutu dalam menampung debit maksimum rencana berdasarkan simulasi SWMM

Wilayah penelitian dibatasi hanya pada jaringan drainase sepanjang 500 Meter, Di Desa Tolutu, Kecamatan Tomini Kabupaten Bolaang Monggondow Selatan, Provinsi Sulawesi Selatan. 2) Analisis dilakukan menggunakan *software Storm Water Management Model* (SWMM)

Tujuan Penelitian ini adalah 1) Untuk menentukan nilai debit maksimum rencana (Q rencana) berdasarkan analisis hidrologi menggunakan SWMM pada lokasi yang diidentifikasi memiliki tingkat resiko genangan tinggi berdasarkan kondisi sistem drainase eksisting di Desa Tolutu. 2) Untuk menganalisis kinerja kapasitas saluran drainase eksisting di desa tolutu dalam menampung debit maksimum rencana berdasarkan simulasi SWMM.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif menggunakan metode observasi. Sumber data yang digunakan yaitu data primer yang diperoleh dari hasil pengamatan langsung dan data sekunder, (Sugiyono, 2020). Data primer antara lain dimensi saluran drainase, kondisi fisik saluran, dan kemiringan saluran (slope). Adapun data sekunder yaitu data curah hujan harian periode minimal 10 tahun di Balai Sungai Suawesi I. Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu observasi dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan pada sistem drainase yang terdapat di Desa Tolutu, dan teknik dokumentasi dengan cara mengumpulkan, mencatat, dan menganalisis berbagai okumen yang relevan dengan topik atau objek penelitian. Adapun teknik analisis data dalam penelitian ini (Tumurang, 2022) adalah (1) analisa hidrologi yang mencakup curah hujan rencana, analisa frekuensi, metode distribusi normal, metode log normal, metode distribusi log person type III, metode Gumbel. (2) analisa kapasitas saluran yang mencakup waktu kosentrasi, koefisien limpasan, luas penampang, keliling basah, jari jari hidrolis, debit saluran. (3) analisis *Storm Water Management Model* (SWMM), (Prudencio, 2018).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Data Curah Hujan

Data curah hujan yang telah dikumpulkan dapat langsung dimanfaatkan dalam proses analisis distribusi frekuensi curah hujan dan perhitungan intensitas hujan untuk mendukung tahapan analisis hidrologi dan hidraulika selanjutnya.

Tabel 1. Curah Hujan Maksimum Tahunan

No.	Tahun	Curah Hujan (mm)	No.	Tahun	Curah Hujan (mm)
		Sta.			Sta.
1	2024	256,21	6	2019	162,36
2	2023	72,55	7	2018	101,32
3	2022	169,09	8	2017	168,45
4	2021	190,32	9	2016	267,19
5	2020	347,15	10	2015	129,08

Sumber: BWS Wilayah I Manado, 2025

Analisa Hidrologi

a. Analisa Frekuensi

Analisa frekuensi curah hujan dilakukan untuk menentukan besarnya curah hujan rencana berdasarkan data curah hujan maksimum tahunan. Data curah hujan maksimum tahunan dianalisis secara statistik untuk memperoleh parameter hidrologi yang digunakan dalam

pemilihan metode distribusi frekuensi yang sesuai bagi perencanaan sistem drainase, (Puh, 2020); (Ruhiat, 2022).

Analisis bertujuan untuk menentukan distribusi yang sesuai untuk mendapatkan nilai curah hujan rencana, berikut adalah hasil analisisnya :

- a. Nilai curah hujan rata rata ($\bar{x}$) = 186,372 mm
- b. Deviasi standar (Sd) = 82,94 mm
- c. Koefisien variasi (Cv) = 0,45 mm
- d. Koefisien kemencengan (Cs) = 0,66
- e. Koefisien kurtosis (Ck) = 0,11

Tabel 2 Parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi

No	Macam – Macam Distribusi	Syarat Penggunaan	Hasil peritungan	Keterangan
1	Distribusi Normal	$Cs \approx 0$ $Ck \approx 3$	0,66 0,11	Tidak Memenuhi syarat
2	Distribusi Log Normal	$Cs \approx 3$ $Cv \approx 3$	0,66 0,45	Tidak Memenuhi syarat
3	Distribusi Log Pearson III	$Cs \neq 0$	0,66	Memenuhi syarat (dipilih)
4	Distribusi Gumbell	$Cs \leq 1,1396$ $Ck \leq 5,4002$	0,66 0,11	Tidak Memenuhi syarat

Sumber: Analisis Peneliti

Berdasarkan tabel 4.2 Dapat disimpulkan bahwa distribusi yang dapat digunakan adalah distribusi log person III. Dimana syarat distribusi ini adalah jika nilai Ck dan nilai Cs diluar dari jenis distribusi lainnya.

1) Standar deviasi

Standar deviasi digunakan untuk mengetahui tingkat penyebaran data curah hujan terhadap nilai rata-ratanya. Standar deviasi dihitung dengan persamaan :

$$sd = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Hasil perhitungan diperoleh :

$$Sd = \sqrt{\frac{61.916,434}{9}}$$

Sd

$$= \sqrt{6.879,604}$$

$$Sd = 82,94$$

2) Koefisien Variasi

Koefisien variasi (Cv) digunakan untuk menilai tingkat keragaman data curah hujan dan dihitung dengan persamaan:

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{x}}$$

Hasil perhitungan diperoleh:

$$Cv = \frac{82,94}{186,37} = 0,455$$

3) Koefisien skewness

Koefisien skewness (Cs) digunakan untuk menunjukkan tingkat kemencengan distribusi data curah hujan terhadap nilai rata-ratanya dan dihitung menggunakan persamaan:

$$Cs = \frac{n \sum (xi - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)sd^3}$$

Sehingga diperoleh

$$cs = \frac{10 \times 2.716,080,161}{9 \times 8 \times 82,94^3}$$

$$Sd^3 = 570,416,65$$

$$Cs = \frac{27.160.801,61}{41.070,000}$$

$$Cs = 0,66$$

4) Koefisien kurtosis

Koefisien kurtosis (Ck) digunakan untuk menggambarkan tingkat keruncingan distribusi data dibandingkan dengan distribusi normal dan dihitung menggunakan persamaan:

$$Ck = \frac{n(n+1)\sum (xi - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)sd^4} - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$$

Sehingga diperoleh :

Hitung Bagian Pertama menggunakan rumus di bawah ini :

$$\frac{n(n+1)\sum (Xi - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4}$$

Pembilang

$$\begin{aligned} & 10(11)(964.813.585) \\ & = 106.129.494.350 \end{aligned}$$

Penyebut

$$\begin{aligned} & (9)(8)(7)(47.328.951) \\ & = 504 \times 47.328.951 \\ & = 23.854.000.000 \end{aligned}$$

Hasil Bagian Pertama

$$\begin{aligned} & = \frac{106.129.494.350}{23.854.000.000} \\ & = 4,45 \end{aligned}$$

Hitung Bagian Kedua

$$\frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{3(9^2)}{8 \times 7} \\
 &= \frac{243}{56} \\
 &= 4,34
 \end{aligned}$$

Menghitung Nilai Ck

$$Ck = 4,45 - 4,34$$

$$Ck = 0,11$$

Tabel 3 Analisis Distribusi Log Person Tipe III

No	Tahun	Xi (mm)	Log Xi	Log Xi - Log $\bar{X}$	(Log Xi - Log $\bar{X}$) ²	(Log Xi - Log $\bar{X}$) ³
1	2023	72,55	1,860	-0,3676	0,1351	-0,0497
2	2018	101,32	2,005	-0,2226	0,0496	-0,0110
3	2015	129,08	2,110	-0,1176	0,0138	-0,0016
4	2019	162,36	2,210	-0,0176	0,0003	-0,0000
5	2017	168,45	2,226	-0,0016	0,0000	-0,0000
6	2022	169,09	2,228	0,0004	0,0000	0,0000
7	2021	190,32	2,279	0,0514	0,0026	0,0001
8	2024	256,21	2,408	0,1804	0,0325	0,0059
9	2016	267,19	2,427	0,1994	0,0398	0,0079
10	2020	347,15	2,540	0,3124	0,0976	0,0305
Jumlah		1863,72	22,276	0,000	0,3713	-0,0180

Sumber: Analisis Peneliti

Berikut hasil analisis perhitungannya :

Rata-rata log:

$$\text{Log } \bar{X} = 2,2276$$

Standar Deviasi Log (Sd)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Substitusi:

$$S = \sqrt{\frac{0,3713}{9}}$$

$$S = \sqrt{0,04126}$$

$$S = 0,203$$

Koefisien Skewness (Cs)

Rumus:

$$Cs = \frac{n \sum (Log Xi - Log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

Hitung komponen:

$$(n-1)(n-2) = 9 \times 8 = 72$$

$$S^3 = (0,203)^3 = 0,00836$$

$$72 \times 0,00836 = 0,602$$

Pembilang:

$$10 \times (-0,0180) = -0,180$$

Hitung Cs:

$$Cs = \frac{-0,180}{0,602}$$

$$Cs = -0,299$$

Tabel 4 Hasil Nilai K

Kala Ulang	Nilai K
2 tahun	0,033
5 tahun	0,85
10 tahun	1,258

Perhitungan Curah Hujan Rencana

Berikut perhitungan curah hujan rencana :

Rumus Log Pearson Tipe III

$$\log X_T = \log \bar{X} + K \cdot S$$

$$X_T = 10^{\log X_T}$$

Periode 2 Tahun

$$\log X_2 = 2,2276 + (0,033)(0,203)$$

$$= 2,2276 + 0,0067$$

$$= 2,2343$$

$$X_2 = 10^{2,2343}$$

$$X_2 \approx 171,5 \text{ mm}$$

Periode 5 Tahun

$$\log X_5 = 2,2276 + (0,85)(0,203)$$

$$= 2,2276 + 0,1726$$

$$= 2,4002$$

$$X_5 = 10^{2,4002}$$

$$X_5 \approx 251,3 \text{ mm}$$

Periode 10 Tahun

$$\log X_{10} = 2,2276 + (1,258)(0,203)$$

$$= 2,2276 + 0,2554$$

$$= 2,4830$$

$$X_{10} = 10^{2,4830}$$

$$X_{10} \approx 304,1 \text{ mm}$$

Tabel 5 Hasil curah hujan rencana

Kala Ulang	Curah Hujan Rencana (mm)
2 Tahun	171,5 mm
5 Tahun	251,3 mm
10 Tahun	304,1 mm

Perhitungan Waktu Konsentrasi, Intensitas hujan, Dan Debit Rencana

Data-data yang digunakan untuk menghitung debit rencana dan digunakan untuk mengoperasikan *Storm Water Management Model* (SWMM) antara lain menurut (Ummah, 2019 & 2024) adalah :

- Data curah hujan yang meliputi tinggi curah hujan harian maksimum, letak dan jaringan stasiun hujan serta periode pencatatan curah hujan.
- Data karakteristik topografi DTA yang meliputi bentuk dan ukuran DTA dan kemiringan saluran
- Kondisi geologi DTA meliputi jenis batuan dan struktur geologi.
- Karakteristik tata guna lahan dan morfologi saluran

Waktu Konsentrasi (TC)

Tabel 6 Parameter DAS pada Lokasi Penelitian

Parameter	Nilai	Satuan
Luas DAS (A)	0,17363	km ²
Panjang aliran (L)	500	m
Kemiringan saluran (S)	0,005	—
Koefisien limpasan (C)	0,40	—

Waktu konsentrasi dihitung menggunakan rumus Kirpich (SI):

$$t_c = 0,0195 \cdot L^{0,77} \cdot S^{-0,385}$$

$$\begin{aligned}
 500^{0,77} &\approx 119,93 \\
 0,005^{-0,385} &\approx 7,68 \\
 t_c &= tc = 0,0195 \times 119,93 \times 7,68 \\
 t_c &\approx 18 \text{ Menit}
 \end{aligned}$$

Konversi ke jam:

$$t_c = \frac{18}{60} = 0,30 \text{ jam}$$

Intensitas Hujan (Metode Mononobe)

Rumus:

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

Dengan:

$$\left(\frac{24}{0,30} \right)^{2/3} = 18,57$$

Intensitas Hujan Tiap Kala Ulang

Intensitas Hujan 2 Tahun

$$\begin{aligned}
 I_2 &= \frac{171,5}{24} \times 18,56 \\
 &= 7,15 \times 18,56 \\
 I_2 &\approx 132,7 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

Intensitas Hujan 5 Tahun

$$\begin{aligned}
 I_5 &= \frac{251,3}{24} \times 18,56 \\
 &= 10,47 \times 18,56 \\
 I_5 &\approx 194,3 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

Intensitas Hujan 10 Tahun

$$\begin{aligned}
 I_{10} &= \frac{304,1}{24} \times 18,56 \\
 &= 12,67 \times 18,56 \\
 I_{10} &\approx 235,1 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

Tabel 7 Nilai hasil intensitas hujan

Kala Ulang	Intensitas (mm/jam)
2 Tahun	132,7 mm/jam
5 Tahun	194,3 mm/jam
10 Tahun	235,1 mm/jam

Perhitungan Debit Rencana Menggunakan Rumus Metode Rasional

$$Q = 0,278 C I A$$

Dimana:

- Q = debit (m^3/detik)
- $C = 0,40$
- I = intensitas hujan (mm/jam)
- $A = 0,17363 \text{ km}^2$

Debit Rencana Periode 2 Tahun

$$\begin{aligned} Q_2 &= 0,278 \times 0,40 \times 132,7 \times 0,17363 \\ &= 0,1112 \times 132,7 \times 0,17363 \\ &= 14,76 \times 0,17363 \\ Q_2 &\approx 2,56 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Debit Rencana Periode 5 Tahun

$$\begin{aligned} Q_5 &= 0,278 \times 0,40 \times 194,3 \times 0,17363 \\ &= 0,1112 \times 194,3 \times 0,17363 \\ &= 21,61 \times 0,17363 \\ Q_5 &\approx 3,75 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Debit Rencana Periode 10 Tahun

$$\begin{aligned} Q_{10} &= 0,278 \times 0,40 \times 235,1 \times 0,17363 \\ &= 0,1112 \times 235,1 \times 0,17363 \\ &= 26,14 \times 0,17363 \\ Q_{10} &\approx 4,54 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Tabel 8 Hasil debit rencana

Kala Ulang	Debit (m^3/detik)
2 Tahun	2,56 m^3/detik
5 Tahun	3,75 m^3/detik
10 Tahun	4,54 m^3/detik

Koefisien Limpasan

Koefisien limpasan merupakan nilai pengaliran berdasarkan tata guna lahan yang terdapat pada daerah tersebut. Menurut (Mohammad, 2024); (Khurelbaatar, 2021) koefisien pengaliran merupakan kombinasi dari tiga faktor yaitu topografi, penggunaan lahan dan tekstur tanah. Nilai C pada umumnya sudah diklasifikasikan berdasarkan penelitian – penelitian yang sudah ada. Berdasarkan SNI 03-2415-1991, kategori nilai koefisien limpasan ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 9 Nilai Koefisien Limpasan

Karakteristik Tanah	Tata Guna Lahan	Koefisien Limpasan
Campuran pasir dan/atau campuran kerikil.	Pertanian	0,20
	Padang Rumput	0,15
	Hutan	0,10
	Pertanian	0,40

Geluh dan sejenisnya	Padang Rumput	0,35
	Hutan	0,30
	Pertanian	0,50
Lempung dan sejenisnya.	Padang Rumput	0,45
	Hutan	0,40

Sumber: SNI 03-2415-1991

Analisa Kapasitas Saluran Drainase

Kondisi Eksisting Saluran

Saluran drainase yang diteliti memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Panjang saluran: 500 meter
2. Bentuk penampang: Trapesium
3. Lebar bawah (b): 40 cm = 0.4 m
4. Lebar atas (B): 60 cm = 0.6 m
5. Tinggi saluran (H): 80 cm = 0.8 m
6. Kemiringan dasar saluran (S): 0.005 (0,50%)
7. Kekasaran (n): 0.015

Tabel 10 Nilai Kekasaran Manning (n)

Jenis Saluran	n
Beton halus	0.015
Batu kali	0.025
Tanah	0.030–0.035
Aspal / parit tertutup	0.011–0.015

Sumber: Suripin (2004).

LUAS PENAMPANG BASAH (A)

Rumus trapesium:

$$A = h \cdot \frac{(b+B)}{2}$$

Substitusi:

$$A = 0,8 \cdot \frac{(0,4+0,6)}{2}$$

$$A = 0,8 \cdot 0,5$$

$$A = 0,40 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P)

Rumus:

$$P = b + 2 \sqrt{h^2 + \left(\frac{B-b}{2}\right)^2}$$

Substitusi:

$$P = 0,4 + 2\sqrt{0,8^2 + (0,1)^2}$$

$$P = 0,4 + 2\sqrt{0,64 + 0,01}$$

$$P = 0,4 + 2(0,806)$$

$$P = 2,01 \text{ m}$$

Jari-Jari Hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{0,40}{2,01}$$

$$R = 0,20 \text{ m}$$

Kecepatan Aliran (Rumus Manning)

Rumus Manning:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

Substitusi:

$$V = \frac{1}{0,015} \cdot (0,20)^{2/3} \cdot (0,005)^{1/2}$$

Hitung:

- $(0,20)^{2/3} \approx 0,342$
- $\sqrt{0,005} = 0,071$

$$V = 66,67 \times 0,342 \times 0,071$$

$$V = 1,62 \text{ m/det}$$

Berdasarkan tahap analisis (Emama, 2022) menggunakan EPA SWMM 5.2 pada kala ulang 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun, dapat disimpulkan bahwa seluruh simulasi berhasil dijalankan (run was successful) dengan nilai *continuity error* yang masih berada dalam batas toleransi yang diperkenankan ($< \pm 10\%$). Nilai *Surface Runoff Error* berkisar antara -5,06% hingga -4,96%, sedangkan *Flow Routing Error* berada pada rentang 2,59%–3,40%. Hal ini menunjukkan bahwa keseimbangan massa dan stabilitas numerik model masih dapat diterima sehingga hasil simulasi layak digunakan sebagai dasar evaluasi kinerja sistem drainase.

Dari aspek ke dalam air pada *node* (*Node Depth Summary*), sebagian besar simpul (JA.1–JA.6) menunjukkan kedalaman maksimum relatif kecil, yaitu 0,04–0,05 m pada seluruh skenario hujan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kapasitas simpul masih mencukupi dan tidak terjadi genangan maupun tekanan berlebih. Pada bagian hilir, khususnya JA.7 dan PEM.AKHIR, kedalaman maksimum mencapai 0,80 m akibat akumulasi debit dari seluruh jaringan hulu. Namun demikian, nilai tersebut masih berada dalam batas kapasitas sistem dan tidak menunjukkan indikasi *surcharging* atau limpasan.

Berdasarkan analisis *Conduit Surge*, beberapa ruas saluran (SAL.5, SAL.6, dan SAL.7) mengalami kondisi aliran penuh dalam durasi yang sangat singkat ($\pm 0,01$ jam). Pada SAL.7, durasi *above normal flow* mencapai sekitar 3,71–3,74 jam, yang menunjukkan bahwa segmen ini menerima beban hidraulik terbesar dalam jaringan. Meskipun demikian,

nilai *capacity limited* yang sangat kecil menunjukkan bahwa keterbatasan kapasitas tidak berlangsung signifikan dan tidak menyebabkan gangguan hidraulik berkepanjangan.

Analisis profil muka air (*Water Surface Profile*) pada ketiga skenario hujan menunjukkan bahwa elevasi muka air secara konsisten berada di bawah mahkota saluran. Pola penurunan muka air dari hulu ke hilir memperlihatkan gradien energi yang stabil serta aliran yang berlangsung secara gravitasi (*free surface flow*). Tidak ditemukan indikasi *backwater effect*, lonjakan muka air, maupun aliran tekan yang berpotensi menimbulkan limpasan.

Secara keseluruhan, hasil simulasi pada kala ulang 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun menunjukkan bahwa jaringan drainase masih beroperasi dalam kondisi hidraulik yang stabil dan aman. Sistem mampu mengalirkan debit rencana tanpa menimbulkan genangan signifikan, meskipun segmen hilir (terutama SAL.7 dan JA.7) berfungsi sebagai titik kritis yang menerima akumulasi aliran terbesar dalam jaringan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis hidrologi, hidrolika, serta simulasi menggunakan Storm Water Management Model (SWMM) yang telah dilakukan pada sistem drainase eksisting di Desa Tolutu, Kecamatan Tomini, Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut: maksimum rencana sistem drainase diperoleh dari hasil analisis hidrologi menggunakan data curah hujan rencana dengan kala ulang 2 tahun dengan hasil 2,56 m³/detik, untuk kala ulang 5 tahun dengan hasil 3,75 m³/detik, dan 10 tahun mendapat nilai 4,54 m³/detik. Perhitungan debit rencana dilakukan menggunakan Metode Rasional dengan mempertimbangkan intensitas hujan, koefisien limpasan, luas daerah tangkapan air, serta waktu konsentrasi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai debit maksimum rencana meningkat seiring dengan bertambahnya kala ulang hujan, sehingga memberikan beban aliran yang lebih besar pada sistem drainase eksisting.

Kapasitas saluran drainase eksisting berdasarkan hasil simulasi menggunakan EPA SWMM 5.2 menunjukkan bahwa sistem masih mampu mengalirkan debit limpasan dengan baik pada hujan rencana kala ulang 2 tahun, 5 tahun, hingga 10 tahun. Hasil analisis tidak menunjukkan terjadinya *flooding* maupun *overtopping* pada *node* yang dimodelkan. Meskipun pada kala ulang yang lebih besar terjadi peningkatan beban hidraulik, khususnya pada segmen hilir yang menerima akumulasi aliran terbesar, nilai rasio debit terhadap kapasitas saluran (*Max/Full Flow*) masih berada dalam batas operasional sistem. Beberapa ruas saluran mengalami kondisi aliran mendekati penuh dan *surcharge* dalam durasi yang sangat terbatas, namun kondisi tersebut tidak menyebabkan kegagalan fungsi saluran maupun genangan. Dengan demikian, kapasitas saluran drainase eksisting secara umum masih memadai dalam menampung debit limpasan berdasarkan skenario hujan rencana yang dianalisis, meskipun bagian hilir merupakan segmen yang paling terbebani dan memerlukan perhatian dalam pemeliharaan serta evaluasi berkala.

DAFTAR PUSTAKA

Ade putri, D. M., & Prawati, E. (2023). Evaluasi Sistem Drainase. *JUMATISI: Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil*, 4(1), 262–265. <https://doi.org/10.24127/jumatisi.v4i1.4018>

- Bai, Y., Zhao, N., Zhang, R., & Zeng, X. (2018). Storm water management of low impact development in urban areas based on SWMM. *Water (Switzerland)*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/w11010033>
- Epa, G., M., Versi, S., & I, A. A. V. U. N. (2023). *EVALUASI SISTEM DRAINASE DALAM PENANGANAN Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Sastra Satu Universitas Medan Area oleh: Annisa Wahyuni Fakultas Teknik Diajukan Untuk ~ 1 c rmmuh i Syarnt Dalam Ujinn Sidang Sarjana Teknik Sipil Sastra Sntu Universitas Medan Ar ~ a Disctujui Olch : Ooscn Pcmbimbing l Do : . cn Pcmbimbing I I.*
- Emama, W. O., Edae, H. D., Fayisa, T. A., & Hirko, D. B. (2022). Performance Assessment of Storm Water Drainage System by Stormwater Management Model. *ResearchSquare*, 1–32. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1621214>
- Fairizi, D. (2015). Analisis Dan Evaluasi Saluran Drainase Pada Kawasan Perumnas Talang Kelapa Di Subdas Lambidaro Kota Palembang. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 3(1), 755–765.
- Faizal, R., Adi Prasetya, N., Alstony, Z., & Rahman, A. (2020). Evaluasi Sistem Drainase Menggunakan Storm Water Management Model (SWMM) dalam Mencegah Genangan Air di Kota Tarakan. *Borneo Engineering : Jurnal Teknik Sipil*, 3(2), 143–154. <https://doi.org/10.35334/be.v3i2.1177>
- Isiarto. (2020). Simulasi Aliran 1-Dimensi Dengan Bantuan Model Hidrologi-Hidraulika SWMM. *Perangkat Lunak Teknik Sipil Hidro*, 1–23. <https://istiarto.staff.ugm.ac.id>
- Khurelbaatar, G., Van Afferden, M., Ueberham, M., Stefan, M., Geyler, S., & Müller, R. A. (2021). Management of urban stormwater at block-level (MUST-B): A new approach for potential analysis of decentralized stormwater management systems. *Water (Switzerland)*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/w13030378>
- Ma'ruf, H., & Ali, M. (2023). *Perencanaan Drainase Terbuka Desa Cawang Lama, Kecamatan Selupu Rejang, Kabupaten Rejang Lebong*. 9(1), 24–27.
- Miranda, A. T., Gunawan, T. A., & Juliana, I. C. (2023). Analysis of flood control in Lambidaro sub-watershed using EPA SWMM. *International Journal of Life Sciences & Earth Sciences*, 6(1), 1–18. <https://doi.org/10.21744/ijle.v6n1.2068>
- Mohammad, Dahlan Firmansyah, Ussy Andawayanti, & M. Amar Sajali. (2024). Studi Evaluasi dan Penanganan Genangan Menggunakan Aplikasi Swmm 5.1 pada Sistem Drainase Medokan Semampir Kota Surabaya. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 4(1), 1005–1015. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2024.004.01.085>
- Z
- Prudencio, L., & Null, S. E. (2018). Stormwater management and ecosystem services: A review. *Environmental Research Letters*, 13(3). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaa81a>

- Puh, T., & Citanduy, D. A. S. (2020). *Akselerasi : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Akselerasi : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*. 2(1).
- Ruhat, D. (2022). *Implementasi distribusi peluang gumbel untuk analisis data curah hujan rencana*. 7(1), 213–224.
- Tumurang, O. M., Engineering, C., Ratulangi, S., & St, K. B. (2022). *Implementasi Sistem Informasi Geografis menggunakan ArcGIS pada Analisis Kondisi Tutupan Lahan terhadap Dampak Runoff*. 17(3), 225–234.
- Ummah, M. S. (2019). Implementasi Peraturan Daerah Provinsi Riau Nomor 6 Tahun 2012 Tentang Tanggung Jawab Sosial Perusahaan Di Provinsi Riau Pada Pt Indah Kiat Pulp & Paper Tbk Perawangno. *Sustainability (Switzerland)*, 11(1), 1–14. http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_P_EMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- Ummah, M. S. (2024). No Evaluasi Dan Analisis Sistem Drainase Utama Menggunakan Epa Swmm di Rw. 04, Desa Sriwulan, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. *Sustainability (Switzerland)*, 11(1), 1–14. http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_P_EMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI