



ANALISIS SISTEM DRAINASE DALAM MENGURANGI GENANGANG AIR KOTA MEDAN KECAMATAN PERCUT SEI TUAN

**Rika Dona Puspita¹⁾, Gari Daniel Silaban²⁾, Wisnu Prayogo³⁾, Rizky Simanjuntak⁴⁾, Rumilla Harahap⁵⁾,
Yuni Yolanda⁶⁾**

¹⁾Manajemen Konstruksi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia

Email: rikadonapuspita@gmail.com

²⁾Manajemen Konstruksi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia

Email: garidanielsilaban@gmail.com

³⁾Manajemen Konstruksi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia

Email: wisnuprayogo@unimed.ac.id

⁴⁾Manajemen Konstruksi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia

Email: rizkysmnjntk@unimed.ac.id

⁵⁾Manajemen Konstruksi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia

Email: rumillaharahap@unimed.ac.id

⁶⁾Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia

Email: yuni.yolanda@unimed.ac.id

Abstract

Urban drainage systems play an important role in managing stormwater runoff in urban areas. Rapid urban development often reduces infiltration areas and increases surface runoff, which can lead to flooding and waterlogging in several locations. This study aims to analyze the performance of urban drainage systems and identify factors causing water inundation in urban areas. The research method used is a descriptive quantitative approach by evaluating drainage channels based on rainfall data, channel capacity, sedimentation conditions, and supporting environmental factors. Secondary data were collected from previous studies and hydrological analysis results. The analysis includes rainfall intensity calculation, runoff discharge estimation, and comparison with existing drainage channel capacity. The results show that several drainage channels are unable to accommodate the design discharge due to sedimentation, waste accumulation, and changes in land use. In addition, insufficient maintenance of drainage channels also contributes to the reduced performance of the drainage system. Therefore, improvements in drainage channel capacity, routine maintenance, and integrated urban drainage planning are needed to reduce flood risks in urban areas. The results of this study are expected to provide useful information for local governments in improving urban drainage management systems.

Keywords: Urban drainage, drainage evaluation, runoff discharge, flood control, drainage capacity.

Abstrak

Sistem drainase perkotaan memiliki peranan penting dalam mengelola aliran air hujan di wilayah perkotaan. Perkembangan kota yang pesat sering menyebabkan berkurangnya daerah resapan air dan meningkatnya limpasan permukaan sehingga berpotensi menimbulkan genangan air di beberapa wilayah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem drainase perkotaan serta mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya genangan air di kawasan perkotaan. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan deskriptif kuantitatif dengan melakukan evaluasi terhadap kondisi saluran drainase berdasarkan data curah hujan, kapasitas saluran, kondisi sedimentasi, serta faktor lingkungan pendukung lainnya. Data yang digunakan merupakan data sekunder dari penelitian sebelumnya dan hasil analisis hidrologi. Analisis dilakukan dengan menghitung intensitas curah hujan, debit limpasan, serta membandingkannya dengan kapasitas saluran drainase yang ada. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa saluran drainase tidak mampu menampung debit air hujan rencana akibat adanya sedimentasi, penumpukan sampah, serta perubahan tata guna lahan. Selain itu, kurangnya pemeliharaan saluran drainase juga menjadi faktor yang menyebabkan menurunnya kinerja sistem drainase. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan kapasitas saluran drainase, pemeliharaan secara berkala, serta perencanaan sistem drainase yang terintegrasi untuk mengurangi risiko genangan air di kawasan perkotaan.

Kata Kunci: Drainase perkotaan, evaluasi drainase, limpasan air, genangan, kapasitas saluran.



PENDAHULUAN

Drainase merupakan infrastruktur penting dalam sistem perkotaan yang berfungsi mengalirkan kelebihan air hujan agar tidak menimbulkan genangan maupun banjir. Namun, perkembangan kota dan perubahan tata guna lahan menyebabkan meningkatnya limpasan permukaan yang tidak diimbangi dengan kapasitas saluran drainase, sehingga sering terjadi ketidaksesuaian antara kondisi eksisting dan kebutuhan aktual (Saragi et al., 2025; Sari, 2024; Sibagariang & Saputra, 2021). Selain itu, sedimentasi, penyempitan saluran, serta kurangnya pemeliharaan turut memperburuk kinerja sistem drainase (Rahmadani et al., 2024; Aqsha & Harahap, 2022).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa permasalahan utama drainase perkotaan umumnya disebabkan oleh kapasitas saluran yang tidak mampu menampung debit rencana. Studi di Surabaya menunjukkan bahwa saluran eksisting tidak mampu menampung debit hujan sehingga diperlukan pengembangan dimensi dan pemeliharaan saluran (Zebua et al., 2023). Penelitian di Kota Binjai juga mengungkapkan bahwa kapasitas drainase lebih kecil dibanding debit rencana sehingga menyebabkan banjir (Rahmadani et al., 2024). Sementara itu, penelitian di Karanganyar menunjukkan bahwa perubahan tata guna lahan dan dimensi saluran yang tidak memadai menjadi penyebab utama genangan (Arisma, 2022). Temuan serupa juga dilaporkan di Medan dan Samarinda, di mana kapasitas saluran tidak mampu mengimbangi debit banjir sehingga diperlukan evaluasi dan perencanaan ulang ((T. E. Saragi et al., 2023; (Agustina et al., 2022).

Secara teoritis, evaluasi drainase dilakukan melalui analisis hidrologi dan hidraulika untuk membandingkan debit rencana dengan kapasitas saluran. Pendekatan ini didukung oleh penelitian yang menekankan pentingnya analisis debit banjir serta perencanaan ulang dimensi saluran agar sesuai dengan kondisi lapangan (Afriyani et al., 2023). Selain itu, konsep drainase berkelanjutan juga mulai diterapkan, terutama pada wilayah dengan kondisi khusus seperti daerah rawa, yang membutuhkan pendekatan sistem terpadu dari hulu ke hilir ((Sari, 2024).

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja drainase eksisting dan merumuskan solusi perbaikan melalui pendekatan integratif yang menggabungkan analisis hidrologi, hidraulika, dan kondisi lapangan

METODE

Lokasi Penelitian

Berdasarkan hasil observasi lapangan, saluran drainase yang menjadi objek penelitian memiliki panjang sekitar ± 3 km dan berada di sepanjang kawasan jalan serta area permukiman masyarakat. Saluran ini berfungsi untuk mengalirkan air limpasan hujan (runoff) dari permukaan jalan, kawasan permukiman, serta area perkebunan di sekitar lokasi menuju saluran pembuangan utama.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Kondisi drainase pada lokasi penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar saluran merupakan saluran terbuka dengan tipe konstruksi yang bervariasi, yaitu berupa saluran beton dan saluran tanah. Pada beberapa segmen saluran masih berfungsi dengan baik, namun pada sebagian besar titik pengamatan ditemukan berbagai permasalahan yang dapat mengganggu kinerja sistem drainase.

Berdasarkan dokumentasi lapangan, kondisi yang ditemukan pada saluran drainase antara lain:

- Terjadinya sedimentasi pada dasar saluran yang menyebabkan pendangkalan sehingga kapasitas tampung air menjadi berkurang.
- Adanya sampah domestik seperti plastik dan limbah rumah tangga yang terbawa aliran air dan mengendap di dalam saluran.
- Pertumbuhan vegetasi liar dan rumput yang cukup lebat di sekitar dan di dalam saluran sehingga menghambat aliran air.
- Kondisi air yang keruh dan berwarna gelap pada beberapa bagian saluran yang menunjukkan adanya pencampuran dengan limbah domestik.
- Pada beberapa segmen saluran terlihat tertutup oleh tanaman dan semak-semak, sehingga aliran air menjadi tidak terlihat secara jelas.
- Ditemukan pula beberapa bagian saluran yang mengalami penumpukan material organik seperti daun, ranting, dan tanah, yang berpotensi mempercepat proses sedimentasi.

Diagram Alir Penelitian

Proses penelitian diawali dari tahap literature review sebagai dasar teoritis, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data yang meliputi observasi drainase sebagai data primer, data proyeksi penduduk yang bersumber dari Badan Pusat Statistik, serta data curah hujan dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. Selanjutnya dilakukan analisis sedimen dan dimensi saluran, perhitungan proyeksi jumlah penduduk menggunakan metode aritmatika atau eksponensial, serta analisis distribusi hujan menggunakan metode Gumbel atau Log Pearson Tipe III. Hasil dari tahapan tersebut digunakan dalam perhitungan debit limpasan (runoff) dan intensitas hujan yang menjadi dasar evaluasi kapasitas saluran drainase. Tahap akhir penelitian menghasilkan rekomendasi perbaikan sistem drainase sebagai upaya peningkatan kinerja saluran dalam mengendalikan aliran air permukaan secara optimal.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Analisis Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk dilakukan menggunakan metode pertumbuhan geometrik untuk memperkirakan jumlah penduduk pada tahun rencana.

$$P_n = P_0(1+r)^n$$

- P_n : Jumlah penduduk pada tahun ke - n (jiwa). Ini adalah hasil proyeksi yang ingin dicari.
- P_0 : Jumlah penduduk pada tahun awal atau tahun dasar penentuan (jiwa).
- r : Laju pertumbuhan penduduk per tahun (dalam bentuk desimal, misalnya 2%.
- n : Jangka waktu proyeksi dalam satuan tahun (selisih antara tahun proyeksi dengan tahun dasar).

Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan dilakukan untuk menentukan curah hujan rencana menggunakan metode distribusi Gumbel.

$$X_T = \bar{X} + K \times S$$

- X_T : Curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun (mm). Ini adalah nilai intensitas hujan yang diprediksi akan terjadi satu kali dalam kurun waktu T tahun.
- \bar{X} : Nilai rata-rata dari data curah hujan maksimum tahunan (mm).
- S : Standar deviasi (simpangan baku) dari data curah hujan tersebut. Nilai ini menunjukkan seberapa besar persebaran data terhadap nilai rata-ratanya.
- K : Faktor frekuensi Gumbel. Nilai ini bukan angka tetap, melainkan harus dihitung lagi menggunakan rumus khusus atau melihat tabel statistik Gumbel.

Analisis Runoff

Perhitungan limpasan permukaan dilakukan menggunakan metode rasional.

$$Q = 0.278 \times C \times I \times A$$

Rumus tersebut adalah Metode Rasional yang digunakan untuk menghitung debit limpasan permukaan (runoff). Berikut adalah keterangan detail untuk setiap variabel dalam rumus $Q = 0.278 \times C \times I \times A$:

- Q : Debit banjir rencana atau debit limpasan permukaan ($m^3 / detik$).
- 0.278 : Konstanta konversi satuan agar hasil akhir menjadi ($m^3 / detik$).
- C : Koefisien limpasan (nilai antara 0–1) yang menunjukkan persentase air hujan yang mengalir di permukaan tanah tanpa terinfiltrasi.
- I : Intensitas curah hujan selama durasi waktu tertentu (mm / jam).
- A : Luas daerah tangkapan hujan atau cakupan wilayah penelitian (km^2).

Analisis Timbulan Sedimen

Analisis sedimen dilakukan untuk mengetahui volume endapan yang terdapat pada saluran drainase.

$$V = A \times L$$

Rumus $V = A \times L$ digunakan untuk menghitung Volume Sedimen (endapan) yang mengendap di dalam saluran. Keterangan Variabel:

- V : Volume sedimen atau endapan dalam saluran (m^3)
- A : Luas penampang endapan/sedimen (m^2) (Luas ini didapat dari perkalian antara lebar saluran (B) dengan tebal/tinggi endapan (d_s))
- L : Panjang saluran yang ditinjau (m).

HASIL DAN PEMBAHASAN

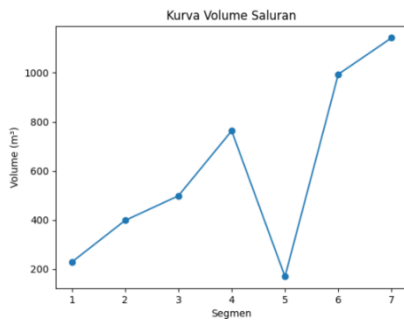
Kondisi Eksisting Saluran Drainase Kelurahan Petisah Hulu

Data kondisi saluran drainase diperoleh melalui survey lapangan secara langsung. Pengukuran dilakukan pada beberapa segmen saluran untuk mengetahui dimensi saluran serta kondisi sedimen yang terdapat pada saluran.

Tabel 1. Data Kondisi Saluran Drainase

Segmen	Lebar Alas	Panjang	Tinggi	Tinggi Air	Volume Drainase
1	0.77	470	0.63	0.15	228.05 m^2
2	0.92	470	0.92	0.10	397.81 m^2
3	1.00	470	1.06	0.43	498.20 m^2
4	1.56	470	1.04	0.41	763.01 m^2
5	0.50	470	0.72	0.20	169.20 m^2
6	2.40	470	0.88	0.00	993.60 m^2
7	3.00	470	0.81	0.00	1142.10 m^2

Berdasarkan Tabel 1 menyajikan data hasil pengukuran lapangan yang menjadi dasar perhitungan volume sedimen terakumulasi. Pengamatan dilakukan pada 10 titik pemantauan di sepanjang saluran drainase, dengan rincian lokasi dan visualisasi titik tersebut sebagaimana ditampilkan pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 3. Titik Pemantauan Pada Saluran Drainase

Volume sedimen dihitung dengan cara mengalikan luas penampang sedimen dalam meter persegi dengan panjang segmen saluran dalam meter. Hasil analisis menunjukkan perbedaan volume yang cukup besar, Kondisi ini menunjukkan adanya penumpukan bahan padat yang bisa mengurangi kemampuan saluran untuk menampung air di bagian tersebut.

Analisis Proyeksi Penduduk dan Perubahan Tata Guna Lahan

Berikut disajikan data statistik kependudukan Kecamatan Percut Sei Tuan dari tahun 2013 hingga 2024 yang menjadi acuan utama dalam melakukan analisis proyeksi penduduk dan tinjauan perubahan tata guna lahan di wilayah tersebut.

Tabel 2. Data Penduduk Kelurahan Petisah Hulu.

Data Penduduk Kecamatan Percut Sei Tuan			
Tahun	Laki-laki	perempuan	jumlah
2013	203.794	201.640	405.434
2014	214.405	212.024	426.429
2016	223.927	221.296	445.223
2017	228.443	225.759	454.202
2018	232.830	230.106	462.936
2019	237.154	234.325	471.479
2020	202.866	199.602	402.468
2021	203.830	201.504	405.334
2022	205.075	203.695	407.770
2023	221.381	221.639	423.020
2024	214.331	215.833	430.214

Berdasarkan Tabel 2 menyajikan data penduduk, penentuan proyeksi penduduk memerlukan nilai persentase laju pertumbuhan penduduk (r). Dalam analisis ini, kami menerapkan metode geometrik dan aritmatik sebagai instrumen pembanding untuk mendapatkan hasil proyeksi yang lebih akurat.

Analisis Curah Hujan Rencana

Analisis curah hujan rencana dilakukan dengan merujuk pada data historis curah hujan Kota Medan sebagaimana tercantum dalam Tabel 3. Rekapitulasi data tahunan dari BPS Sumatera Utara ini merupakan parameter krusial untuk mengevaluasi pola hidrologi wilayah dan menentukan debit banjir rencana di lokasi studi.

Tabel 3. Data Curah Hujan Kota Medan BPS Sumut.

Bulan	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Januari	20	353	189	312	258	208
Februari	33	154	323	124	40	205
Maret	129	144	166	347	74	131
April	140	254	108	175	303	172
Mei	326	250	365	289	235	425
Juni	62	86	126	161	218	374
Juli	161	161	168	207	610	200
Agustus	206	199	284	262	138	131
September	266	234	590	540	369	388
Oktober	322	345	330	255	397	456
November	184	499	0*	179	279	292
Desember	299	124	181	338	260	319
Tahunan	2,148	2,803	2,83	3,19	3,181	3,301

Berdasarkan Tabel 3 menyajikan fluktuasi data curah hujan bulanan di Kota Medan selama periode sepuluh tahun (2014–2023), yang menunjukkan variabilitas hidrologi yang cukup signifikan dengan curah hujan tahunan terendah sebesar 2.148 mm pada tahun 2014 dan tertinggi mencapai 3.729 mm pada tahun 2020. Secara umum, pola curah hujan di wilayah ini cenderung meningkat pada kuartal terakhir setiap tahunnya, terutama pada bulan September hingga Desember, sementara curah hujan minimum sering kali tercatat pada awal tahun seperti pada Januari dan Februari 2014.

Berdasarkan data curah hujan yang telah dikumpulkan, dilakukan pengolahan statistik sebagaimana terlihat pada Tabel 4 untuk melihat variabilitas hujan ekstrem tahunan. Dengan nilai rata-rata curah hujan maksimum sebesar 527,9 mm dan total nilai Xi mencapai 27,1607, hasil perhitungan ini menjadi parameter kunci dalam memproyeksikan risiko banjir dan perancangan dimensi saluran drainase secara teknis.

Tabel 4. Statistik Data Curah Hujan Maksimum Tahunan.

No (m)	Tahun	Hujan Maks (Xi) (mm)	LogXi	(LogXi-LogXi)2	(LogXi-LogXi)3
1	2020	615	2.7889	0.0050	0.00035
2	2018	610	2.7853	0.0045	0.00030
3	2023	598	2.7767	0.0034	0.00020
4	2016	590	2.7709	0.0028	0.00014
5	2017	540	2.7324	0.0002	0.00000
6	2022	526	2.7210	0.0000	0.00000
7	2021	519	2.7152	0.0000	0.00000
8	2015	499	2.6981	0.0004	-0.00001
9	2019	456	2.6590	0.0035	-0.00021
10	2014	326	2.5132	0.0421	-0.00863
Jumlah		5279	27.1607	0.0619	-0.00786
Rata-rata		527.9	2.7161		

Parameter Statistik (Output Perhitungan) Analisis Curah Hujan Rencana (Gumbel)

$\bar{X}=3130.6$ mm

$S=467.6$ mm

$XT=\bar{X}+K \cdot S$

Tabel 6. Curah Hujan Rencana

Periode	K	Curah Hujan (mm)
5 Th	0.78	3495
10 Th	1.30	3738
25 Th	1.98	4056



Intensitas Hujan (Mononobe)

$$I = R \cdot 24 \times (24t)^{2/3} = R/24 \times (24/t)^{2/3} \quad I = 24R \times (t/24)^{2/3}$$

Tabel 7. Intensitas Hujan

Periode	Curah Hujan (mm/jam)
5 Th	141
10 Th	151
25 Th	164

Analisis Daerah Aliran (DAS)

Analisis DAS dilakukan dengan dua pendekatan:

DAS Berdasarkan Pengukuran Lapangan

- Luas = 142.228 m²
- A=0.142 km²

DAS Berdasarkan Pendekatan Teoritis

- Panjang saluran ≈ 3 km
- Lebar tangkapan kiri-kanan ≈ 200 m

$$A = 3000 \times 200 = 600,000 \text{ m}^2$$

$$A = 0.60 \text{ km}^2$$

Tabel 8. Perbandingan DAS

metode	luas (km ²)
Pengukuran	0.142
Teoritis	0.60

Debit Limpasan (Metode Rasional)

Perhitungan DAS Pengukuran (Q25)

$$Q = 0.278 \times 0.7 \times 164 \times 0.142$$

$$Q = 4.53 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

Perhitungan DAS Teoritis (Q25)

$$Q = 0.278 \times 0.7 \times 164 \times 0.60$$

$$Q = 19.15 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

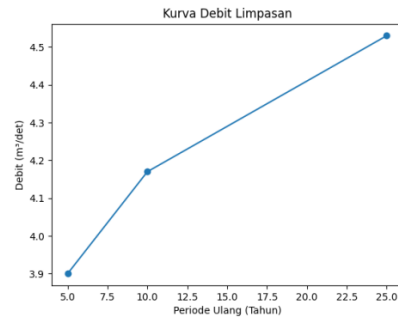
Tabel 9. Debit Limpasan

Metode	Q5	Q10	Q25
Pengukuran	3.90	4.17	4.53
Teoritis	16.45	17.64	19.15

Evaluasi System Drainase

Tabel 11. Evaluasi

Parameter	Nilai
Q25 (pengukuran)	4.53
Q25 (teoritis)	19.15
Kapasitas max	5.75
Kapasitas min	0.20



Gambar 4. Kurva Intensity-Duration-Frequency (IDF)

Kurva Intensity-Duration-Frequency (IDF) menjelaskan bahwa semakin pendek durasi hujan, semakin tinggi intensitas hujannya dibandingkan hujan yang berlangsung lebih lama. Hubungan ini negatif dan tidak linier, di mana intensitasnya menurun cepat di awal durasi, lalu mulai menurun perlahan seiring berjalannya waktu. Selain itu, semakin lama periode ulangnya, semakin tinggi intensitas hujan dalam durasi yang sama, yang menunjukkan bahwa hujan ekstrem yang jarang terjadi memiliki tingkat intensitas yang lebih besar, sesuai dengan prinsip analisis frekuensi dengan metode Log Pearson Tipe III.

Analisis Debit Banjir Rencana (Runoff)

Metode rasional digunakan untuk menghitung debit limpasan maksimum berdasarkan curah hujan rencana. Metode ini banyak digunakan pada analisis drainase perkotaan karena sederhana dan cukup akurat untuk daerah tangkapan kecil. Perhitungan menggunakan rumus metode rasional, sebagai berikut.

$$Q = 0.278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Q = debit limpasan (m³/detik)

C = koefisien limpasan

I = intensitas hujan (mm/jam)

A = luas DAS (km²)

Tabel 12. Parameter Yang Digunakan

Parameter	Nilai	Keterangan
C	0,70	Kawasan permukiman
A	0,142 km ²	Hasil pengukuran
I5	141 mm/jam	Periode 5 tahun
I10	151 mm/jam	Periode 10 tahun
I25	164 mm/jam	Periode 25 tahun

Perhitungan Detail :

1. Periode 5 Tahun

$$Q_5 = 0.278 \times 0.7 \times 141 \times 0.142$$

$$Q_5 = 3.90 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

2. Periode 10 Tahun

$$Q_{10} = 0.278 \times 0.7 \times 151 \times 0.142$$

$$Q_{10} = 4.17 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

3. Periode 25 Tahun

$$Q_{25} = 0.278 \times 0.7 \times 164 \times 0.142$$

$$Q_{25} = 4.35 \text{ m}^3 / \text{detik}$$



Tabel 13. Runoff (Debit Limpasan)

n o	Periode Ulang (Tahun)	Intensi-tas(mm/jam)	Koefi-sien (C)	Luas DAS (km ²)	Debit (m ³ /detik)
1	5	141	0.70	0.142	3.90
2	10	151	0.70	0.142	4.17
3	15	164	0.70	0.142	4.53

Berdasarkan analisis Metode Rasional, debit limpasan meningkat seiring bertambahnya periode ulang hujan akibat kenaikan intensitas hujan rencana. Debit maksimum terjadi pada periode ulang 25 tahun (Q₂₅) sebesar 4,53 m³/detik, dipengaruhi oleh intensitas hujan tinggi, koefisien limpasan permukaan (C = 0,7), dan luas daerah aliran. Nilai ini jauh melebihi kapasitas minimum saluran eksisting sebesar 0,20 m³/detik ($Q_{runoff} > Q_{kapasitas}$), sehingga sistem drainase tidak mampu menampung aliran pada kondisi tersebut dan berpotensi menimbulkan overflow serta genangan. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi kapasitas dan peningkatan dimensi atau perbaikan sistem drainase agar kinerjanya lebih efektif dan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa debit limpasan rencana pada periode ulang 25 tahun mencapai sekitar 4,53 m³/detik, melebihi kapasitas sebagian besar saluran drainase sehingga berpotensi menimbulkan genangan. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan pemantauan data yang lebih luas dan teratur, misalnya pengukuran periodik curah hujan, tinggi muka air pada saluran, dan volume sedimen di berbagai titik dalam jangka waktu lebih panjang. Kajian lanjutan juga dapat mencakup area serupa atau wilayah dengan perubahan tata guna lahan berbeda guna memperkaya variasi data. Pendekatan ini akan memperkuat keandalan temuan dan membantu merumuskan rekomendasi pengelolaan drainase yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

Afriyani, S., Haris, H., & Iswahyudi, I. (2023). Analisis Kapasitas Penampang Drainase Jalan Perkotaan Akibat Peluapan Debit Banjir Maksimum (Studi Kasus Pada Jalan Jhoni Anwar Kota Padang): Analysis Of Urban Road Drainage Capacity Due To Maximum Flood Discharge Overflowing (Case Study on Jhoni Anwar Street, Padang City). *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 11(3), 199–209. <https://doi.org/10.33084/mits.v11i3.5646>

Agustina, F., Junaedi, N. I., & Wijaya, I. (2022). ANALISA DEBIT RANCANGAN DAN KAPASITAS TAMPANG DRAINASE SERTA MENGEVALUASI SISTEM SALURAN DRAINASE DI JALAN KH WAHID HASYIM SEMPAJA KOTA SAMARINDA. *Rang Teknik Journal*, 5(1), 94–103. <https://doi.org/10.31869/rtj.v5i1.2815>

Aqsha, S., & Harahap, D. S. (2022). EVALUASI SISTEM DRAINASE DI KAWASAN PEMUKIMAN PENDUDUK DI JALAN AIR BERSIH, KELURAHAN SUDIREJO I, KECAMATAN MEDAN KOTA. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 73–77. <https://doi.org/10.30743/jtsip.v1i1.5780>

Arisma, V. Y. (2022). EVALUASI DAN PERENCANAAN SISTEM DRAINASE PERKOTAAN STUDI KASUS JALAN KAPTEN MULYADI KABUPATEN KARANGANYAR. 27(1).

Rahmadani, S., Harahap, R., Wibowo, H., Fadillia, M., & Barlian, E. (2024). EVALUASI KINERJA DRAINASE JALAN SOEKARNO-HATTA KOTA BINJAI.

Saragi, T. E., Zai, E. O., & Siregar, H. F. (2023). STUDI EVALUASI KINERJA SALURAN DRAINASE PADA JALAN PERUMNAS SIMALINGKAR KOTA MEDAN DALAM MENGATASI DEBIT PUNCAK AIR. 2(2).

Saragi, Y. R., Pasaribu, H., & Simarmata, F. (2025). ANALISA PENAMPANG DRAINASE PADA JALAN DI TIGARUNGGU KABUPATEN SIMALUNGUN. 4(2).

Sari, S. N. I. (2024). URBAN DRAINAGE PLANNING FOR SWAMP AREAS USING A SUSTAINABLE DRAINAGE APPROACH IN MERAUKE. . . Vol., 6(1).

Sibagariang, Y., & Saputra, P. A. E. (2021). ANALISIS DRAINASE DI DAERAH RAWAN BANJIR DAN DAMPAKNYA DI KECAMATAN MEDAN BARU KOTA MEDAN.

Zebua, D., Prayoga, P., & Foera Era Waruwu, P. C. (2023). EVALUASI DAN DESAIN PENGEMBANGAN INFRASTRUKTUR PENGALIRAN DRAINASE DI WILAYAH NGAGEL TIRTO KOTA SURABAYA. *Jurnal Penelitian Jalan dan Jembatan*, 3(1). <https://doi.org/10.59900/ptrkjj.v3i1.134>