

ANALISIS SALURAN DRAINASE PADA RUAS JALAN BUKIT SIGUNTANG - JALAN TUAMANG KOTA MEDAN

*(Analysis of Drainage Channels on Bukit Siguntang - Tuamang Road Section,
Medan City)*

Ranito Hutagalung¹, Nicolas Hutauruk², Yuni Yolanda^{3*}

^{1,2,3}Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan, Program Studi Manajemen Konstruksi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Jalan Williem Iskandar, Pasar V, Kota Medan, Sumatera Utara 20371

*Email: raitohutagalung538@gmail.com

Article Info	Abstract
<p>Article History Received: 02-20-2026 Revised: 03-27-2026 Published: 06-30-2026</p> <p>Keywords: urban drainage, runoff discharge, sedimentation, hydrology, channel capacity.</p>	<p>Urban drainage systems play an important role in controlling rainwater runoff to prevent waterlogging and flooding, especially on roads with high activity levels. This study was conducted on the road section from Bukit Siguntang Street to Tuamang Street in Medan City, which has a high potential for inundation due to inadequate channel capacity, non-uniform dimensions, and sedimentation. The objective of this study is to analyze the existing drainage conditions, calculate runoff discharge, and evaluate the capacity of the drainage channels. The research method includes field surveys to obtain channel dimensions and existing conditions, as well as the collection of rainfall data as secondary data. Hydrological analysis was carried out using the rational method to calculate runoff discharge, while hydraulic analysis was used to evaluate channel capacity. The results show that a rainfall intensity of 1193 mm/hour produces a runoff discharge of 9.05 m³/s. In addition, variations in channel dimensions and high sediment volume of up to 105.69 m³ reduce the effective capacity of the channels. Overall, the drainage system has not functioned optimally; therefore, improvements such as channel normalization, resizing, and routine maintenance are required.</p>
<p>Informasi Artikel</p> <p>Sejarah Artikel Diterima: 20-02-2026 Direvisi: 27-03-2026 Dipublikasi: 30-06-2026</p> <p>Kata kunci: Drainase perkotaan, Debit Limpasan, Sedimentasi, Hidrologi, Kapasitas saluran.</p>	<p>Abstrak</p> <p>Sistem drainase perkotaan memiliki peran penting dalam mengendalikan limpasan air hujan guna mencegah terjadinya genangan dan banjir, khususnya pada ruas jalan dengan aktivitas tinggi. Penelitian ini dilakukan pada ruas Jalan Bukit Siguntang sampai Jalan Tuamang di Kota Medan yang memiliki potensi genangan akibat kapasitas saluran yang tidak memadai, dimensi yang tidak seragam, serta adanya sedimentasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kondisi drainase eksisting, menghitung debit limpasan air hujan, serta mengevaluasi kapasitas saluran drainase. Metode penelitian meliputi survei lapangan untuk memperoleh data dimensi saluran dan kondisi eksisting, serta pengumpulan data curah hujan sebagai data sekunder. Analisis hidrologi dilakukan menggunakan metode rasional untuk menghitung debit limpasan, sedangkan analisis hidrolika digunakan untuk mengevaluasi kapasitas saluran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas hujan sebesar 1193 mm/jam menghasilkan debit limpasan sebesar 9,05 m³/detik. Selain itu, variasi dimensi saluran dan tingginya volume sedimentasi hingga 105,69 m³ menyebabkan penurunan kapasitas efektif saluran. Secara keseluruhan, sistem drainase belum berfungsi secara optimal sehingga diperlukan upaya perbaikan berupa normalisasi saluran, penyesuaian dimensi, dan pemeliharaan rutin.</p>
<p>Sitasi:</p>	

PENDAHULUAN

Sistem drainase perkotaan merupakan salah satu infrastruktur penting yang berfungsi untuk mengalirkan air hujan agar tidak terjadi genangan maupun banjir pada suatu wilayah. Keberadaan sistem drainase yang baik sangat berpengaruh terhadap kelancaran aktivitas masyarakat, khususnya pada jaringan transportasi perkotaan. Drainase jalan memiliki peranan penting dalam menjaga kondisi perkerasan jalan serta menjamin keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan. Apabila sistem drainase tidak berfungsi dengan baik, maka air hujan yang tidak teralirkan dengan baik dapat menyebabkan genangan pada permukaan jalan yang berpotensi menimbulkan kerusakan pada struktur perkerasan jalan serta mengganggu kelancaran lalu lintas (Manabung dkk., 2023).

Permasalahan drainase perkotaan merupakan salah satu isu yang sering terjadi di berbagai kota besar di Indonesia. Genangan air pada ruas jalan umumnya disebabkan oleh beberapa faktor seperti kapasitas saluran drainase yang tidak memadai, sedimentasi pada saluran, penyempitan dimensi saluran, serta adanya sampah yang menghambat aliran air (Latupono dkk., 2024). Selain itu, perkembangan wilayah perkotaan yang pesat juga turut mempengaruhi kinerja sistem drainase yang ada. Perubahan tata guna lahan dari lahan terbuka menjadi kawasan terbangun menyebabkan berkurangnya daerah resapan air sehingga meningkatkan limpasan permukaan saat terjadi hujan dengan intensitas tinggi (Barus dkk., 2024).

Limpasan air hujan yang meningkat tanpa diimbangi dengan peningkatan kapasitas saluran drainase dapat menyebabkan sistem drainase tidak mampu menampung debit air yang terjadi. Kondisi ini sering menimbulkan genangan air bahkan banjir pada beberapa ruas jalan perkotaan. Genangan air pada jalan tidak hanya mengganggu mobilitas masyarakat, tetapi juga dapat mempercepat kerusakan perkerasan jalan karena air yang meresap ke dalam struktur perkerasan dapat melemahkan daya dukung lapisan jalan (Khairi dan Prihutomo, 2024). Oleh karena itu, evaluasi terhadap sistem drainase jalan perlu dilakukan untuk mengetahui apakah kapasitas saluran yang ada masih mampu menampung debit limpasan air hujan.

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas mengenai analisis dan evaluasi sistem drainase di berbagai wilayah perkotaan. Penelitian yang dilakukan oleh Manabung dkk. menunjukkan bahwa salah satu penyebab utama terjadinya genangan air pada ruas jalan adalah dimensi saluran drainase yang tidak sesuai dengan debit limpasan yang terjadi. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa sedimentasi serta kurangnya pemeliharaan saluran drainase dapat mengurangi kapasitas saluran sehingga aliran air tidak dapat mengalir secara optimal (Latupono dkk., 2024). Selain itu, analisis hidrologi sangat penting dilakukan untuk menentukan besarnya debit limpasan yang harus dialirkan oleh saluran drainase sehingga dimensi saluran dapat direncanakan secara tepat (Barus dkk., 2024).

Meskipun berbagai penelitian mengenai sistem drainase telah banyak dilakukan, sebagian besar penelitian tersebut hanya berfokus pada analisis kapasitas saluran drainase pada wilayah tertentu tanpa melakukan kajian secara spesifik pada ruas jalan tertentu yang memiliki karakteristik permasalahan drainase yang berbeda. Selain itu, kajian mengenai sistem drainase pada beberapa ruas jalan di Kota Medan masih relatif terbatas. Hal ini menunjukkan adanya research gap, yaitu kurangnya penelitian yang secara khusus mengkaji kondisi sistem drainase pada ruas Jalan Bukit Siguntang sampai Jalan Tuamang Kota Medan berdasarkan analisis hidrologi dan kapasitas saluran drainase yang ada.

Berdasarkan research gap tersebut, penelitian ini memiliki keterbaruan berupa analisis sistem drainase pada ruas Jalan Bukit Siguntang sampai Jalan Tuamang Kota Medan dengan pendekatan analisis hidrologi dan evaluasi kapasitas saluran drainase eksisting. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kondisi sistem drainase eksisting, menghitung debit limpasan air hujan yang terjadi, serta mengevaluasi kapasitas saluran drainase yang ada pada ruas jalan tersebut.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Jalan Bukit Siguntang sampai Jalan Tuamang Kota Medan, Sumatera Utara. Kawasan ini merupakan daerah perkotaan dengan aktivitas lalu lintas dan pemukiman yang cukup padat sehingga membutuhkan sistem drainase yang baik untuk menyalurkan air hujan dan limbah domestik. Secara umum kondisi wilayah penelitian didominasi oleh kawasan pemukiman dan perdagangan, memiliki saluran drainase di sisi jalan yang berfungsi menyalurkan air hujan dan limpasan permukaan, serta pada beberapa titik ditemukan sedimentasi, sampah, dan kapasitas saluran yang tidak memadai.

Tabel 1. Data Lokasi Penelitian

Segmen	Lintang	Bujur	Deskripsi Lokasi
Segmen 1	3.613702°	98.684521°	Jl.GN.Sinabung
Segmen 2	3.613822°	98.680337°	Jl.Bukit Barisan I
Segmen 3	3.613087°	98.684299°	Gang Bali No.1 Glugur Darat II
Segmen 4	3.613365°	98.685613°	Jl.Mesjid Taufik No.38
Segmen 5	3.613274°	98.688888°	Jl.Masjid Taufik No.91
Segmen 6	3.613273°	98.689377°	Jl. Masjid Taufik Tegal Rejo

Segmen 7	3.6131870°	98.6949610°	Jl. Tuamang No.1B
Segmen 8	3.613311°	98.696649°	Jl. Tuamang No. 8
Segmen 9	3.613148°	98.69887°	Gang Mesjid Jl. Tuamang
Segmen 10	3.612697°	98.703627°	Jl. Tuamang No.14

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk digunakan untuk memperkirakan jumlah penduduk di masa mendatang. Metode yang sering digunakan adalah metode geometrik dengan persamaan:

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

Keterangan: P_n = jumlah penduduk pada tahun ke- n ; P_0 = jumlah penduduk awal; r = rata-rata pertambahan penduduk per tahun; n = jumlah tahun proyeksi.

2. Produksi Limbah Cair Domestik

Produksi limbah cair domestik dihitung berdasarkan jumlah penduduk dan kebutuhan air bersih dengan rumus:

$$Q = P \times q$$

Keterangan: Q = debit limbah domestik; P = jumlah penduduk; q = kebutuhan air per hari.

3. Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan dilakukan menggunakan data curah hujan tahunan dari stasiun hujan terdekat selama 10 tahun. Data tersebut dianalisis untuk mendapatkan curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu (misalnya 5 tahun atau 10 tahun) menggunakan metode rasional:

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

Keterangan: Q = debit limpasan ($m^3/detik$); C = koefisien limpasan (0,3–0,9); I = intensitas hujan (mm/jam); A = luas daerah tangkapan hujan (hektar).

4. Perhitungan Intensitas Hujan

Untuk menghitung intensitas hujan digunakan persamaan Mononobe:

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

Keterangan: I = intensitas hujan (mm/jam); R = curah hujan (mm); t = waktu hujan (jam).

5. Volume Sedimen

Volume sedimen dihitung dengan rumus:

$$V = A \times L$$

Keterangan: V = volume sedimen (m^3); A = luas penampang sedimen (m^2); L = panjang saluran yang mengalami sedimentasi (m).

6. Luas Penampang Sedimen

Luas penampang sedimen dapat dihitung dengan:

$$A = b \times h$$

Keterangan: A = luas penampang sedimen (m²); b = lebar sedimen (m); h = tinggi atau ketebalan sedimen (m). Pengukuran dilakukan langsung di lapangan pada beberapa titik saluran drainase untuk mengetahui ketebalan sedimen yang mengendap.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil survei lapangan pada ruas Jalan Bukit Siguntang - Jalan Tuamang Kota Medan diperoleh kondisi saluran yang berbeda pada setiap segmen. Berikut disajikan hasil analisis secara lengkap.

Proyeksi Jumlah Penduduk

Tabel 1.2 Perhitungan Proyeksi Jumlah Penduduk

Tahun	Jumlah Penduduk
2015	111.420
2016	111.443
2017	112.339
2018	112.482
2019	113.045
2020	117.958
2021	117.314
2022	117.700
2023	117.035
2024	117.002

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk dilakukan menggunakan metode geometrik. Berdasarkan jumlah penduduk tahun 2015-2024, diperoleh laju pertumbuhan sebesar 0,54% per tahun, dengan rincian perhitungan sebagai berikut:

Tahun awal (2015): $P_0 = 111.420$ jiwa; Tahun akhir (2024): $P_t = 117.002$ jiwa

$$r = (P_t/P_0)^{(1/n)} - 1 = (117.002/111.420)^{(1/9)} - 1 = 0,0054 (0,54\%)$$

Proyeksi 10 tahun ke depan:

$$P_{10} = 117.002 \times (1 + 0,0054)^{10} = 117.002 \times 1,055 = 123.437 \text{ jiwa}$$

Hasil proyeksi menunjukkan bahwa jumlah penduduk pada 10 tahun mendatang diperkirakan mencapai 123.437 jiwa. Peningkatan ini berpotensi memengaruhi debit air limbah yang masuk ke saluran drainase.

Analisis Curah Hujan

Tabel 1.3 Data Curah Hujan

Tahun	Curah Hujan (mm/jam)
-------	----------------------

2019	3.301
2020	3.792
2021	3.205
2022	3.495
2023	3.424
Rata-rata	3.443

Rata-rata curah hujan dihitung sebagai berikut:

$$R = (3.301 + 3.792 + 3.205 + 3.495 + 3.424) / 5 = 3.443 \text{ mm/jam}$$

Selanjutnya, intensitas hujan dihitung menggunakan metode Mononobe dengan $t = 1$ jam:

$$I = (3.443/24) \times (24/1)^{(2/3)} = 1.193 \text{ mm/jam}$$

Secara teori, intensitas hujan berbanding terbalik dengan durasi hujan. Semakin singkat durasi hujan, semakin besar intensitasnya. Nilai ini menunjukkan bahwa wilayah studi memiliki potensi hujan dengan intensitas tinggi yang dapat meningkatkan debit limpasan secara signifikan.

Perhitungan Debit Limpasan

Debit limpasan dihitung dengan metode rasional menggunakan parameter:

$$C = 0,7; I = 1.193 \text{ mm/jam}; A = 0,039 \text{ km}^2 = 39.000 \text{ m}^2$$

$$Q = 0,7 \times 1,193 \times 39.000 = 32.569 \text{ m}^3/\text{jam} = 9,05 \text{ m}^3/\text{det}$$

Secara teoritis, metode rasional digunakan untuk daerah tangkapan kecil dengan mengasumsikan bahwa hujan merata serta seluruh limpasan langsung menuju saluran.

Data Dimensi Saluran Per Segmen

Tabel 1.4 Data Dimensi Per Segmen

Segmen	Lebar (m)	Tinggi (m)	Luas Penampang (m ²)
1	0,20	0,27	0,054
2	0,44	0,41	0,180
3	1,28	0,90	1,152
4	1,23	0,66	0,812
5	1,10	0,80	0,880
6	1,20	1,00	1,200
7	1,11	1,42	1,576
8	0,84	1,02	0,857
9	0,35	1,07	0,357
10	0,82	0,43	0,353

Berdasarkan Tabel 1.4, hasil pengukuran lapangan pada 10 segmen saluran diperoleh variasi dimensi saluran berkisar antara 0,20 m hingga 1,28 m, sedangkan tinggi drainase berkisar antara 0,27 m hingga 1,42 m. Luas penampang terbesar terdapat pada Segmen 7 sebesar 1,576 m². Perbedaan ini menunjukkan bahwa kapasitas saluran tidak merata di sepanjang saluran.

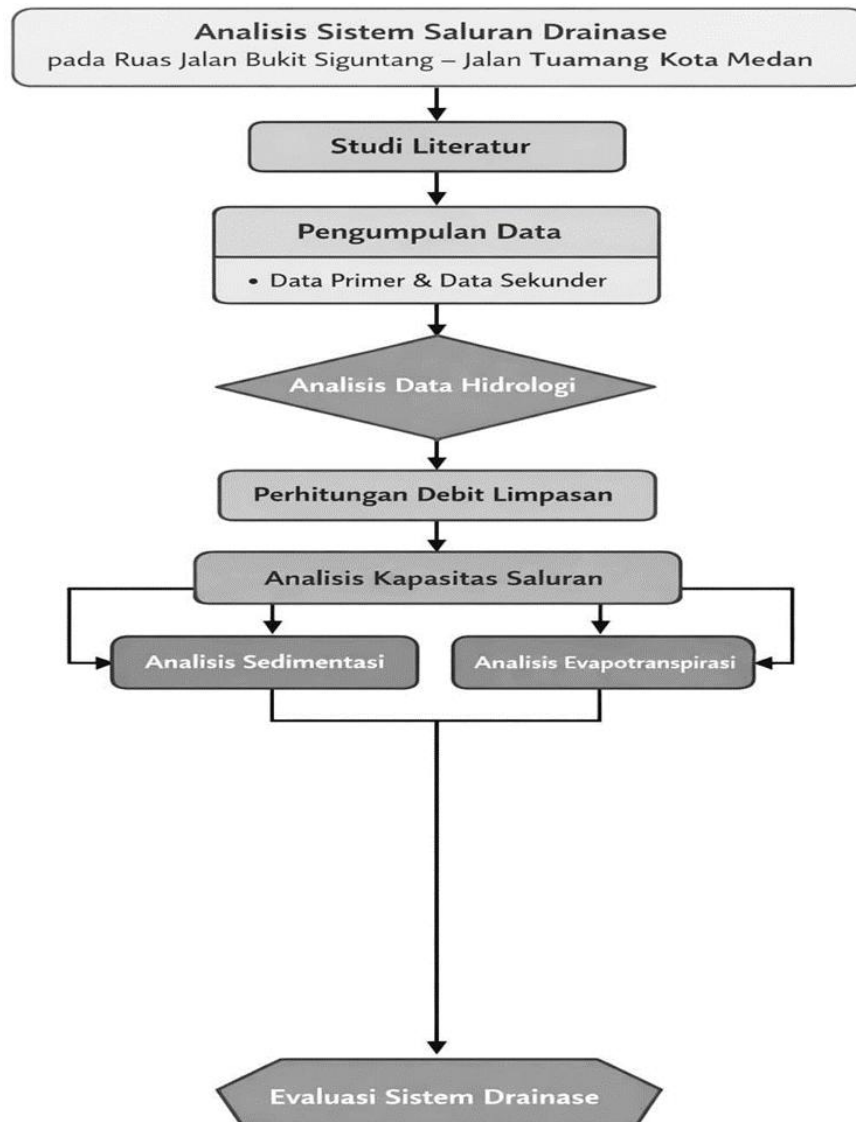
Hasil Perhitungan Volume Sedimen

Tabel 1.5 Hasil Perhitungan Volume Sedimen

Segmen	Lebar (m)	Tinggi air (m)	Luas A (m ²)	Panjang (m)	Volume (m ³)
1	0,20	0,12	0,024	390	9,36
2	0,44	0,16	0,070	390	27,46
3	1,28	0,10	0,128	390	49,92
4	1,23	0,10	0,123	390	47,97
5	1,10	0,16	0,176	390	68,64
6	1,20	0,13	0,156	390	60,84
7	1,11	0,13	0,144	390	56,16
8	0,84	0,23	0,235	390	91,65
9	0,35	0,57	0,200	390	78,00
10	0,82	0,33	0,271	390	105,69

Berdasarkan hasil perhitungan volume sedimen pada 10 segmen saluran, diperoleh variasi volume yang cukup signifikan. Volume terbesar terdapat pada Segmen 10 sebesar 105,69 m³ sedangkan volume terkecil terdapat pada Segmen 1 sebesar 9,36 m³. Hal ini menunjukkan bahwa distribusi sedimen tidak merata, yang dipengaruhi oleh perbedaan dimensi saluran serta kondisi aliran di setiap segmen.

Jika ditinjau secara keseluruhan, terdapat hubungan yang erat antara dimensi saluran, debit limpasan, dan sedimentasi. Dimensi saluran yang tidak seragam menyebabkan distribusi kapasitas yang tidak merata, sementara debit limpasan yang tinggi akibat intensitas hujan memperbesar beban aliran yang harus ditampung. Di sisi lain, keberadaan sedimen semakin memperkecil kapasitas saluran yang tersedia. Kombinasi dari ketiga faktor ini menyebabkan sistem drainase pada lokasi penelitian belum mampu bekerja secara optimal dalam mengalirkan air. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kondisi saluran drainase pada ruas jalan yang ditinjau berpotensi mengalami permasalahan genangan, terutama pada segmen dengan dimensi kecil dan tingkat sedimentasi yang tinggi.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Tahap awal yaitu studi literatur, Pada tahap ini dilakukan pengumpulan berbagai referensi seperti buku, jurnal ilmiah, serta penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan hidrologi, sistem drainase, curah hujan, limpasan air, dan sedimentasi. Studi literatur ini bertujuan untuk memperoleh dasar teori yang digunakan dalam penelitian. Tahap kedua Pengumpulan Data (Primer dan Sekunder) Pengumpulan data dilakukan dengan dua cara. Data primer diperoleh langsung dari hasil survei lapangan, seperti kondisi saluran drainase, dimensi saluran, kedalaman sedimen, serta kondisi lingkungan sekitar. Sedangkan data sekunder diperoleh dari instansi terkait seperti data curah hujan, peta wilayah, serta data jumlah penduduk. Tahap Ketiga yaitu Analisis Proyeksi Curah Hujan Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap data curah hujan yang telah diperoleh untuk menentukan curah hujan rencana. Analisis ini digunakan untuk mengetahui besarnya curah hujan yang berpotensi terjadi pada periode tertentu di wilayah penelitian. Tahap keempat yaitu Analisis Runoff Analisis runoff dilakukan untuk menghitung besarnya limpasan air hujan yang mengalir di permukaan tanah menuju saluran drainase. Besarnya limpasan ini dipengaruhi oleh intensitas hujan, luas daerah tangkapan air, dan kondisi permukaan tanah. Tahap kelima yaitu Analisis Evapotranspirasi Tahap ini bertujuan untuk

menghitung jumlah air yang hilang dari permukaan tanah melalui proses penguapan (evaporasi) dan pelepasan uap air oleh tanaman (transpirasi). Tahap keenam yaitu Analisis Proyeksi Penduduk dan Limbah Domestik Pada tahap ini dilakukan perhitungan perkiraan pertumbuhan jumlah penduduk di wilayah penelitian. Tahap Ketujuh yaitu Analisis Volume Sedimen Analisis ini dilakukan untuk mengetahui jumlah sedimen atau lumpur yang mengendap di dalam saluran drainase. Analisis Kapasitas Drainase Tahap ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan saluran drainase dalam menampung debit air yang masuk.

KESIMPULAN

Dimensi saluran pada 10 segmen menunjukkan variasi yang cukup signifikan, dengan lebar antara 0,20 m hingga 1,28 m dan tinggi antara 0,27 m hingga 1,42 m. Perbedaan ini menyebabkan kapasitas saluran tidak merata di sepanjang ruas jalan. Hasil analisis curah hujan menunjukkan nilai rata-rata sebesar 3.443 mm/jam, yang menghasilkan intensitas hujan sebesar 1.193 mm/jam menggunakan metode Mononobe. Debit limpasan yang dihitung menggunakan metode rasional diperoleh sebesar 9,05 m³/det, menunjukkan bahwa beban aliran yang harus ditampung oleh saluran cukup besar. Volume sedimen pada saluran bervariasi di setiap segmen, dengan volume terbesar sebesar 105,69 m³ dan terkecil sebesar 9,36 m³. Secara keseluruhan, sistem drainase pada lokasi penelitian belum berfungsi secara optimal karena adanya kombinasi antara dimensi saluran yang tidak seragam, debit limpasan yang tinggi, serta sedimentasi yang cukup besar.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, perlu dilakukan normalisasi saluran secara berkala, seperti pengerukan sedimen, untuk menjaga kapasitas aliran tetap optimal. Segmen saluran dengan dimensi kecil sebaiknya dilakukan perbaikan atau pelebaran agar mampu menampung debit limpasan yang terjadi. Diperlukan pula perencanaan ulang dimensi saluran berdasarkan debit rencana agar sistem drainase dapat bekerja secara maksimal. Selain itu, perlu adanya pemeliharaan rutin dan pengawasan terhadap kondisi saluran untuk mencegah penyumbatan akibat sampah dan sedimentasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan jurnal ini dengan baik. Penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, serta kontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini. Secara khusus, penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing atas segala arahan, bimbingan, dan masukan yang konstruktif sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada instansi terkait yang telah memberikan izin serta dukungan dalam proses pengumpulan data di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akan, A. O., & Houghtalen, R. J. (2003). *Urban Hydrology, Hydraulics, and Stormwater Quality*. New Jersey: Prentice Hall.
- Arsyad, S. (2010). *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Press.

- Barus, F., Surtarto, T.E., & Widiawati, D.D. (2024). *Analisis Sistem Drainase Perkotaan*. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(1), 45-56.
- Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). *Applied Hydrology*. New York: McGraw-Hill.
- Khairi, A.R., & Prihutomo, N.B. (2024). *Hubungan Drainase dan Kerusakan Perkerasan Jalan Perkotaan*. *Jurnal Infrastruktur*, 8(2), 22-33.
- Kodoatie, R. J., & Sjarief, R. (2010). *Tata Ruang Air*. Yogyakarta: Andi.
- Latupono, M.R., Beatubun, R.J., & Istia, P.T. (2024). *Evaluasi Sistem Drainase Perkotaan Akibat Sedimentasi*. *Jurnal Lingkungan Teknik*, 5(1), 11-20.
- Linsley, R. K., Kohler, M. A., & Paulhus, J. L. H. (1982). *Hydrology for Engineers*. New York: McGraw-Hill.
- Manabung, A.A., Talakua, E., & Istia, P. (2023). *Dimensi Saluran Drainase dan Dampaknya terhadap Genangan*. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 1(2), 30-40.
- Sigit, S.A. (2025). *Evaluasi Kapasitas Drainase Berbasis Hidrologi dan Hidrolika*. *Jurnal Rekayasa Sumber Daya Air*, 3(1), 1-12.
- SNI 03-3424-1994. *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan*. Badan Standardisasi Nasional.
- Soemarto, C. D. (1999). *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Wesli. (2008). *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Zhang, Y., Wang, E., & Gong, Y. (2024). *Effective Urban Drainage Management for Flood Risk Reduction*. *Urban Water Journal*, 21(3), 88-99.