

## Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase dalam Menampung Limpasan Hujan dan Limbah Cair Domestik pada Ruas Jalan Tuamang–Jalan Rakyat di Kota Medan

Joy Eklesia Pasaribu<sup>1</sup>, Hansen Anugrah Malau<sup>2</sup>, Wisnu Prayogo<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Universitas Negeri Medan, Indonesia, [joyeklesia05@gmail.com](mailto:joyeklesia05@gmail.com)

<sup>2</sup>Universitas Negeri Medan, Indonesia, [hansenmalau04@gmail.com](mailto:hansenmalau04@gmail.com)

<sup>3</sup>Universitas Negeri Medan, Indonesia, [wisnuprayogo@unimed.ac.id](mailto:wisnuprayogo@unimed.ac.id)

\*Penulis korespondensi, email: [wisnuprayogo@unimed.ac.id](mailto:wisnuprayogo@unimed.ac.id)

**Abstrak**— Perkembangan kawasan perkotaan di Kota Medan meningkatkan luas permukaan kedap air serta beban sistem drainase akibat limpasan hujan dan limbah domestik. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kapasitas saluran drainase dalam menampung debit gabungan pada ruas Jalan Tuamang–Jalan Rakyat. Metode yang digunakan meliputi analisis hidrologi untuk menentukan hujan rencana, perhitungan debit limpasan menggunakan metode rasional, proyeksi penduduk untuk estimasi limbah domestik, serta analisis hidraulika berdasarkan kondisi eksisting saluran dan sedimentasi. Hasil menunjukkan debit limpasan sebesar 14 m<sup>3</sup>/detik dan debit limbah domestik sebesar 0,025 m<sup>3</sup>/detik, sehingga total debit mencapai 14,025 m<sup>3</sup>/detik. Kondisi saluran eksisting mengalami sedimentasi dengan volume 37,28 m<sup>3</sup> yang mengurangi kapasitas efektif. Evaluasi menunjukkan saluran masih layak untuk periode ulang 2 dan 5 tahun, cukup layak untuk 10 tahun, namun tidak layak untuk periode ulang 25 dan 100 tahun. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem drainase belum mampu mengakomodasi debit pada kondisi hujan ekstrem. Kesimpulannya, kapasitas saluran drainase eksisting tidak memadai untuk menampung debit total secara optimal, terutama pada hujan intensitas tinggi. Oleh karena itu, direkomendasikan peningkatan kapasitas saluran melalui pelebaran atau pendalaman, pengendalian sedimentasi secara rutin, serta penerapan sistem drainase terintegrasi seperti pemisahan saluran limbah domestik dan limpasan hujan serta pembangunan infrastruktur drainase berkelanjutan.

Kata kunci: Drainase, Limpasan, Limbah Domestik, Kapasitas Saluran, dan Hidrologi.

*This article is licensed under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.*

### 1. Pendahuluan

Perkembangan wilayah perkotaan yang pesat menyebabkan peningkatan tekanan terhadap infrastruktur, khususnya sistem drainase. Perubahan tata guna lahan yang ditandai dengan meningkatnya permukaan kedap air seperti jalan, bangunan, dan area parkir mengakibatkan berkurangnya kemampuan infiltrasi tanah dan meningkatnya limpasan permukaan. Dalam perencanaan drainase, analisis debit banjir rancangan umumnya menggunakan pendekatan empiris untuk menentukan kapasitas saluran yang dibutuhkan [1]. Selain itu, sistem drainase memiliki peran penting dalam mengendalikan genangan dan banjir di kawasan perkotaan [2], serta harus dirancang untuk mampu mengakomodasi perubahan kondisi hidrologi akibat perkembangan wilayah [3].

Secara teknis, kapasitas saluran drainase sangat dipengaruhi oleh kemampuan penampang dalam mengalirkan debit air. Evaluasi hidraulika menunjukkan bahwa ketidaksesuaian antara kapasitas saluran

dan debit aliran dapat menyebabkan terjadinya genangan [4]. Selain itu, faktor sedimentasi juga berperan dalam menurunkan kapasitas efektif saluran karena mengurangi luas penampang aliran [5]. Kondisi ini menunjukkan bahwa evaluasi sistem drainase tidak hanya bergantung pada aspek hidrologi, tetapi juga kondisi fisik saluran di lapangan.

Permasalahan tersebut secara nyata terjadi di Kota Medan yang mengalami pertumbuhan pesat pada sektor permukiman dan aktivitas ekonomi. Beberapa penelitian sebelumnya di Medan menunjukkan bahwa sistem drainase di kawasan permukiman sering mengalami penurunan kinerja akibat meningkatnya limpasan permukaan [6]. Perencanaan dan evaluasi sistem drainase di wilayah perkotaan Medan juga menunjukkan adanya ketidakseimbangan antara kapasitas saluran dan debit aliran [7]. Selain itu, kawasan rawan banjir di Medan menunjukkan bahwa sistem drainase belum mampu mengakomodasi debit secara optimal [8]. Studi lain juga menegaskan pentingnya evaluasi kapasitas saluran dalam mengatasi genangan pada ruas jalan perkotaan [9]. Bahkan, penelitian terbaru menunjukkan bahwa kinerja saluran drainase di beberapa kawasan Medan masih belum mampu mengatasi debit puncak secara efektif [10].

Namun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu masih memiliki keterbatasan dalam pendekatan analisis. Beberapa kajian hanya berfokus pada evaluasi lokal seperti kawasan kampus atau wilayah terbatas [11], sementara penelitian lain lebih menitikberatkan pada analisis debit rancangan tanpa mempertimbangkan kondisi eksisting secara menyeluruh [12]. Selain itu, studi pada wilayah lain di Indonesia menunjukkan bahwa permasalahan drainase memiliki karakteristik yang serupa, namun belum tentu dapat langsung diterapkan pada kondisi lokal tertentu [13], [14]. Di sisi lain, aspek infrastruktur pendukung seperti fasilitas perkotaan juga turut dipengaruhi oleh kondisi drainase, meskipun seringkali tidak menjadi fokus utama dalam analisis [15].

Berdasarkan uraian tersebut, terlihat adanya kesenjangan penelitian, yaitu belum adanya kajian yang mengintegrasikan secara komprehensif antara limpasan hujan, limbah cair domestik, serta pengaruh sedimentasi dalam satu kerangka evaluasi kapasitas saluran drainase. Oleh karena itu, kebaruan (novelty) penelitian ini terletak pada pendekatan terintegrasi yang menggabungkan analisis hidrologi dan hidraulika dengan mempertimbangkan kontribusi limbah domestik serta kondisi eksisting saluran.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kapasitas saluran drainase eksisting dalam menampung debit aliran gabungan dari limpasan hujan dan limbah domestik pada ruas Jalan Tuamang–Jalan Rakyat di Kota Medan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis dalam upaya peningkatan kapasitas saluran, pengendalian sedimentasi, serta pengembangan sistem drainase yang lebih efektif dan berkelanjutan di kawasan perkotaan.

## **2. Metode**

Penelitian ini dilaksanakan pada saluran drainase yang berada di Jalan Tuamang, Kelurahan Sidorejo Hilir, Kecamatan Medan Tembung, Kota Medan. Lokasi penelitian merupakan kawasan permukiman dengan tingkat aktivitas masyarakat yang cukup tinggi sehingga menghasilkan limpasan air hujan dan limbah domestik yang mempengaruhi kinerja sistem drainase. Panjang saluran yang ditinjau sekitar 3,5 km dengan koordinat awal pada 3.612744, 98.706951 dan koordinat akhir pada 3.613111, 98.691097. Untuk menunjukkan posisi geografis serta sebaran titik pengamatan, peta lokasi penelitian ditampilkan pada Gambar 1.

Pengamatan lapangan dilakukan pada enam segmen yang tersebar di sepanjang ruas saluran drainase. Pembagian segmen ini bertujuan untuk mengetahui variasi kondisi fisik saluran serta tingkat sedimentasi yang terjadi. Sebelum penyajian data, hasil pengukuran dimensi saluran yang meliputi lebar, kedalaman, tinggi muka air, dan tinggi sedimen disajikan pada Tabel 1. Data tersebut diperoleh melalui pengukuran langsung di lapangan menggunakan alat ukur sederhana seperti meteran. Hasil pengamatan

menunjukkan bahwa sebagian besar segmen saluran mengalami sedimentasi yang cukup signifikan, yang berpotensi mengurangi kapasitas efektif dalam mengalirkan air.



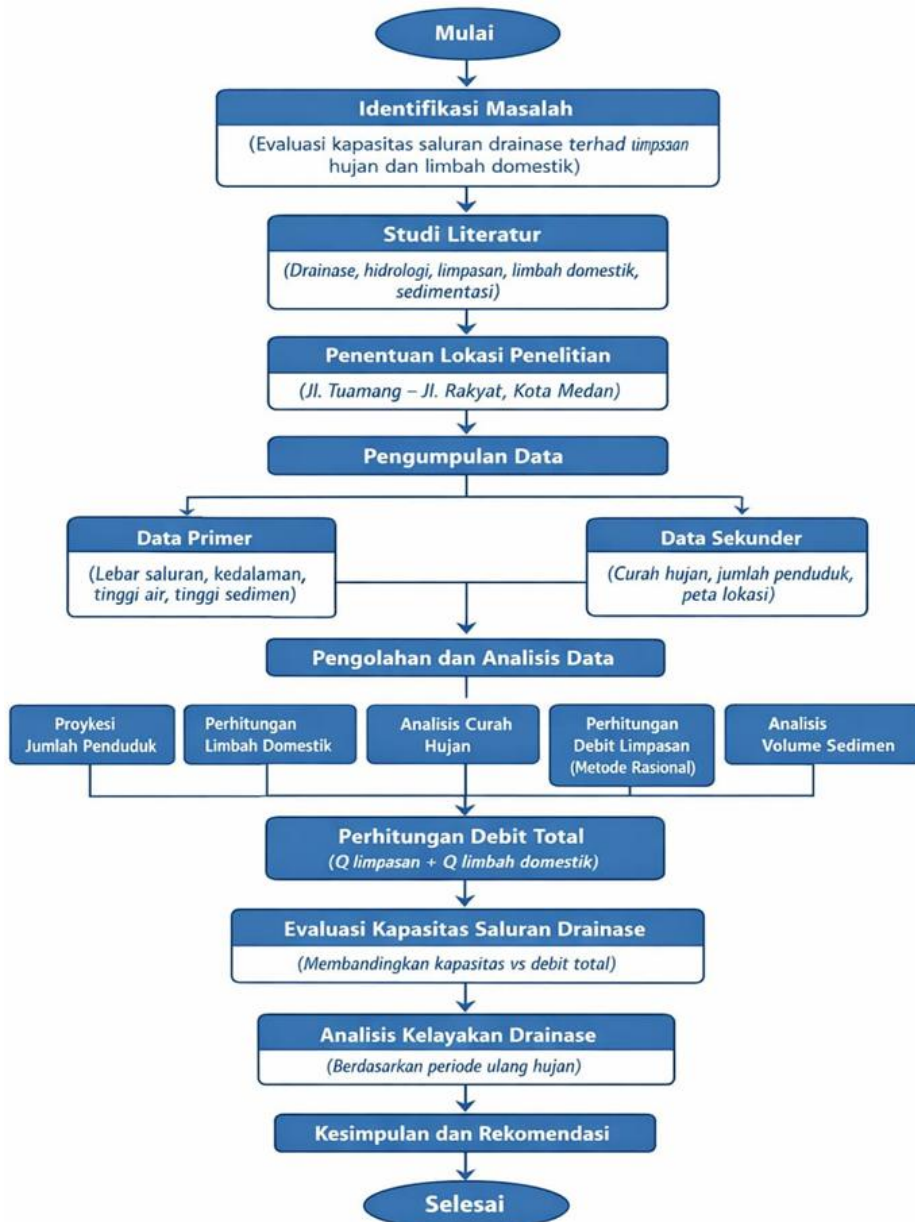
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di Jalan Tuamang, Kecamatan Medan Tembung, Kota Medan

Tabel 1. Data Dimensi Saluran Drainase pada Setiap Segmen Pengamatan

Segmen	Lokasi Singkat	Lebar (m)	Kedalaman (m)	Tinggi Air (m)	Sedimen (m)
1	Jl. Tuamang No.232	1,29	0,77	0,60	0,33
2	Jl. Tuamang No.194	1,50	1,06	0,26	0,68
3	Gg. Mesjid	1,50	1,18	0,17	0,72
4	Jl. Tuamang No.92	1,60	1,39	0,10	0,25
5	Jl. Tuamang No.54	1,65	1,82	0,15	0,27
6	Jl. Tuamang No.40	1,43	1,00	0,90	0,25

Alur penelitian yang digunakan dalam studi ini disusun secara sistematis mulai dari pengumpulan data hingga analisis dan evaluasi, yang ditampilkan pada Gambar 2. Penelitian ini menggunakan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui pengamatan langsung di lapangan yang meliputi dimensi geometrik saluran dan kondisi eksisting, termasuk tinggi sedimen dan muka air. Data ini digunakan untuk mengevaluasi kapasitas saluran serta menghitung volume sedimen.

Sementara itu, data sekunder diperoleh dari instansi terkait dan sumber literatur yang relevan. Data jumlah penduduk yang digunakan dalam analisis proyeksi terlebih dahulu disajikan pada Tabel 2, sedangkan data curah hujan tahunan yang diperoleh dari BMKG disajikan pada Tabel 3. Data tersebut digunakan sebagai dasar dalam analisis hidrologi untuk menentukan karakteristik hujan di wilayah penelitian.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Tabel 2. Data Jumlah Penduduk Kecamatan Medan Tembung Tahun 2014–2024

Tahun	Laki-laki	Perempuan	Total
2014	67.67	69.393	137.062
2015	67.759	69.419	137.178
2016	67.789	69.45	137.239
2017	68.342	70.006	138.348
2018	68.556	70.328	138.881
2019	68.683	70.566	139.011
2020	72.727	73.807	146.534
2021	73.144	74.065	147.209
2022	73.79	74.556	148.346
2023	74.736	74.538	149.274
2024	75.373	74.762	150.135

Tabel 3. Data Curah Hujan dan Hari Hujan Tahun 2013–2023

Tahun	Curah Hujan (mm)	Hari Hujan (hari)
2013	2.799	225
2014	2.148	200
2015	2.803	189
2016	2.83	201
2017	3.19	243
2018	3.181	217
2019	3.301	227
2020	3.729	233
2021	3.205	196
2022	3.495	230
2023	3.424	241

Analisis data dilakukan secara bertahap yang meliputi analisis proyeksi penduduk, analisis debit limbah domestik, analisis curah hujan, analisis debit limpasan, analisis sedimentasi, serta analisis evapotranspirasi. Hasil analisis curah hujan rencana berdasarkan periode ulang disajikan pada Tabel 4, sedangkan hasil evaluasi kelayakan sistem drainase berdasarkan periode ulang ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 4. Curah Hujan Rencana Berdasarkan Periode Ulang

Periode Ulang (Tahun)	Curah Hujan (mm)
2	3.026
5	3.423
10	3.687
25	4.02
100	4.515

Tabel 5. Evaluasi Kelayakan Drainase Berdasarkan Periode Ulang

Periode Ulang (Tahun)	Curah Hujan (mm)	Kelayakan
2	3.026	Layak
5	3.423	Layak
10	3.687	Cukup Layak
25	4.02	Tidak Layak
100	4.515	Tidak Layak

Analisis debit limpasan dilakukan dengan mempertimbangkan koefisien limpasan, intensitas hujan, dan luas daerah tangkapan untuk memperoleh besarnya debit air hujan yang masuk ke dalam sistem drainase. Selain itu, analisis sedimentasi dilakukan untuk menghitung volume sedimen yang terdapat pada saluran berdasarkan luas penampang sedimen dan panjang saluran. Rekapitulasi volume sedimen pada masing-masing segmen disajikan pada Tabel 6, yang menunjukkan total akumulasi sedimen pada lokasi penelitian.

Tabel 6. Volume Sedimen pada Saluran Drainase

Segmen	Lebar (m)	Sedimen (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
1	1,29	0,33	4,26
2	1,50	0,68	10,20
3	1,50	0,72	10,80

Segmen	Lebar (m)	Sedimen (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
4	1,60	0,25	4,00
5	1,65	0,27	4,45
6	1,43	0,25	3,57
Total	-	-	37,28

Sebagai pelengkap analisis hidrologi, dilakukan juga perhitungan evapotranspirasi menggunakan metode Thornthwaite berdasarkan data suhu rata-rata bulanan. Nilai evapotranspirasi ini digunakan untuk mengetahui besarnya kehilangan air akibat proses penguapan dan transpirasi, sehingga dapat memberikan gambaran keseimbangan air dalam sistem drainase.

Secara keseluruhan, metode penelitian ini mengintegrasikan analisis hidrologi dan hidraulika dengan mempertimbangkan kondisi eksisting saluran di lapangan. Pendekatan ini digunakan untuk mengevaluasi kapasitas saluran drainase dalam menampung debit aliran yang berasal dari limpasan hujan dan limbah domestik secara komprehensif.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan saluran drainase dalam menampung limpasan air hujan dan limbah cair domestik pada ruas Jalan Tuamang–Jalan Rakyat di Kota Medan. Oleh karena itu, pembahasan dilakukan secara terintegrasi dengan menggabungkan analisis hidrologi, hidraulika, serta kondisi eksisting saluran di lapangan untuk memperoleh gambaran kinerja sistem drainase secara menyeluruh.

Berdasarkan hasil pengukuran lapangan pada enam segmen, diperoleh total volume sedimen sebesar 37,28 m<sup>3</sup> yang menunjukkan adanya akumulasi material cukup signifikan di dalam saluran. Keberadaan sedimen ini secara langsung mengurangi luas penampang efektif saluran, sehingga berdampak pada penurunan kapasitas aliran maksimum. Secara hidraulika, penyempitan penampang tersebut menyebabkan peningkatan tinggi muka air ketika debit meningkat, yang pada akhirnya meningkatkan potensi terjadinya limpasan atau overflow. Kondisi ini menjadi salah satu faktor utama yang menurunkan kinerja saluran drainase di lokasi penelitian.

Hasil analisis proyeksi penduduk menunjukkan bahwa jumlah penduduk diperkirakan meningkat menjadi 156.671 jiwa pada tahun 2029. Peningkatan ini berimplikasi langsung terhadap bertambahnya debit limbah cair domestik yang mencapai 0,025 m<sup>3</sup>/detik. Dalam sistem drainase perkotaan, kondisi ini menunjukkan bahwa saluran tidak hanya berfungsi sebagai pengalir limpasan air hujan, tetapi juga sebagai saluran limbah domestik. Debit limbah yang bersifat kontinu sepanjang waktu menyebabkan adanya beban dasar pada saluran, bahkan saat tidak terjadi hujan. Ketika hujan turun, debit total yang masuk ke dalam saluran meningkat secara signifikan, sehingga memperbesar risiko kegagalan sistem drainase.

Dari hasil analisis hidrologi, diperoleh curah hujan rata-rata sebesar ±3.100 mm/tahun dengan intensitas hujan mencapai 144 mm/jam. Berdasarkan metode rasional, debit limpasan yang dihasilkan sebesar 14 m<sup>3</sup>/detik. Nilai ini menunjukkan bahwa kawasan penelitian memiliki karakteristik limpasan yang tinggi akibat dominasi permukaan kedap air serta respons hidrologi yang cepat terhadap kejadian hujan. Dari sisi kapasitas, besarnya debit limpasan tersebut tergolong tinggi untuk sistem drainase perkotaan skala lingkungan, sehingga memerlukan dimensi saluran yang memadai agar mampu mengalirkan debit secara optimal.

Evaluasi kelayakan saluran berdasarkan periode ulang menunjukkan bahwa sistem drainase masih layak untuk hujan dengan periode ulang 2 dan 5 tahun, serta cukup layak pada periode ulang 10 tahun. Namun

demikian, saluran tidak mampu menampung debit pada periode ulang 25 dan 100 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa sistem drainase masih dapat berfungsi pada kondisi hujan ringan hingga sedang, tetapi tidak mampu mengakomodasi hujan dengan intensitas tinggi atau ekstrem. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kapasitas saluran eksisting belum memenuhi standar perencanaan jangka panjang dan memiliki kerentanan terhadap peningkatan intensitas hujan akibat perubahan iklim.

Selain itu, hasil analisis evapotranspirasi menunjukkan nilai sebesar 75,8 mm/bulan yang menggambarkan adanya kehilangan air melalui proses alami. Namun, jika dibandingkan dengan besarnya curah hujan dan debit limpasan, pengaruh evapotranspirasi terhadap pengurangan debit relatif kecil dan tidak signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar air hujan tetap menjadi limpasan permukaan yang harus dialirkan melalui sistem drainase, sehingga beban saluran tetap tinggi.

Secara keseluruhan, debit total yang masuk ke dalam sistem drainase merupakan kombinasi antara debit limpasan sebesar  $14 \text{ m}^3/\text{detik}$  dan debit limbah domestik sebesar  $0,025 \text{ m}^3/\text{detik}$ , sehingga mencapai sekitar  $14,025 \text{ m}^3/\text{detik}$ . Jika dibandingkan dengan kondisi eksisting saluran, terdapat beberapa permasalahan utama, yaitu penyempitan penampang akibat sedimentasi, tidak adanya peningkatan dimensi saluran, serta tidak adanya pemisahan antara saluran air hujan dan limbah domestik. Kondisi ini menyebabkan kapasitas saluran tidak mampu menampung debit total secara optimal. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sistem drainase eksisting pada lokasi penelitian belum mampu mengakomodasi beban aliran yang terjadi, terutama pada kondisi hujan dengan intensitas tinggi.

#### **4. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kapasitas saluran drainase pada ruas Jalan Tuamang–Jalan Rakyat di Kota Medan belum mampu menampung debit aliran secara optimal. Hal ini disebabkan oleh tingginya debit limpasan air hujan yang mencapai  $14 \text{ m}^3/\text{detik}$ , serta adanya tambahan debit limbah domestik sebesar  $0,025 \text{ m}^3/\text{detik}$  yang bersifat kontinu. Kombinasi kedua komponen tersebut menghasilkan debit total sekitar  $14,025 \text{ m}^3/\text{detik}$  yang menjadi beban utama sistem drainase.

Selain itu, kondisi eksisting saluran menunjukkan adanya penurunan kapasitas akibat sedimentasi dengan total volume sebesar  $37,28 \text{ m}^3$  yang mengurangi luas penampang efektif aliran. Dampak dari kondisi ini adalah meningkatnya tinggi muka air dan potensi terjadinya limpasan pada saat debit meningkat. Evaluasi berdasarkan periode ulang menunjukkan bahwa saluran masih layak untuk hujan dengan periode ulang 2 dan 5 tahun, cukup layak pada periode ulang 10 tahun, namun tidak mampu menampung debit pada periode ulang 25 dan 100 tahun. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem drainase belum memenuhi kebutuhan jangka panjang dan rentan terhadap kejadian hujan ekstrem.

Dengan demikian, dapat ditegaskan bahwa kinerja saluran drainase eksisting dipengaruhi oleh kombinasi faktor hidrologi, hidraulika, dan kondisi fisik saluran. Oleh karena itu, diperlukan upaya peningkatan kapasitas saluran, pengendalian sedimentasi secara berkala, serta pengelolaan sistem drainase yang lebih terintegrasi untuk meningkatkan efektivitas dan keberlanjutan sistem drainase di kawasan perkotaan.

#### **Ucapan Terima Kasih**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing atas bimbingan, arahan, dan masukan yang konstruktif selama proses penyusunan penelitian ini. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada Universitas Negeri Medan atas dukungan akademik serta fasilitas yang telah diberikan. Selain itu, penulis berterima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam pelaksanaan dan penyelesaian penelitian ini yang dilakukan di kawasan Jalan Tuamang–Jalan Rakyat, Kota Medan.

## Daftar Pustaka

- [1] A. Herison, Y. Romdania, O. T. Purwadi, dan R. Effendi, “Kajian Penggunaan Metode Empiris dalam Menentukan Debit Banjir Rancangan pada Perencanaan Drainase (Review),” *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, vol. 16, no. 2, pp. 77–86, 2018.  
<http://repository.lppm.unila.ac.id/37146/1/jurnal%20aplikasi%20teknik%20sipil.pdf>
- [2] A. Rahmawati, A. Damayanti, dan E. S. Soedjono, “Evaluasi Sistem Drainase terhadap Penanggulangan Genangan di Kota Sidoarjo,” *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah (ATPW)*, pp. D.1–D.10, 2015.
- [3] A. Murtadho, “Evaluasi Sistem Drainase Bandar Udara Internasional Kualanamu-Medan,” *Warta Ardha (Jurnal Penelitian Perhubungan Udara)*, 2012.  
<https://www.neliti.com/publications/234128/evaluasi-sistem-darinase-bandar-udara-internasional-kualanamu-medan>
- [4] Hariyanto dan E. Maresti, “Evaluasi Kemampuan Penampang Sungai Ngareng sebagai Saluran Drainase Primer dalam Menampung Debit Akibat Curah Hujan,” *Jurnal Ilmiah Teknosains*, vol. 6, no. 2, pp. 98–105, 2020.  
<https://journal.upgris.ac.id/index.php/JITEK/article/view/7039/0>
- [5] R. Ridho dan Novalinda, “Kajian Sistem Drainase Rumah Tinggal di Jalan Mawar 1 Kecamatan Medan Tuntungan,” *Innovative: Journal of Social Science Research*, vol. 3, no. 2, pp. 13550–1361, 2023.  
<http://j-innovative.org/index.php/Innovative/article/view/1964>
- [6] S. Aqsha dan D. S. Harahap, “Evaluasi Sistem Drainase di Kawasan Pemukiman Penduduk di Jalan Air Bersih, Kelurahan Sudirejo I, Kecamatan Medan Kota,” *Jurnal Teknik Sipil (JTSIP)*, vol. 1, no. 1, pp. 73–77, 2022.  
<https://repository.harapan.ac.id/files/fulltext/155b425c43f489a2f57173160e6df7365780-15311-1-SM.pdf>
- [7] T. E. Saragi, Y. R. Saragi, E. O. Zai, dan M. Harefa, “Analisis dan Perencanaan Sistem Drainase Jalan Pelita 1 Kecamatan Medan Perjuangan Kota Medan,” *Jurnal Visi Eksakta*, vol. 2, no. 1, pp. 97–110, 2021.  
<https://ejournal.uhn.ac.id/index.php/eksakta/article/view/371>
- [8] Y. Sibagariang dan P. A. E. Saputra, “Analisis Drainase di Daerah Rawan Banjir dan Dampaknya di Kecamatan Medan Baru Kota Medan,” *Juitech*, vol. 5, no. 1, pp. 53–61, 2021.  
<https://portaluniversitasquality.ac.id:5388/ojsystem%20/index.php/JUITECH/article/view/538>
- [9] D. Suita dan S. P. Simorangkir, “Evaluasi Sistem Drainase untuk Menanggulangi Banjir pada Jalan Dr. Mansyur Kecamatan Medan Selayang,” *Ready Star*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2017.
- [10] T. E. Saragi, E. O. Zai, dan H. F. Siregar, “Studi Evaluasi Kinerja Saluran Drainase pada Jalan Perumnas Simalingkar Kota Medan dalam Mengatasi Debit Puncak Air,” *CONSTRUCT: Jurnal Teknik Sipil*, vol. 2, no. 2, pp. 136–148, 2023.  
<https://ejournal.uhn.ac.id/index.php/construct/article/view/1275>
- [11] J. I. Sianipar, “Evaluasi Sistem Drainase di Universitas Medan Area (Kampus 1),” Skripsi, Universitas Medan Area, 2022.  
<https://repositori.uma.ac.id/jspui/handle/123456789/17225>
- [12] F. Agustina, N. I. Junaedi, dan I. Wijaya, “Analisa Debit Rancangan dan Kapasitas Tampang Drainase serta Evaluasi Sistem Saluran Drainase di Jalan KH Wahid Hasyim Sempaja Kota Samarinda,” *Rang Teknik Journal*, vol. 5, no. 1, pp. 94–95, 2022.  
<https://jurnal.umsb.ac.id/index.php/RANGTEKNIKJOURNAL/article/view/2815>
- [13] A. Notanubun, R. J. Betaubun, dan S. Johanes, “Evaluasi Sistem Drainase Ruas Jalan Lokki–Iha Kulur Desa Luhu Kecamatan Huamual Kabupaten Seram Bagian Barat,” *Journal Agregate*, vol. 2, no. 2, pp. 160–167, 2023.  
<https://www.ejournal-polnam.ac.id/index.php/JA/article/view/1374>

- [14] E. M. Bili, J. J. Messakh, dan M. M. Selan, “Evaluasi Sistem Drainase di Kawasan Pasar Lama Kota Waikabubak Kabupaten Sumba Barat,” *Jurnal Batakarang*, vol. 5, no. 2a, pp. 12–13, 2024.  
<https://www.jurnalbatakarang.ptbundana.org/index.php/batakarang/article/view/418>
- [15] R. A. Lubis, M. Lubis, dan H. Batubara, “Evaluasi Tingkat Kenyamanan Jalur Pedestrian Sebagai Fasilitas Pejalan Kaki di Kota Medan,” *JITU (Jurnal Ilmiah Teknik Unida)*, vol. 4, no. 2, pp. 243–253, 2023.  
<https://ejournal.unida-aceh.ac.id/jitu/article/view/633>