

EVALUASI KAPASITAS TAMPUNG SALURAN DRAINASE DI JALAN LETDA SUJONO (*EXIT TOL*) BANDAR SELAMAT

SKRIPSI

OLEH:

**ABDUR RASYID
218110026**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 9/12/25

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repositori.uma.ac.id)9/12/25

EVALUASI KAPASITAS TAMPUNG SALURAN DRAINASE DI JALAN LETDA SUJONO (*EXIT TOL*) BANDAR SELAMAT

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



Oleh:

**ABDUR RASYID
218110026**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Evaluasi Kapasitas Tampung Saluran Drainase Di Jalan
Letda Sujono (*Exit Tol*) Bandar Selamat
Nama : Abdur Rasyid
NPM : 218110026
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh:
Komisi Pembimbing

Ir. Mahliza Nasution, S.T., M.T
Pembimbing

Dr. Eng. Suprianto, S.T., M.T.
Dekan Fakultas Teknik

Il. Dina Ernita Wulandari, S.T., M.T
Ks. Program Studi

Tanggal Lulus: 03 September 2025

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima saksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan saksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, 03 September 2025



Abdur Rasyid
218110026

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Abdur Rasyid
NPM : 218110026
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non Exclusive Royalty Free-Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: Evaluasi Kapasitas Tampung Saluran Drainase Di Jalan Letda Sujono (*Exit Tol*) Bandar Selamat. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan
Pada tanggal : 03 September 2025
Yang menandatangani

Abdur Rasyid

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan Pada tanggal 26 Maret 2002 dari Ayah Darisman dan Ibu Yusnidar Penulis merupakan putra ke 1 dari 4 bersudara. Tahun 2020 Penulis lulus dari SMA Negeri 6 Medan dan pada tahun 2021 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum Madani.



KATA PENGHANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang maha kuasa atas segala karunia-Nya sehingga Skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam skripsi ini ialah Hidrologi dengan judul “Evaluasi Kapasitas Tampung Saluran Drainase di Jalan Letda Sujono (*Exit Tol*) Bandar Selamat”. Selama penyusunan skripsi ini, terdapat banyak rintangan yang penulis lalui tetapi berkat bantuan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikannya dengan baik. Terima kasih penulis sampaikan kepada Ibu Ir. Mahliza Nasution, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah mengarahkan dan memberikan solusi dalam pembuatan skripsi dan Ibu Ir. Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T. selaku Ka. Prodi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan saran.

Skripsi ini penulis persembahkan teristimewa kepada kedua orang tua saya yang sangat saya sayangi dan paling berjasa dalam hidup saya, Ayah Darisman dan Ibu Yusnidar yang telah berjuang sampai penulis bisa ketahap skripsi dan meraih gelar sarjana. Teruntuk teman-teman angkatan 21 dan Ikatan mahasiswa Sipil penulis sampaikan ucapan terimakasih atas dukungan, kerjasama dan pengalaman selama perkuliahan terutama dalam berhimpun. Dan kepada pemilik tanggal lahir 28-Juli-2002, terimakasih telah menemani penulis dalam segala hal, yang menemani penulis dalam proses skripsi ini dari awal sampai akhir, memberi dukungan dan semangat kepada penulis. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kalangan akademik maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Medan, 03 September 2025



Abdur Rasyid

ABSTRAK

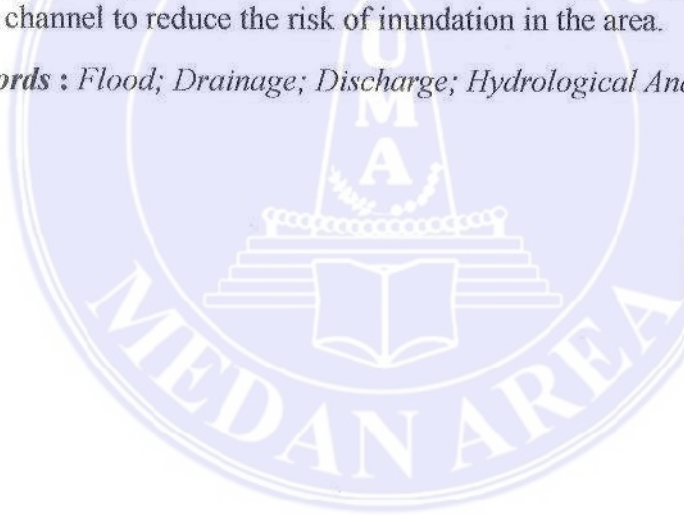
Kota medan adalah daerah yang saat ini sedang berkembang pesat. Semakin berkembangnya suatu kota maka semakin besar pula permasalahan terkhusus darinase perkotaannya, yang dimana permasalahan banjir masih belum teratasi secara tuntas dan penanganan saluran drainasenya. Disekitar jalan Letda Sujono terdapat saluran drainase yang sering mengalami luapan air ketika hujan dengan intensitas tinggi yang mengakibatkan genangan pada ruas jalan. Oleh karena itu drainase perkotaan harus dikelola dengan terpadu, baik dari segi desain, konstruksi, operasi dan pemeliharannya. Tujuan kajian ini dilakukan untuk mengetahui kapasitas penampang saluran drainase yang dapat menampung debit air yang tinggi atau rendah dijalan Letda Sujono. Analisis debit air hujan dilakukan dengan menggunakan metode distribusi Log Pearson type III dari analisis didapat debit air hujan (Q) sebesar $1,082 \text{ m}^3/\text{detik}$ pada periode ulang 50 tahun, sedangkan untuk kapasitas tampung saluran $1,888 \text{ m}^3/\text{detik}$ maka dinyatakan dimensi saluran sekunder tersebut masih dapat menampung kapasitas (Q) rencana debit banjir pada periode 2, 5, 10, 25, 50 Tahun pada daerah penelitian. Maka salusi untuk mengatasi masalah banjir diwilayah jalan Letda Sujono (*Exit Tol*) dengan diperlukannya evaluasi teknis dan pemeliharaan saluran secara berkala untuk mengurangi risiko genangan di kawasan tersebut.

Kata Kunci : *Banjir; Drainase; Debit; Analisis Hidrologi.*

ABSTRACT

Medan City is an area that is currently developing rapidly. The more a city develops, the greater the problems, especially in its urban drainage, where flood problems are still not completely resolved and the handling of its drainage channels. Around Letda Sujono Street, there is a drainage channel that often experienced water overflow during high-intensity rainfall, which caused inundation on the road section. Therefore, urban drainage must be managed in an integrated manner, both in terms of design, construction, operation, and maintenance. The purpose of this research is to determine the capacity of the drainage channel cross-section that can accommodate high or low water discharge on Letda Sujono Street. Rainfall discharge analysis was carried out using the Log Pearson type III distribution method. From the analysis, the rainfall discharge (Q) was $1.082 \text{ m}^3/\text{second}$ for a 50-year return period, while the channel capacity was $1.888 \text{ m}^3/\text{second}$, so it was stated that the dimension of the secondary channel could still accommodate the planned flood discharge capacity (Q) for return periods of 2, 5, 10, 25, and 50 years in the research area. Thus, the solution to overcome the flood problem in the Letda Sujono Street (Toll Exit) area is the need for technical evaluation and periodic maintenance of the channel to reduce the risk of inundation in the area.

Keywords : *Flood; Drainage; Discharge; Hydrological Analysis.*



DAFTAR ISI

	Halaman
COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
RIWAYAT HIDUP	vi
KATA PENGHANTAR.....	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 5
2.1 Peneliti Terdahulu	5
2.2 Perbedaan Dengan Penelitian Terdahulu.....	7
2.3 Analisis hidrologi	8
2.4 Macam Macam Siklus Hidrologi	10
2.5 Hujan.....	12
2.6 Jenis-Jenis Hujan.....	13
2.7 Curah Hujan	15
2.7.1 Analisis Hujan Rencana	16
2.7.2 Analisis Distribusi Frekuensi	16
2.8 Uji Kecocokan Parameter Distribusi.....	22
2.8.1 Uji Smirnov-Kolmogorov	23
2.8.2 Uji Chi Kuadrat	25
2.9 Koefisien Pengaliran (C).....	26
2.10 Debit banjir Rencana.....	28
2.11 Metode Rasional.....	29

2.12	Pengertian Drainase	29
2.13	Fungsi Drainase.....	30
2.14	Klasifikasi Drainase	31
2.15	Sistem Drainase.....	32
2.16	Bentuk Penampang Drainase	34
2.17	Kemiringan Saluran	36
2.18	Jagaan (<i>Freeboard</i>)	37
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	38
3.1	Metode Penelitian.....	38
3.2	Lokasi Penelitian.....	38
3.3	Alat Penelitian.....	39
3.4	Teknik Pengumpulan Data	40
3.5	Teknik Analisis Data	41
3.5.1	Analisis Frekuensi Hujan	41
3.5.2	Analisis Debit Rencana	42
3.6	Kerangka Berpikir.....	42
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1	Analisis curah hujan	44
4.2	Pengumpulan Data	44
4.2.1	Data curah hujan.....	44
4.2.2	Data Lapangan.....	45
4.3	Analisis Distribusi Frekuensi	46
4.3.1	Distribusi Normal	46
4.3.2	Distribusi Log Normal	48
4.3.3	Distribusi Log Person Type III.....	51
4.3.4	Distribusi Gumbel	55
4.4	Uji Dispersi Distribusi Frekuensi Curah Hujan	57
4.5	Uji Kecocokan Parameter Distribusi.....	59
4.5.1	Uji Chi-Kuadrat Distribusi Log Pearson III.....	59
4.5.2	Uji Smirnov-Kolmogorov Distribusi Log Pearson III	61
4.6	Koefisien Aliran Permukaan	62
4.7	Analisis Debit Banjir Rencana (Q)	63
4.7.1	Waktu Konsentrasi (Tc).....	64

4.7.2	Intensitas Curah Hujan	64
4.7.3	Metode Rasional.....	65
4.8	Analisis Hidrolika	66
4.8.1	Perhitungan Kapasitas Tampung Saluran Drainase.....	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		69
5.1	Kesimpulan	69
5.2	Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA		xvi



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Perbedaan dengan penelitian terdahulu	7
Tabel 2 Nilai variabel reduksi Gauss	15
Tabel 3 Nilai K untuk distribusi Log Pearson III	17
Tabel 4 Variasi reduksi Ytr sebagai fungsi periode ulang	19
Tabel 5 Reduksi Rata-Rata (Redunce Mean) Sn	19
Tabel 6 Nilai Kritis (Δ_{cr}) Smirnov-Kolmogorov	21
Tabel 7 Nilai Kritis untuk uji Chi-Kuadrat	23
Tabel 8 Koefisien Pengaliran Daerah Perkotaan	24
Tabel 9 Kondisi Permukaan Daerah Perkotaan	24
Tabel 10 Data Curah Hujan Harian Maksimum	36
Tabel 11 Curah Hujan Maksimum Stasiun Klimatologi Sumatera Utara	41
Tabel 12 Detail Drainase jalan Letda Sujono	41
Tabel 13 Kondisi jalan saat hujan	41
Tabel 14 Analisis Distribusi Normal	42
Tabel 15 Analisis Distribusi Log Normal	44
Tabel 16 Analisis Frekuensi Distribusi Log Pearson Type III	47
Tabel 17 Interpolasi nilai K dari koefisien kemencengan (Cs)	48
Tabel 18 Nilai K, Koefisien Kemencengan (Cs), Periode Ulang (T)	48
Tabel 19 Analisis Frekuensi Distribusi Gumbel	50
Tabel 20 Nilai Yn, Sn, Ytr untuk periode ulang T	51
Tabel 21 Nilai curah hujan rencana dari distribusi frekuensi hujan	53
Tabel 22 Uji dispersi distribusi frekuensi curah hujan	53
Tabel 23 Perhitungan Uji Chi-Kuadrat metode Log Pearson Type III	55
Tabel 24 Perhitungan uji smirnov kolmogorov metode Log Pearson Type III	56
Tabel 25 Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan	57
Tabel 26 Perhitungan intensitas hujan	58
Tabel 27 Perhitungan Q rencana	59
Tabel 28 Perbandingan kapasitas tampung dan kapasitas rencana debit banjir	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Siklus Hidrologi	9
Gambar 2 Saluran Trapesium.....	31
Gambar 3 Lokasi Peta Kota Medan dan Lokasi Penelitian.....	35
Gambar 4 Diagram Alur Penelitian	39
Gambar 5 Grafik Distribusi Normal	44
Gambar 6 Grafik Distribusi Log Normal	46
Gambar 7 Grafik Distribusi Log Pearson III.....	50
Gambar 8 Grafik Distribusi Gumbel	52
Gambar 9 Penampang Saluran Drainase Sekunder	60



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Curah Hujan Stasiun Klimatologi Sumatera Utara	xviii
Lampiran 2 Peta Ketinggian jalan Letda Sujono Exit Tol Bandar Selamat	xviii
Lampiran 3 Dokumentasi Penelitian.....	xix



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Medan memiliki peran strategis sebagai pusat pemerintahan, pusat pertumbuhan ekonomi, serta pusat pembangunan di Provinsi Sumatera Utara. Peran tersebut menuntut Kota Medan untuk terus berkembang secara berkelanjutan. Sejalan dengan perkembangan tersebut, diperlukan dukungan infrastruktur serta sarana dan prasarana yang memadai. Namun demikian, pertumbuhan kota dan perluasan aktivitas industri memberikan dampak yang cukup signifikan terhadap siklus hidrologi, yang pada akhirnya berpengaruh besar terhadap kinerja sistem drainase di kawasan perkotaan (Hilmi, 2018).

Salah satu kelurahan yang berada di Kecamatan Medan Tembung adalah Kelurahan Bandar Selamat, yang terletak di sekitar Jalan Letda Sujono. Di wilayah ini, sejumlah saluran drainase, baik saluran lingkungan maupun saluran induk, sering mengalami luapan air ketika terjadi hujan dengan intensitas tinggi, sehingga mengakibatkan genangan pada ruas jalan. Salah satu faktor yang memengaruhi daya tampung saluran tersebut adalah endapan lumpur yang telah menebal di dasar saluran. Selain itu, terdapat pula saluran yang tertimbun oleh sampah, yang menyebabkan aliran air menjadi terhambat. Beberapa saluran drainase juga mengalami kerusakan atau tidak lagi berfungsi sebagaimana mestinya. Kondisi ini banyak ditemukan di kawasan permukiman penduduk, baik akibat tertutup oleh material bangunan di atasnya maupun karena faktor kesengajaan, seperti pembangunan akses masuk ke rumah atau pertokoan warga (Swandy, 2020). Menurut Suripin (2004), banjir merupakan suatu kondisi ketika

air tidak dapat tertampung secara optimal dalam saluran pembuangan, atau terjadi hambatan aliran di dalam saluran tersebut, sehingga air meluap dan menggenangi wilayah di sekitarnya, khususnya pada daerah dataran banjir.

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya banjir antara lain adalah perubahan penggunaan lahan, intensitas curah hujan, karakteristik fisiografi Daerah Aliran Sungai (DAS), kapasitas saluran drainase baik alami maupun buatan, serta adanya aliran balik yang menghambat aliran air (Kusumastuti dkk, 2015). Sistem drainase sendiri berfungsi untuk mengendalikan, mengelola, dan mengalirkan air hujan menuju area tertentu guna mencegah air masuk ke dalam struktur tanah, serta untuk mengurangi pelemahan terhadap kekuatan dan daya tahan tanah (Mohd Yusoff dkk, 2019). Secara umum, drainase diartikan sebagai suatu sistem bangunan air yang dirancang untuk mengurangi dan membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga area tersebut dapat dimanfaatkan secara optimal sesuai peruntukannya.

Permasalahan ini diangkat karena terjadinya banjir dan genangan di wilayah tersebut diduga disebabkan oleh kapasitas saluran drainase yang tidak memadai. Beberapa titik genangan terletak pada kawasan dataran rendah, yang menyulitkan proses pengaliran air apabila hanya menggunakan sistem drainase konvensional. Tingkat kompleksitas penanganan yang tinggi juga berimplikasi pada kebutuhan biaya yang relatif besar. Selain itu, perilaku masyarakat yang masih memanfaatkan badan air sebagai tempat pembuangan sampah turut memperburuk kondisi. Sampah yang dibuang sembarangan di jalan terbawa air hujan masuk ke saluran, sehingga menyebabkan pencemaran air dan penyumbatan aliran akibat saluran yang dipenuhi oleh sampah. Kondisi ini diperparah dengan

saluran induk yang ada saat ini umumnya berukuran dangkal, sehingga kurang efektif dalam mengalirkan air dari daerah sekitarnya. Kekurangan saluran induk yang mendukung sistem drainase makro di Kota Medan menjadi salah satu penyebab utama terjadinya banjir, genangan musiman, maupun genangan permanen (Ramadhan, 2021).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah kapasitas saluran drainase eksisting mampu menampung debit banjir yang terjadi di jalan Letda Sujono (*Exit Tol*) wilayah kelurahan Bandar Selamat?
2. Faktor-faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya ketidaksesuaian antara kapasitas saluran drainase dengan debit banjir yang terjadi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui apakah kapasitas saluran drainase eksisting mampu menampung debit air pada saat hujan yang berkepanjangan
2. Menganalisis faktor yang menyebabkan ketidaksesuaian antara kapasitas saluran drainase dengan debit banjir pada wilayah tersebut

1.4 Batasan Penelitian

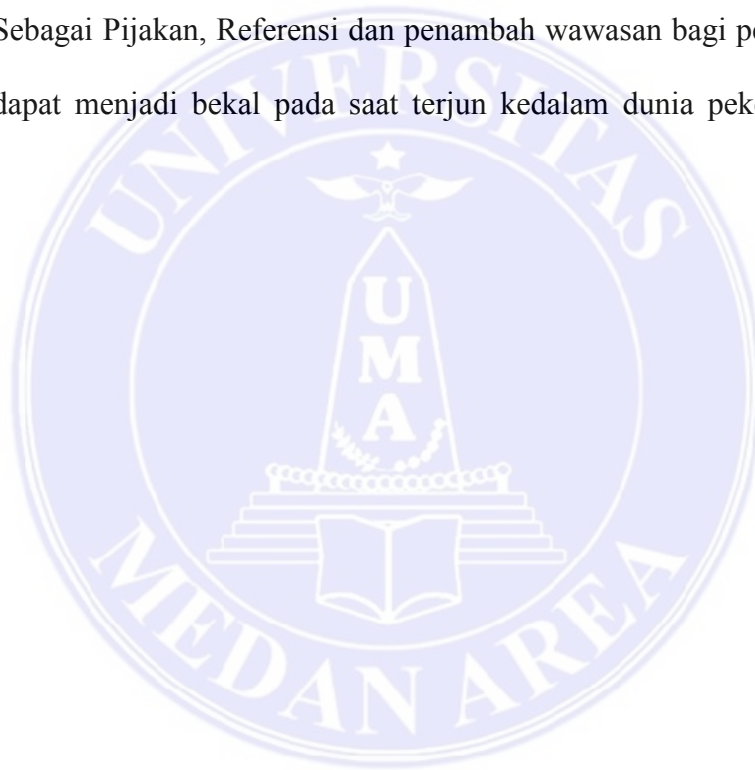
Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengkaji secara Hidrologi untuk menghitung tingkat kapasitas curah hujan.
2. Menghitung debit air untuk mengatasi banjir di jalan Letda Sujono (*Exit Tol*) Bandar selamat.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat Desain drainase yang mampu mengatasi banjir di wilayah Kelurahan Bandar Selamat Kecamatan Medan Tembung.
2. Memberikan sumbangan pemikiran bagi pembaharuan kurikulum di Program Studi Teknik Sipil UMA.
3. Memberikan sumbangan ilmiah dalam ilmu Teknik Sipil.
4. Sebagai Pijakan, Referensi dan penambah wawasan bagi peneliti sehingga dapat menjadi bekal pada saat terjun kedalam dunia pekerjaan nantinya



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peneliti Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan referensi untuk penulis melakukan penelitiannya agar membantu dalam memperbanyak teori atau wawasan penelitian. Selama penelitian ini penulis tidak menemukan yang sejenis dengan judul ini, maka dari itu penulis hanya bisa mengambil penelitian terdahulu yang sedikit menyerupai judul penelitian penulis untuk menjadikan referensi atau perbandingan dengan penelitian terdahulu.

Berikut ini adalah jurnal dari penelitian terdahulu yang terkait dalam penelitian:

1. Istianah, (2023). Analisis Kapasitas saluran drainase perumahan jagansar residence kabupaten grobogan. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh bahwa pada Sub Drainase 1, nilai debit banjir rencana (Q_{\square} dan Q_{\square}) tertinggi masing-masing sebesar 0,26 m³/s dan 0,31 m³/s. Kapasitas saluran drainase eksisting yang menggunakan U-Ditch dengan dimensi 30 × 40 cm untuk seluruh jenis saluran menunjukkan bahwa saluran primer tidak memiliki kapasitas yang memadai. Oleh karena itu, ukuran U-Ditch yang disarankan untuk masing-masing jenis saluran adalah sebagai berikut: 30 × 30 cm untuk saluran tersier, 30 × 40 cm untuk saluran sekunder, dan 50 × 50 cm untuk saluran primer. Hasil analisis dan perhitungan lebih lanjut menunjukkan bahwa pada Sub Drainase 1, nilai Q_{\square} dan Q_{\square} masing-masing sebesar 0,26 m³/s dan 0,31 m³/s; pada Sub Drainase 2, nilai Q_{\square} dan Q_{\square} berturut-turut sebesar 0,12 m³/s dan 0,14

m^3/s ; sedangkan pada Sub Drainase 3, nilai Q_{p} dan Q_{r} kembali sebesar $0,26 \text{ m}^3/\text{s}$ dan $0,31 \text{ m}^3/\text{s}$. Secara umum, kapasitas saluran eksisting pada saluran tersier dan sekunder sudah mampu menampung debit banjir rencana. Namun, kapasitas saluran pada saluran primer masih belum mencukupi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa dimensi saluran yang sesuai berdasarkan debit rencana rata-rata untuk seluruh sub drainase adalah U-Ditch berukuran $30 \times 30 \text{ cm}$ untuk saluran tersier, $30 \times 40 \text{ cm}$ untuk saluran sekunder, dan $50 \times 50 \text{ cm}$ untuk saluran primer

2. GJ Tambunan, (2023). Evaluasi Penampang Saluran Drainase pada Jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari Kecamatan Medan Belawan. Dari hasil penelitiannya diperoleh bahwa hasil akhir yang didapatkan debit air hujan sebesar $0,820 \text{ m}^3/\text{detik}$ serta 2. daya tampung drainase pada drainase primer sebesar $3,819 \text{ m}^3/\text{detik}$, dan daya tampung pada drainase sekunder sebesar $1,733 \text{ m}^3/\text{detik}$. Maka $Q_s > Q_r$ menunjukkan bahwa kedua drainase yang telah mengalami revitalisasi tersebut mampu menampung debit air hujan. Kesadaran masyarakat sekitar dalam menjaga kebersihan lingkungan serta pemeliharaan saluran secara berkala dan semoga kegiatan tersebut terus berjalan sehingga saluran drainase tersebut dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama. Aliran pada saluran drainase Jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari Kecamatan Medan Belawan Kota Medan tidak tersumbat oleh sampah, endapan, maupun sedimentasi yang membuat aliran air sudah untuk mengalir, yaitu adanya tingkat kepedulian masyarakat sekitar dengan diadakannya kegiatan kerja bakti yang sering dilakukan oleh masyarakat sekitar pada setiap hari minggunya.

3. Ramadhan, (2021). Studi Penanganan Banjir pada Kawasan Kelurahan Bandar Selamat di Jalan Letda Sujono (Studi Kasus). Berdasarkan hasil penelitian, distribusi probabilitas yang paling sesuai untuk analisis debit banjir di lokasi penelitian adalah Distribusi Ekstrem Gumbel (Ej Gumbel), dengan nilai koefisien kemiringan (C_s) sebesar 0,025, yang memenuhi syarat $C_s \neq 0$. Dari hasil perhitungan debit banjir rencana, diperoleh nilai sebagai berikut: kala ulang 2 tahun sebesar 1,006 m³/detik, kala ulang 5 tahun sebesar 1,893 m³/detik, dan kala ulang 10 tahun sebesar 2,481 m³/detik. Selanjutnya, hasil analisis terhadap dimensi saluran drainase eksisting—baik saluran primer maupun sekunder—di kawasan Kelurahan Bandar Selamat, Kecamatan Medan Tembung, menunjukkan bahwa pada periode kala ulang 2, 5, dan 10 tahun, saluran tersebut tidak mampu menampung debit banjir rencana yang terjadi. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan ulang dimensi saluran drainase primer yang mampu mengakomodasi debit banjir maksimal sebesar 2,5 m³/detik. Dimensi saluran yang dirancang memiliki lebar 1,5 meter, tinggi 1,7 meter, serta kemiringan dasar saluran sebesar 0,5%.

2.2 Perbedaan Dengan Penelitian Terdahulu

Perbedaan hasil penelitian terdahulu dengan penelitian ini dapat dilihat dalam Tabel 1. Penelitian terdahulu telah membahas beberapa aspek yang sesuai dengan topik ini, namun terdapat berbagai perbedaan yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini.

Tabel 1. Perbedaan dengan penelitian terdahulu

No	Penulis	Judul Penelitian	Perbedaan
1	Istianah, (2023)	Analisis Kapasitas saluran drainase perumahan jagansar residence kabupaten grobogan	Objek yang diteliti adalah drainase perumahan jagansar. Sedangkan penulis meneliti di jalan Letda Sujono (<i>Exit Tol</i>)
2	GJ Tambunan, (2023)	Evaluasi Penampang Saluran Drainase pada Jalan Pulau Nias Kelurahan Belawan Bahari Kecamatan Medan Belawan	Objek yang diteliti adalah Drainase Jalan Pulau Nias. Sedangkan penulis meneliti di jalan Letda Sujono (<i>Exit Tol</i>)
3	Wisnu Ramadhan, (2021)	Studi Penanganan Banjir pada Kawasan Kelurahan Bandar Selamat di Jalan Letda Sujono (Studi Kasus)	Objek yang diteliti adalah banjir di kawasan jalan Letda Sujono. Sedangkan penulis meneliti di jalan Letda Sujono (<i>Exit Tol</i>)

2.3 Analisis hidrologi

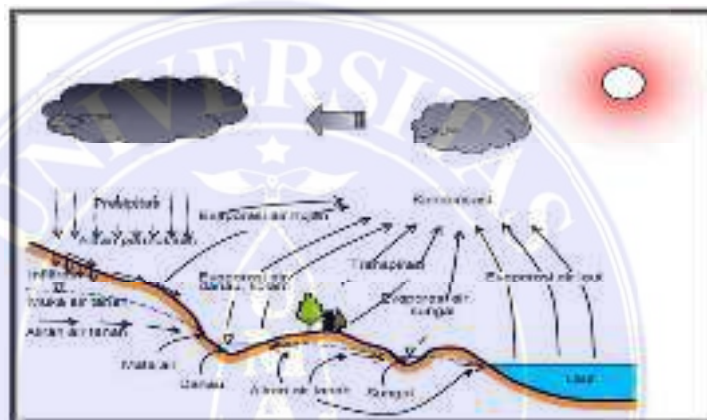
Menurut Suripin (2004), siklus hidrologi merupakan proses sirkulasi air yang berlangsung secara terus-menerus dari atmosfer ke bumi dan kembali lagi ke atmosfer melalui tahapan-tahapan seperti kondensasi, presipitasi, evaporasi, dan transpirasi. Air yang berada di bumi mengalami pergerakan dalam suatu siklus yang terjadi secara berkelanjutan dan tidak diketahui secara pasti kapan serta dari mana siklus tersebut bermula maupun berakhir.

Hujan merupakan elemen paling krusial dalam siklus hidrologi, sehingga pengukuran curah hujan menjadi aspek penting yang harus dilakukan. Data curah hujan biasanya diperoleh melalui alat ukur yang tersebar di berbagai lokasi, namun data tersebut hanya memberikan estimasi untuk wilayah sekitar alat ukur tersebut. Beberapa metode yang umum digunakan dalam perhitungan debit banjir rencana antara lain adalah metode empiris hubungan hujan-limpasan seperti Metode Rasional, Weduwen, dan Melchior Dech. Proses siklus hidrologi dimulai ketika air mengalami evaporasi, kemudian berubah menjadi presipitasi dalam

berbagai bentuk seperti hujan, salju, hujan es, hujan gerimis, atau kabut. Sebagian dari presipitasi tersebut dapat menguap kembali ke atmosfer sebelum mencapai permukaan tanah, atau terintersepsi oleh vegetasi. Setelah mencapai tanah, siklus hidrologi terus bergerak secara kontiniu dalam tiga cara yang berbeda :

1. Evapotranspirasi merupakan proses penguapan air yang berasal dari berbagai sumber seperti laut, daratan, sungai, dan tumbuhan ke atmosfer. Uap air tersebut kemudian membentuk awan, dan ketika mencapai kondisi jenuh, awan akan mengalami kondensasi yang menghasilkan titik-titik air. Titik-titik air ini selanjutnya akan jatuh ke permukaan bumi dalam bentuk presipitasi, seperti hujan, salju, atau es. Dalam bidang hidrologi dan irigasi, evapotranspirasi memiliki peranan yang sangat penting, karena berpengaruh terhadap ketersediaan air dalam suatu wilayah. Oleh karena itu, berbagai metode telah dikembangkan untuk memperkirakan besarnya evapotranspirasi, Metode-metode tersebut secara umum diklasifikasikan ke dalam tiga kategori utama, yaitu: metode neraca air, metode imbalan energi, metode transfer massa, kumbinasi metode transfer energi dan panas.
2. Infiltrasi atau perkolasi ke dalam tanah merupakan proses pergerakan air masuk ke dalam tanah melalui celah-celah dan pori-pori pada lapisan tanah maupun batuan, menuju ke muka air tanah. Air dapat bergerak ke dalam tanah akibat adanya gaya kapiler, dan pergerakan ini dapat berlangsung secara vertikal ke bawah maupun secara horizontal tergantung pada struktur dan kemiringan tanah.

3. Air permukaan adalah air yang mengalir di atas permukaan tanah, umumnya menuju badan air utama seperti sungai dan danau. Besarnya aliran permukaan dipengaruhi oleh kemiringan lahan dan tingkat porositas tanah; semakin landai kemiringan lahan dan semakin kecil jumlah pori-pori tanah, maka volume aliran permukaan cenderung meningkat. Proses pergerakan air di atas daratan ini merupakan salah satu komponen penting dalam siklus hidrologi, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Siklus Hidrologi (Hilmi, 2018)

2.4 Macam Macam Siklus Hidrologi

Menurut Triatmodjo (2010), siklus hidrologi merupakan suatu proses pergerakan air dari permukaan bumi menuju atmosfer dan kembali lagi ke bumi, yang berlangsung secara berulang dan berkesinambungan. Terdapat beberapa aspek penting yang perlu diperhatikan dalam memahami proses siklus hidrologi ini:

1. Siklus hidrologi dapat berlangsung dalam bentuk siklus pendek, yaitu ketika air hujan langsung mengalir ke badan air seperti sungai, danau, atau laut, kemudian kembali lagi ke laut melalui aliran permukaan.

2. Waktu terjadinya siklus hidrologi tidak bersifat seragam, karena dipengaruhi oleh berbagai faktor alam yang berubah-ubah.
3. Intensitas dan frekuensi siklus hidrologi sangat bergantung pada kondisi geografis dan iklim suatu wilayah, yang juga terkait dengan perubahan posisi matahari sepanjang tahun.
4. Setiap komponen dalam siklus hidrologi saling berkaitan dan membentuk sistem yang kompleks, sehingga memerlukan pemahaman menyeluruh untuk menginterpretasikan prosesnya secara utuh.

Beberapa jenis siklus hidrologi, yaitu sebagai berikut:

1. Siklus Hidrologi Pendek

Siklus hidrologi pendek adalah siklus yang tidak melalui proses adveksi atau perpindahan awan dari satu wilayah ke wilayah lain. Dalam siklus ini, air laut mengalami evaporasi akibat paparan sinar matahari, kemudian uap air yang terbentuk langsung mengalami kondensasi dan turun kembali sebagai hujan di sekitar wilayah laut tersebut. Dengan demikian, seluruh proses berlangsung di atas lautan tanpa berpindah ke daratan.

2. Siklus Hidrologi Sedang

Siklus hidrologi sedang memiliki tahapan yang lebih kompleks dibandingkan siklus pendek. Proses diawali dengan evaporasi air dari permukaan laut, sungai, dan badan air lainnya akibat pemanasan oleh sinar matahari. Uap air yang terbentuk kemudian mengalami adveksi, yaitu berpindah menuju wilayah daratan karena pengaruh angin dan perbedaan tekanan udara. Setelah mencapai atmosfer di atas daratan, uap air mengalami kondensasi dan membentuk awan yang kemudian

menghasilkan presipitasi dalam bentuk hujan. Air hujan yang jatuh ke daratan akan mengalami *run off* (limpasan permukaan) melalui berbagai saluran air hingga akhirnya kembali ke laut. Siklus ini terus berlangsung secara berulang.

3. Siklus Hidrologi Panjang

Siklus hidrologi panjang umumnya terjadi di wilayah pegunungan atau daerah beriklim subtropis. Proses dimulai dari evaporasi air laut yang kemudian berubah menjadi uap air akibat pemanasan matahari. Uap air tersebut mengalami sublimasi, yaitu perubahan langsung dari bentuk gas menjadi kristal es di atmosfer. Kristal-kristal es tersebut kemudian terbawa oleh angin dalam proses adveksi menuju daratan. Di wilayah daratan, kristal es mengalami presipitasi dan turun dalam bentuk salju. Salju yang menumpuk kemudian membentuk gletser, yang secara perlahan akan mencair dan mengalir kembali ke laut melalui sungai atau aliran air lainnya. Proses ini memerlukan waktu yang lebih panjang dibandingkan siklus lainnya, sehingga disebut sebagai siklus hidrologi panjang.

2.5 Hujan

Hujan merupakan proses kondensasi uap air di atmosfer yang berubah menjadi butiran air dengan massa yang cukup berat sehingga dapat jatuh ke permukaan bumi. Proses ini umumnya dipicu oleh penurunan suhu udara atau peningkatan kandungan uap air di atmosfer, dan keduanya dapat terjadi secara bersamaan. Kejadian hujan sangat dipengaruhi oleh tingkat kelembaban udara, yang memengaruhi jumlah titik-titik air yang terbentuk di udara.

Menurut Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG), hujan merupakan salah satu bentuk presipitasi yang berwujud cair. Presipitasi sendiri dapat terjadi dalam bentuk padat seperti salju dan hujan es, maupun dalam bentuk aerosol seperti embun dan kabut. Namun demikian, tidak seluruh air hujan mencapai permukaan bumi, karena sebagian dari butirannya dapat menguap kembali ke atmosfer saat jatuh melewati lapisan udara yang kering.

2.6 Jenis-Jenis Hujan

Berdasarkan proses terjadinya, hujan dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis, yaitu:

1. Hujan siklonal

Hujan siklonal terjadi akibat adanya perputaran angin (siklon) yang disertai dengan naiknya massa udara panas ke atmosfer. Ketika udara panas naik, uap air yang terbawa akan mengalami pendinginan dan kondensasi, sehingga menghasilkan hujan.

2. Hujan zenithal

Hujan zenithal terjadi akibat pertemuan antara Angin pasat timur laut dan angin pasat tenggara di sekitar wilayah ekuator. Pertemuan kedua angin ini menyebabkan udara naik dan membentuk awan konvektif di sepanjang garis ekuator. Awan yang jenuh uap air kemudian akan menghasilkan hujan lebat, Jenis hujan ini umumnya terjadi secara teratur di daerah tropis.

3. Hujan orografis

Hujan orografis disebabkan oleh angin yang mengandung uap air dan bergerak secara horizontal hingga bertemu dengan penghalang berupa pegunungan atau dataran tinggi. Ketika angin naik ke lereng pegunungan,

suhu udara menurun dan menyebabkan kondensasi, sehingga hujan turun di sisi pegunungan yang menghadap arah datangnya angin (*windward side*). Sebaliknya, sisi sebaliknya (*leeward side*) cenderung kering.

4. Hujan frontal

Hujan frontal terjadi akibat pertemuan antara massa udara dingin dan massa udara panas. Karena massa udara dingin memiliki massa jenis lebih besar, maka ia berada di bawah massa udara panas. Interaksi antara kedua massa udara tersebut membentuk bidang front, di mana kondensasi intensif terjadi dan menyebabkan hujan lebat di sekitar area tersebut.

5. Hujan konvektif

Hujan konvektif terjadi ketika udara di permukaan bumi menjadi hangat dan lembap akibat radiasi matahari yang tinggi. Pemanasan ini menyebabkan udara naik secara vertikal dan membawa uap air ke lapisan atmosfer atas, di mana kondensasi terjadi dan menghasilkan hujan. Hujan ini biasanya bersifat lokal dan turun dalam waktu singkat dengan intensitas tinggi.

6. Hujan muson

Hujan muson atau hujan musiman disebabkan oleh pergerakan angin muson, yaitu angin yang berubah arah secara periodik akibat gerak semu tahunan matahari antara garis balik utara dan garis balik selatan. Di Indonesia, hujan muson biasanya terjadi antara bulan oktober hingga april, sedangkan di asia timur berlangsung sekitar bulan mei hingga agustus. Hujan muson inilah yang menjadi penyebab utama perbedaan antara musim penghujan dan musim kemarau.

2.7 Curah Hujan

Curah hujan merupakan jumlah air hujan yang jatuh ke permukaan tanah datar selama periode waktu tertentu, dan diukur dalam satuan tinggi milimeter (mm) di atas permukaan horizontal. Dalam definisi lain, curah hujan dapat dipahami sebagai volume air hujan yang terkumpul pada suatu permukaan datar tanpa adanya kehilangan akibat penguapan (evaporasi), peresapan ke dalam tanah, maupun aliran permukaan. Karena kondisi geografis yang berbeda-beda, curah hujan di wilayah Indonesia sangat bervariasi.

Menurut Arifin (2010), curah hujan adalah jumlah air yang jatuh di permukaan tanah dalam suatu periode tertentu, tanpa mempertimbangkan kehilangan akibat proses evaporasi, aliran permukaan, maupun infiltrasi, yang dinyatakan dalam bentuk tinggi air. Dalam hal ini, tinggi air hujan sebesar 1 mm berarti bahwa air hujan yang jatuh pada bidang seluas 1 m² memiliki volume sebanyak 1 liter. Dalam mempelajari curah hujan, terdapat beberapa unsur penting yang perlu diperhatikan, antara lain: jumlah curah hujan secara keseluruhan dalam suatu periode, serta intensitas hujan, yaitu kekuatan atau laju jatuhnya tetesan air hujan dalam satuan waktu tertentu.

Menurut Linsley (1996), jenis-jenis hujan dapat diklasifikasikan berdasarkan intensitas curah hujannya, yang dinyatakan dalam satuan milimeter per jam (mm/jam), sebagai berikut:

1. Hujan ringan, yaitu hujan dengan intensitas curah hujan hingga 2,5 mm per jam.
2. Hujan menengah, yaitu hujan dengan intensitas curah hujan antara 2,5 mm hingga 7,6 mm per jam.

3. Hujan lebat, yaitu hujan dengan intensitas curah hujan lebih dari 7,6 mm per jam.

Uji konsistensi data curah hujan dapat dilakukan dengan menggunakan metode kurva massa ganda (*double mass curve*). Untuk menilai tingkat konsistensi data curah hujan di suatu stasiun, langkah pertama yang perlu dilakukan adalah mengumpulkan data curah hujan yang bersifat homogen dari beberapa stasiun hujan di sekitarnya. Selanjutnya, dihitung rata-rata curah hujan tahunan dari stasiun-stasiun tersebut. Menurut Asdak (2004), nilai akumulasi rata-rata curah hujan dari stasiun-stasiun pembanding tersebut kemudian dipetakan (dipetakan/diplotkan) terhadap nilai akumulasi curah hujan tahunan dari stasiun yang sedang diuji. Dengan cara ini, dapat diketahui apakah data curah hujan di stasiun tersebut konsisten atau mengalami perubahan pola seiring waktu.

2.7.1 Analisis Hujan Rencana

Menurut Nurhamidin (2015), hujan rencana adalah parameter utama dalam penentuan debit banjir rencana, yang berfungsi sebagai acuan dalam perencanaan dimensi saluran drainase dan bangunan pengendali banjir lainnya. Penetapan hujan rencana dilakukan dengan menganalisis curah hujan maksimum tahunan dan menerapkannya pada distribusi probabilitas yang sesuai, seperti distribusi Normal, Log-Normal, Gumbel, atau Pearson Type III.

2.7.2 Analisis Distribusi Frekuensi

Analisis dalam ilmu statistika sangat diperlukan untuk mengatasi ketidakpastian terkait besarnya debit air yang harus direncanakan serta kebutuhan penyediaan air di masa yang akan datang. Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan debit rencana dan debit andalan adalah melalui analisis

distribusi probabilitas. Distribusi mengacu pada susunan data yang diurutkan berdasarkan nilai dari yang terbesar hingga terkecil atau sebaliknya, sedangkan probabilitas merupakan perbandingan antara jumlah kejadian yang diharapkan dengan total jumlah kemungkinan kejadian, baik yang mungkin terjadi maupun yang tidak mungkin terjadi (Soemarto, 1999).

a. Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut juga distribusi Gauss.

$$K_T = \frac{X_T - R}{S} \dots\dots\dots \text{Pers.}$$

(1)

Dimana:

X_T = Perkalian nilai yang diharapkan terjadi periode ulang T Tahun

K_T = Faktor Frekuensi

R = Nilai rata-rata hitung variat

S = Deviasi standart nilai variat

Tabel 2. Nilai variabel reduksi Gauss (Suripin, 2004)

No	Periode Ulang	Peluang	KT	No	Periode Ulang	Peluang	KT
1	1.001	0.999	-3,05	11	2.500	0.400	0.25
2	1.005	0.995	-2,58	12	3.330	0.300	0.52
3	1.010	0.990	-2,33	13	4.000	0.250	0.67
4	1.050	0.950	-1,64	14	5.000	0.200	0.84
5	1.110	0.900	-1,28	15	10.000	0.100	1.28
6	1.250	0.800	-0,84	16	20.000	0.050	1.64
7	1.330	0.750	-0,67	17	50.000	0.020	2.05
8	1.430	0.700	-0,52	18	100.000	0.010	2.33
9	1.670	0.600	-0,25	19	200.000	0.005	2.58
10	2.000	0.500	0	20	500.000	0.002	2.88

b. Distribusi Log Normal

Untuk menghitung Distribusi Log Normal rencana curah hujan, persamaan berikut untuk menghitung Distribusi Log Normal data X : jika

variabel acak $Y = \log X$ terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti Distribusi Log Normal.

$$X_T = R + K_T \cdot S \quad \dots\dots\dots \text{Pers. (2)}$$

$$K_T = \frac{Y_T - R}{S}$$

Dimana:

X_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T

R = Nilai rata-rata hitung variat

S = Deviasi standart nilai variat

K_T = Faktor frekuensi merupakan fungsi dari peluang

c. Distribusi Log Pearson III

Bentuk distribusi Log pearson III merupakan hasil dari transformasi dari distribusi log Pearson III dengan mengganti varian menjadi nilai logaritma. Langkah-langkah dalam perhitungan curah hujan rencana berdasarkan perhitungan Log Pearson III sebagai berikut. Persamaan yang digunakan untuk menghitung curah hujan rencana dengan metode Log Pearson III adalah:

1) Ubah data ke dalam bentuk logaritmis, $X = \log X$

2) Menghitung harga rata-rata:

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \quad \dots\dots\dots \text{Pers.}$$

(3)

3) Menghitung harga simpanan baku:

$$S_d = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{(n-1)} \right]^{0.5} \quad \dots\dots\dots \text{Pers.}$$

(4)

- 4) Menghitung koefisien kemencengan:

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \dots\dots\dots \text{Pers. (5)}$$

- 5) Menghitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus:

$$\log X_T = \log \bar{X} + K.s \dots\dots\dots \text{Pers.}$$

(6)

Dimana:

K = Variabel standart (*standardized variable*) .

X = Variabel acak kontinu.

Cs = Koefisien kemencengan.

s = Deviasi standart dari logaritkik X.

Log \bar{X} = Nilai rata-rata hitung variat.

X_T = Besarnya curah hujan rancangan untuk periode ulang T

Tabel 3. Nilai K untuk metode Distribusi Log Pearson III (Suripin, 2004)

Koef. G	Periode Ulang (Tahun)							
	10.101	1.25	2	5	10	25	50	100
	Persentasi Peluang Terlampaui							
	99,000	80	50	20	10	4	2	1
3.0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2.8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2.6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2.4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2.2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2.0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,922	3,605
1.8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1.6	-1,197	-0,819	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1.4	-1,319	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1.2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1.0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0.8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,338	1,993	2,453	2,891
0.6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755

0.4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0.2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,475
0.0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	-0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178

d. Distribusi Gumbel

Persoalan yang utama dengan nilai-nilai ekstrem datang dari persoalan banjir. Tujuan dari nilai-nilai ekstrem tersebut datang untuk menganalisis hasil pengamatan nilai-nilai ekstram untuk memperkirakan nilai-nilai ekstrem berikutnya. Distribusi Gumbel sebenarnya mempunyai distribusi eksponensial ganda yang dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$1) P(Y_T) = e^{-e^{-A(X-B)}} \dots\dots\dots \text{Pers. (7)}$$

Dengan A dan B merupakan parameteranya. Bila disubsitusikan harga $Y_T = A(X - B)$, dimana Y_T disebut pula sebagai variasi pengurangan (*reduce variate*), maka:

$$2) P(Y_T) = e^{-e^{-Y}} \dots\dots\dots \text{Pers. (8)}$$

Dimana:

e = Bilangan alam = 2,7182818

Y_T = Variasi reduksi (*reduce variate*)

Chow menyarankan agar variate X yang menggambarkan deret hidrologi acak dapat dinyatakan dengan rumus berikut ini.

$$3) X = \mu + \sigma K \dots\dots\dots \text{Pers. (9)}$$

Dimana:

μ = Nilai rata-rata (*mean value*)

σ = Standart deviasi

K= Faktor frekuensi

Bentuk persamaan akhir yang digunakan pada metode Gumbel adalah:

$$4) \quad X_T = \bar{X} + \frac{Y_t - Y_n}{S_n} S_x \quad \dots\dots\dots \text{Pers.}$$

(10)

$$5) \quad Y_T = -I_n \left[I_n \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \quad \dots\dots\dots \text{Pers.}$$

(11)

Dimana:

X_T = Besarnya kejadian untuk periode ulang T

Y_T = Variasi reduksi

Y_n = Nilai tengah reduce variate tergantung banyaknya sampel

S_x = Standart Deviasi

S_n = Standart Deviasi dari *reduced variate*

$$6) \quad S_x = \sqrt{\frac{\sum_1^n X_i^2 - \bar{X} \sum_1^n X_i}{n-1}} \quad \dots\dots\dots \text{Pers. (12)}$$

X_i = Curah hujan dengan Periode I

$$7) \quad K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \quad \dots\dots\dots \text{Pers. (13)}$$

Dimana:

n = Jumlah pengamatan

K= Faktor frekuensi

Y_t = *Reduced Variate*

Tabel 4. Variasi Reduksi Y_{Tr} sebagai fungsi periode ulang (Montarcih, 2009)

T	Y_t
(Tahun)	(Reduced Variate)
2	0,3665

5	1,4999
10	2,2504
20	2,9702
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001
200	5,2958

Tabel 5. Reduksi Rata-Rata (*Reduced Mean*) Sn (Montarcih, 2009)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,49	0,49	0,50	0,50	0,51	0,51	0,51	0,51	0,52	0,52
20	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
30	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
40	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
50	0,54	0,54	0,54	0,54	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
60	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
70	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
80	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
90	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
100	0,56	0,50	0,50	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56

2.8 Uji Kecocokan Parameter Distribusi

Uji distribusi frekuensi dilakukan untuk memastikan apakah jenis distribusi yang digunakan sudah sesuai. Tujuan dari uji ini antara lain:

1. Menilai kesesuaian antara data hasil pengamatan dengan model distribusi yang diharapkan atau yang diperoleh secara teoritis.
2. Menguji kebenaran suatu hipotesis, apakah dapat diterima atau harus ditolak. Hipotesis sendiri merupakan suatu pernyataan atau dugaan sementara yang diajukan untuk menjelaskan suatu fenomena, dan berfungsi sebagai dasar dalam pelaksanaan penelitian lebih lanjut.

Untuk melakukan pengujian ini, langkah awal yang perlu dilakukan adalah memplot data hasil pengamatan ke dalam kertas probabilitas Log Pearson III, disertai dengan penentuan garis durasi yang sesuai. Proses plotting data dilakukan melalui tahapan berikut:

- a. Susun data curah hujan maksimum harian rata-rata tahunan dari nilai terkecil hingga terbesar.
- b. Hitung nilai probabilitas kejadian menggunakan rumus Weibull.
- c. Gambarkan atau plotkan nilai curah hujan (X_i) terhadap nilai probabilitas (P) pada kertas probabilitas.

Dalam penelitian ini, dilakukan uji kesesuaian distribusi untuk mengetahui apakah data yang diperoleh sesuai dengan jenis distribusi teoritis yang telah dipilih. Oleh karena itu, diperlukan pengujian lebih lanjut guna memastikan kecocokan tersebut. Pengujian ini dapat dilakukan dengan menggunakan dua metode, yaitu Uji Kolmogorov-Smirnov dan Uji Chi-Kuadrat.

2.8.1 Uji Smirnov-Kolmogorov

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui simpangan horizontal maksimum antara data hasil pengamatan dan data distribusi teoritis. Uji Kolmogorov-Smirnov, yang juga dikenal sebagai uji kecocokan non-parametrik, tidak bergantung pada asumsi mengenai bentuk distribusi tertentu. Suatu distribusi dikatakan sesuai apabila simpangan maksimum yang terjadi, yang dilambangkan dengan Δ_{maks} , lebih kecil dari nilai Δ_{kritis} (nilai kritis teoritis). Adapun tahapan dalam pelaksanaan uji ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengurutkan data kecil ke besar.
- b. Menghitung persamaan empiris dengan persamaan Weibull (Sri Harto, 1993):

$$P = \frac{M}{n+1} \times 100 \% \text{) } \dots\dots\dots \text{ Pers. (14)}$$

Dengan:

$$P = \text{Peluang (\%)}$$

M = Nomor Urut Data

n = Jumlah Data

- c. Mencari nilai G dengan rumus:

$$G = \frac{(\log X_i - \log X)}{S_i}) \dots\dots\dots \text{Pers. (15)}$$

- d. Mencari harga Pr melalui Tabel Distribusi Log Pearson III.

- e. Menghitung nilai P(x):

$$P(x) = 100 - Pr) \dots\dots\dots \text{Pers. (16)}$$

- f. Menghitung selisih Sn(x) dan P(x):

$$\Delta_{maks} = [sn(x) - P(x)]) \dots\dots\dots \text{Pers. (17)}$$

- g. Mencari besarnya simpangan teoritis (Δ_{kritis}) melalui table Smirnov Kolmogorov (hubungan antara jumlah data (n) dengan probabilitas).

- h. Membandingkan nilai Δ_{maks} dengan Δ_{kritis} . Jika $\Delta_{maks} < \Delta_{kritis}$ berarti uji ini berhasil dan jika $\Delta_{maks} > \Delta_{kritis}$ berarti gagal.

Tabel 6. Nilai Kritis (Δ_{cr}) Smirnov-Kolmogorov (Montarcih, 2009)

Ukuran Sampel (n)	Level Of Significance (%)				
	20	15	10	5	1
1	0,9	0,925	0,95	0,975	0,995
2	0,684	0,762	0,776	0,842	0,929
3	0,565	0,597	0,642	0,708	0,829
4	0,494	0,525	0,564	0,624	0,734
5	0,446	0,474	0,51	0,563	0,669
6	0,41	0,436	0,47	0,521	0,618
7	0,381	0,405	0,438	0,486	0,577
8	0,358	0,381	0,411	0,457	0,543
9	0,339	0,36	0,388	0,432	0,514
10	0,322	0,342	0,368	0,409	0,486
11	0,307	0,326	0,411	0,391	0,468
12	0,295	0,302	0,388	0,385	0,45
13	0,284	0,313	0,325	0,361	0,433

14	0,274	0,292	0,314	0,349	0,418
15	0,266	0,283	0,304	0,338	0,404
16	0,258	0,274	0,295	0,328	0,397
17	0,25	0,266	0,286	0,318	0,38
18	0,244	0,259	0,278	0,309	0,37
19	0,237	0,252	0,272	0,301	0,361
20	0,231	0,246	0,264	0,294	0,352

2.8.2 Uji Chi Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat bertujuan untuk mengevaluasi apakah distribusi peluang yang dipilih secara teoritis sesuai dengan distribusi frekuensi dari data sampel yang dianalisis. Pengambilan keputusan dalam uji ini didasarkan pada nilai statistik X^2 , sehingga metode ini dikenal sebagai Uji Chi-Kuadrat. Nilai X^2 tersebut dapat dihitung menggunakan rumus:

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad \text{Pers. (18)}$$

X_h^2 = Parameter Chi Kuadrat X^2

O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke i

E_i = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i

- a. Penentuan jumlah sub kelompok (K)

$$K = 1 + 3,322 \log n \quad \text{Pers. (19)}$$

- b. Penentuan derajat kebebasan (D_k)

$$D_k = G - R - 1 \quad \text{Pers. (20)}$$

- c. Menghitung nilai teoritis (E_f)

$$E_f = \frac{n}{G} \quad \text{Pers. (21)}$$

Tabel 7. Nilai kritis untuk uji chi kuadrat (Suripin, 2004)

dk	α derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558
25	10,520	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,160	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	45,722	49,588	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,773	46,979	50,892	53,672

2.9 Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien pengaliran (*runoff coefficient*) merupakan rasio antara jumlah air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah (*surface runoff*) dengan total curah hujan yang turun dari atmosfer. Nilai koefisien ini berkisar antara 0 hingga 1, dan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti jenis tanah, vegetasi, tata guna lahan, serta keberadaan konstruksi permukaan seperti jalan beraspal, atap bangunan, dan permukaan kedap air lainnya. Elemen-elemen tersebut dapat menghambat

infiltrasi air ke dalam tanah, sehingga meningkatkan volume limpasan permukaan yang bahkan dapat mendekati 100%. Besarnya nilai koefisien pengaliran (C) untuk kawasan perkotaan telah diteliti oleh sejumlah ahli dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 8. Koefisien Pengaliran Daerah Perkotaan (Halim, 2002)

Jenis Daerah	Koefisien Limpasan
Daerah Perdagangan	
Kota	0,70 – 0,95
Sekitar Kota	0,50 – 0,70
Daerah Permukiman	
Satu rumah	0,30 - 0,50
Banyak rumah, terpisah	0,40 – 0,60
Banyak rumah, rapat	0,60 - 0,75
Pemukiman, Pinggiran kota	0,25 – 0,40
Apartemen	0,50 – 0,70
Daerah industri	
Ringan	0,50-0,80
padat	0,60-0,90
Lapangan, kuburan dan sejenisnya	0,10-0,25
Halaman, jalan kereta api dan sejenisnya	0,20-0,35
Lahan tidak terpelihara	0,10-0,30

Tabel 9. Kondisi Permukaan Daerah Perkotaan (Halim, 2002)

Kondisi Permukaan	Koefisien Limpasan
Jalan Aspal	
Aspal dan Beton	0,70 – 0,95
Batu bata dan batako	0,70 -0,85
Halaman berumput, tanah pasir	
Datar, 2%	0,05-0,10
Rata-rata, 2-7%	0,10-0,15
Curam, 7% atau lebih	0,15-0,20

Koefisien pengaliran juga dapat diartikan sebagai perbandingan antara volume curah hujan yang langsung menjadi limpasan permukaan dengan total curah hujan yang terjadi. Besaran ini dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti tata guna lahan, kemiringan lereng, serta jenis dan kondisi tanah. Dalam menentukan

nilai koefisien pengaliran, penting untuk mempertimbangkan potensi perubahan penggunaan lahan di masa mendatang agar hasil perencanaan tetap akurat dan relevan.

2.10 Debit banjir Rencana

Debit banjir rencana merupakan debit aliran maksimum yang harus dapat ditampung oleh sistem drainase untuk menghindari terjadinya genangan. Pada sistem drainase di wilayah perkotaan dan jalan raya, debit rencana umumnya ditetapkan berdasarkan debit banjir maksimum dengan periode ulang 5 tahun. Artinya, terdapat kemungkinan bahwa debit banjir maksimum tersebut akan terjadi setidaknya satu kali dalam kurun waktu 5 tahun, dua kali dalam 10 tahun, atau sebanyak 20 kali dalam 100 tahun. Pemilihan periode ulang 5 tahun didasarkan pada pertimbangan teknis dan ekonomis yang mempertimbangkan tingkat risiko dan dampak yang dapat ditimbulkan :

1. Risiko yang ditimbulkan oleh genangan akibat hujan di kawasan perkotaan tergolong relatif kecil jika dibandingkan dengan dampak banjir yang disebabkan oleh luapan sungai.
2. Keterbatasan lahan di wilayah perkotaan menjadi kendala dalam perencanaan saluran drainase yang mampu menampung debit banjir dengan periode ulang yang lebih besar dari 5 tahun.
3. Wilayah perkotaan mengalami dinamika perubahan tata guna lahan dalam periode waktu tertentu, yang dapat menyebabkan perubahan terhadap kapasitas dan fungsi sistem drainase yang telah dirancang.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tersebut, penentuan debit banjir rencana dilakukan melalui analisis menggunakan metode Rasional.

2.11 Metode Rasional

Untuk memakai metode rasional jika luas daerah aliran sungai yang di ketahui dengan menggunakan metode rasional adalah sebagai berikut:

$$Q=0,00278.C.I.A \dots\dots\dots \text{Pers. (22)}$$

$$C_s=\frac{2T_c}{2T_c+T_d} \dots\dots\dots \text{Pers. (23)}$$

Di mana:

Q = Debit rencana dengan periode ulang T tahun (m³/dtk)

C = Koefisien aliran permukaan

C_s = Koefisien tampungan oleh cekungan terhadap debit rencana

I = Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km²)

T_c = Waktu konsentrasi (jam)

T_d = Waktu aliran air mengakir di dalam saluran dari hulu hingga ke tempat Pengukuran (jam)

2.12 Pengertian Drainase

Menurut Haryono (1999), istilah drainase (*drainage*) berasal dari kata to drain yang berarti mengalirkan atau mengosongkan air. Dalam konteks teknik sipil, drainase diartikan sebagai suatu upaya teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari curah hujan, air lindi, maupun air irigasi yang berlebih, guna mencegah gangguan terhadap fungsi lahan. Secara umum, drainase mencakup pengelolaan dan pengaliran air permukaan maupun air tanah menuju badan air penerima atau sistem peresapan, agar tidak menyebabkan genangan atau kerusakan lingkungan. Menurut Suripin. (2004). Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya sanitasi. Selain

berfungsi untuk mengatasi genangan, drainase juga berperan dalam memperbaiki kualitas air dan menjaga kesehatan lingkungan. Air yang menggenang dalam waktu lama dapat menyebabkan berbagai masalah, seperti pertumbuhan nyamuk penyebab penyakit. Menurut Halim. (2012) drainase merupakan ilmu yang mengkaji cara-cara praktis untuk mengurangi kelebihan air di suatu tempat, baik yang berasal dari rembesan, hujan. atau sumber-sumber lain, sehingga tidak mengganggu kemampuan area tersebut untuk berfungsi.

2.13 Fungsi Drainase

Menurut Reza Gibran, (2024). Sistem drainase mampu menjadi salah satu metode pembebasan suatu area dari dampak-dampak bencana alam dalam meminimalisir penularan penyakit yang diakibatkan oleh sistem sanitasi yang buruk. Fungsi drainase adalah sebagai berikut:

1. Melindungi wilayah, khususnya daerah dengan kepadatan penduduk tinggi, dari risiko genangan air, erosi, dan banjir.
2. Dengan kelancaran aliran air, sistem drainase yang baik dapat mengurangi risiko terhadap kesehatan lingkungan, serta mencegah penyebaran penyakit seperti malaria dan penyakit berbasis air lainnya.
3. Penggunaan lahan permukiman yang padat menjadi lebih efisien karena sistem drainase dapat mengendalikan kelembaban tanah yang berlebih.
4. Sistem drainase yang terencana dengan baik dapat mengoptimalkan pemanfaatan lahan dan meminimalkan kerusakan pada struktur tanah, jalan, dan bangunan lainnya.

5. Pengembangan sistem drainase di kawasan perkotaan harus mempertimbangkan fungsi dan efektivitasnya dalam pengelolaan air permukaan.
6. Drainase juga berperan sebagai infrastruktur kota yang ramah lingkungan dan mendukung keberlanjutan pembangunan wilayah perkotaan.

2.14 Klasifikasi Drainase

Menurut Kusumo, (2009) Klasifikasi drainase dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Drainase Berdasarkan Sejarah Terbentuknya
 - a. Drainase Alami (*Natural Drainage*) merupakan drainase alami terbentuk secara alami tanpa campur tangan manusia, umumnya tidak memiliki bangunan penunjang. Saluran ini terbentuk dari proses erosi air yang mengalir akibat gaya gravitasi, yang secara bertahap membentuk jalur aliran permanen seperti sungai. Wilayah yang memiliki sistem drainase alami yang baik umumnya memerlukan perlindungan tambahan yang lebih sedikit dibandingkan daerah dataran rendah, yang sering berperan sebagai tampungan aliran dari wilayah hulu yang lebih luas.
 - b. Drainase Buatan (*Artificial Drainage*) merupakan sistem drainase yang dirancang dan dibangun untuk tujuan tertentu. Sistem ini membutuhkan infrastruktur penunjang seperti selokan dengan pasangan batu, gorong-gorong, atau jaringan pipa.
2. Drainase Berdasarkan Letak Bangunannya

- a. Drainase Permukaan (*Surface Drainage*) merupakan Drainase jenis ini terletak di atas permukaan tanah dan berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan secara langsung. Aliran air pada sistem ini dianalisis menggunakan pendekatan aliran saluran terbuka (*open channel flow*).
 - b. Drainase Bawah Permukaan (*Subsurface Drainage*) merupakan Drainase bawah permukaan berfungsi mengalirkan air melalui sistem di bawah tanah, seperti pipa-pipa bawah permukaan. Sistem ini umumnya digunakan karena pertimbangan estetika atau fungsi lahan yang tidak memungkinkan adanya saluran terbuka, seperti pada lapangan sepak bola atau area landasan pesawat.
3. Drainase Berdasarkan Konstruksinya
- a. Saluran terbuka yaitu Saluran ini cocok digunakan untuk mengalirkan air hujan, terutama di wilayah dengan lahan yang luas. Selain itu, dapat digunakan untuk air non-hujan yang tidak menimbulkan risiko terhadap kesehatan maupun gangguan lingkungan.
 - b. Saluran tertutup Saluran tertutup umumnya digunakan untuk mengalirkan air limbah atau air yang berpotensi mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan. Sistem ini sering diterapkan di kawasan perkotaan untuk menjamin kebersihan dan kesehatan lingkungan.

2.15 Sistem Drainase

Air yang berlebihan yang umumnya berupa genangan disebut dengan banjir mengubah ketinggian air, untuk mencegah limpasan air di jalan, jalan

dibangun pada ketinggian yang lebih tinggi sejak tahun 300 SM, yang menunjukkan perlunya sistem drainase sejak lama. Permasalahan drainase di wilayah perkotaan pada umumnya dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori utama, yaitu:

1. Permasalahan drainase yang disebabkan oleh aktivitas Manusia:
 - a. Terjadinya perubahan tata guna lahan di wilayah daerah aliran sungai (DAS) yang tidak sesuai dengan peruntukannya.
 - b. Alih fungsi saluran irigasi menjadi saluran drainase tanpa perencanaan teknis yang memadai.
 - c. Pembuangan sampah secara sembarangan ke dalam saluran drainase yang mengakibatkan penyumbatan.
 - d. Munculnya kawasan permukiman kumuh atau bangunan liar yang dibangun di sepanjang bantaran sungai atau saluran drainase.
 - e. Infrastruktur drainase yang tidak berfungsi secara optimal, seperti bendungan, pintu air, dan bangunan air lainnya yang mengalami kerusakan atau tidak terawat
2. Permasalahan drainase yang disebabkan oleh faktor alam:
 - a. Terjadinya erosi dan sedimentasi yang mengurangi kapasitas saluran drainase.
 - b. Tingginya intensitas curah hujan yang melebihi kapasitas
 - c. sistem drainase.
 - d. Kondisi fisiografi dan geofisik sungai yang kurang mendukung sistem aliran.

- e. Kapasitas sungai atau saluran drainase yang tidak memadai untuk menampung volume aliran air saat hujan lebat.
- f. Pengaruh pasang surut air laut yang menyebabkan aliran air terhambat dan kembali menggenangi kawasan hulu.

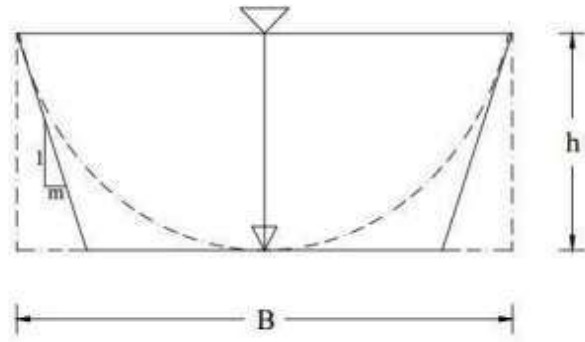
Selain faktor-faktor di atas, permasalahan yang paling sering muncul setiap musim hujan adalah banjir dan genangan air. Hal ini disebabkan oleh sistem drainase yang belum dikelola secara menyeluruh dan terpadu. Kurangnya kesadaran serta minimnya partisipasi masyarakat dalam menjaga dan merawat saluran drainase menyebabkan saluran tersumbat oleh sampah rumah tangga maupun limbah industri. Akibatnya, air hujan tidak dapat mengalir secara optimal sehingga menimbulkan genangan bahkan banjir.

2.16 Bentuk Penampang Drainase

Bentuk dari saluran - saluran dimensi drainase sama halnya dengan bentuk saluran irigasi serta dalam perencanaan dimensi saluran harus direncanakan seekonomis mungkin. Adapun bentuk saluran antara lain:

1. Trapesium

Pada umumnya saluran berbentuk trapesium terbuat dari tanah akan tetapi tidak menutup kemungkinan dibuat dari pasangan batu dan beton. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar. Seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Saluran Trapesium (Suripin, 2004)

Rumus penampang trapesium antara lain:

$$A = (B + mh) h$$

$$P = B + 2h$$

$$B = P - 2h$$

X penampang trapesium paling ekonomis adalah jika kemiringan dindingnya m :

$$A = (b + mh)h$$

Dimana :

A : luas penampang basah (m^2),

b : lebar dasar saluran (m),

m : kemiringan sisi saluran ($\tan \theta$),

h : kedalaman air (m).

$$P = B + 2h \sqrt{m^2 + 1}$$

Dimana :

P : keliling basah (m),

b : lebar dasar saluran (m),

h : kedalaman air (m),

m : kemiringan sisi saluran ($\tan \theta$).

$$R = A / P$$

Dimana :

R : jari-jari hidrolik (m),

A : luas penampang basah (m²),

P : keliling basah (m)

$$V = (1/n) * R^{2/3} * l^{1/2}$$

Dimana :

V : kecepatan aliran,

n : koefisien kekasaran Manning,

R : jari-jari hidrolik,

S : kemiringan dasar saluran

2.17 Kemiringan Saluran

Kemiringan saluran mencakup dua aspek utama, yaitu kemiringan dasar saluran dan kemiringan dinding saluran. Kemiringan dasar saluran merujuk pada kemiringan memanjang dasar saluran yang umumnya dipengaruhi oleh kondisi topografi wilayah serta kebutuhan tekanan hidrolik agar aliran dapat terjadi sesuai dengan kecepatan yang diinginkan. Batas maksimum kemiringan dasar saluran berkisar antara 0,005 hingga 0,008, tergantung pada jenis bahan yang digunakan untuk konstruksi saluran. Kemiringan yang melebihi nilai 0,002 pada tanah lepas, atau 0,005 pada tanah padat, berpotensi menimbulkan erosi (penggerusan) pada dasar saluran. Oleh karena itu, kemiringan muka air rencana (*slope*) sebaiknya disesuaikan dengan kemiringan dasar saluran yang tersedia. Dalam perencanaan bentuk dan kemiringan saluran, perlu dipastikan bahwa

kecepatan aliran yang dihasilkan tidak melebihi batas kecepatan maksimum yang diizinkan, sebagaimana dijelaskan oleh Wesli (2008).

2.18 Jagaan (*Freeboard*)

Jagaan atau *freeboard* pada suatu saluran merupakan jarak vertikal antara puncak tanggul dan permukaan air pada kondisi perencanaan. Jagaan ini dirancang sebagai langkah pengaman untuk mencegah meluapnya air dari saluran, yang dapat disebabkan oleh fluktuasi permukaan air, seperti gelombang, hembusan angin, atau pasang surut. Menurut Wesli (2008), nilai jagaan yang umum digunakan berada dalam kisaran kurang dari 5% hingga 30% dari kedalaman aliran, tergantung pada karakteristik saluran dan kondisi hidrodinamika yang dipertimbangkan dalam perencanaan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Pendekatan penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah metode deskriptif kuantitatif, yaitu suatu metode ilmiah yang disusun secara sistematis untuk mengkaji bagian-bagian dari suatu fenomena serta hubungan antar komponen tersebut. Dalam pelaksanaannya, perencanaan didasarkan pada berbagai sumber terpercaya seperti buku, jurnal ilmiah, artikel berita, serta hasil observasi langsung di lokasi penelitian. Proses analisis dan perhitungan dilakukan berdasarkan pedoman teknis dan standar perencanaan yang ditetapkan, di antaranya merujuk pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan dan dokumen teknis Pd T-02-2006-B dari Departemen Pekerjaan Umum mengenai sistem drainase jalan. Selain itu, juga digunakan berbagai referensi dari penelitian sebelumnya yang relevan untuk memperkuat dasar perencanaan.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan bertempat pada area drainase wilayah Kelurahan Bandar Selamat, Kecamatan Medan Tembung, Kota Medan, Sumatera Utara. Terletak antara 3°35'50" Lintang utara dan 98°43'23" Lintang selatan, dimana titik rawan terjadinya banjir sekitar simpang tiga dari Jalan Exit Tol Bandar Selamat menuju arah jalan Letda Sujono yang terlihat pada Gambar 3.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penentuan lokasi wilayah studi dilakukan guna memperoleh informasi yang komprehensif mengenai karakteristik daerah serta kondisi lingkungan tempat penelitian. Proses pengumpulan data

dilakukan melalui dua metode, yaitu secara langsung dan tidak langsung. Pengumpulan data secara langsung meliputi kegiatan observasi lapangan, seperti pengukuran dan pencatatan kondisi eksisting di lokasi studi. Sementara itu, pengumpulan data secara tidak langsung dilakukan melalui permintaan data kepada instansi terkait atau pihak berwenang yang memiliki informasi yang dibutuhkan, guna melengkapi dan mendukung keakuratan data penelitian.



Gambar 3. Lokasi Peta Kota Medan dan Lokasi Penelitian (Google Earth, 2025)

Kecamatan Medan Tembung merupakan salah satu dari 21 kecamatan yang berada di wilayah administratif Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara. Secara geografis, kecamatan ini berbatasan dengan Kecamatan Medan Perjuangan di sebelah barat, Kabupaten Deli Serdang di sebelah timur dan utara, serta Kecamatan Medan Denai di sebelah selatan. Luas wilayah Kecamatan Medan Tembung tercatat sebesar $\pm 7,86 \text{ km}^2$ dengan jumlah penduduk mencapai 153.559 jiwa.

3.3 Alat Penelitian

Pengambilan data di lapangan dilakukan dengan menggunakan peralatan berikut:

1. Roll meter, digunakan untuk mengukur lebar jalan dan lebar tiap kerusakan jalan
2. Alat tulis, digunakan untuk menulis yaitu berupa pena
3. Buku tulis, digunakan untuk menulis hasil survey yang didapat
4. Kamera Handphone, digunakan untuk mengambil foto dokumentasi lapangan

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Penelitian Tugas Akhir ini memerlukan data primer dan data sekunder untuk diolah dan di analisis.

3.4.1 Data Primer

Survei lapangan dilakukan untuk memperoleh data primer perencanaan drainase di Jalan *Exit Tol* Bandar Selamat, Kelurahan Bandar Selamat Kecamatan Medan Tembung. Data yang diperoleh dari survei dan pengukuran meliputi dimensi saluran drainase.

3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder didapatkan dari penelitian laporan yang sifatnya menunjang dan melengkapi data primer berupa data hujan harian maksimum tahun 2015 hingga 2024 yang didapat dari Stasiun Hujan Klimatologi Sumatera Utara Kabupaten Deli Serdang. Tabel 10 menunjukkan data curah hujan harian maksimum.

Tabel 10. Data curah hujan harian maksimum

DATA CURAH HUJAN MAKSIMUM		
No	Tahun	Curah Hujan Maksimum (Xi)
1	2023	160
2	2019	159
3	2018	147
4	2020	146

5	2017	135
6	2022	132
7	2021	124
8	2024	110
9	2015	90
10	2016	84

3.5 Teknik Analisis Data

Berikut tahapan analisis kondisi fisik untuk mengetahui keberhasilan kapasitas tampung saluran drainase di Jalan Letda Sujono (*Exit Tol*) Bandar Selamat:

1. Analisis data curah hujan berdasarkan periode ulang tertentu untuk mengetahui pola hujan ekstrem
2. Perhitungan intensitas curah hujan berdasarkan hasil analisis periode ulang
3. Estimasi debit banjir rencana dengan mempertimbangkan karakteristik hidrologi wilayah studi
4. Evaluasi terhadap dimensi saluran eksisting guna menilai kesesuaian kapasitas saat ini dengan debit yang dihasilkan
5. Perencanaan dan analisis dimensi saluran yang dirancang sebagai solusi alternatif apabila saluran eksisting tidak mencukupi dalam menampung debit banjir rencana.

3.5.1 Analisis Frekuensi Hujan

Distribusi frekuensi digunakan sebagai dasar untuk menentukan probabilitas terjadinya curah hujan rencana dalam suatu periode ulang tertentu. Frekuensi hujan mengacu pada peluang suatu besaran curah hujan akan sama dengan atau melebihi nilai tertentu. Sebaliknya, periode ulang (*return period*) merupakan estimasi waktu rata-rata hipotetik terjadinya curah hujan dengan

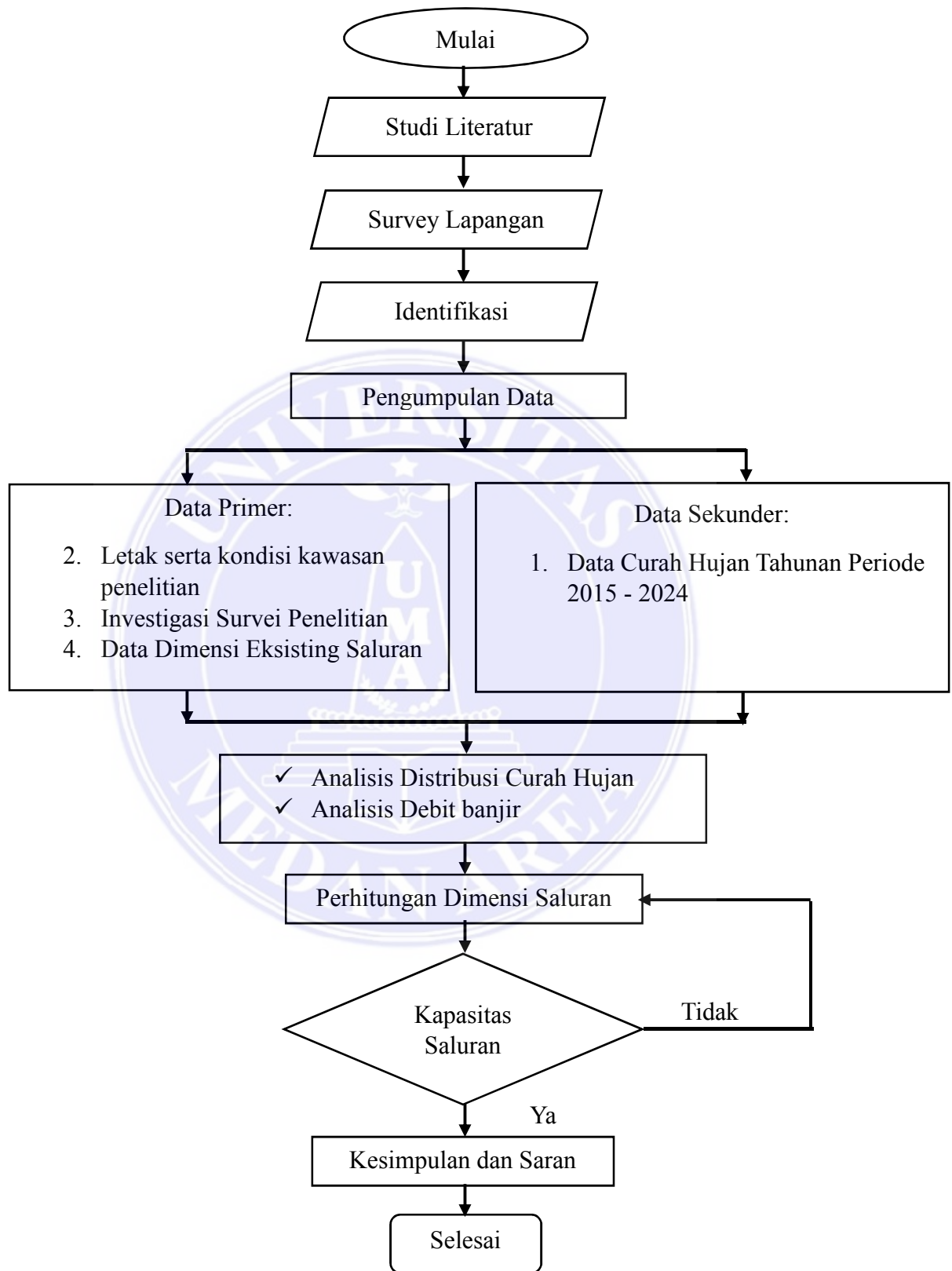
intensitas atau volume tertentu. Perlu dipahami bahwa periode ulang tidak menunjukkan bahwa kejadian tersebut akan terjadi secara teratur dalam interval waktu tersebut. Pemilihan metode distribusi yang digunakan dalam analisis harus disesuaikan dengan karakteristik statistik curah hujan di wilayah kajian, agar hasil estimasi lebih representatif terhadap kondisi setempat.

3.5.2 Analisis Debit Rencana

Analisa debit rencana dalam studi ini, digunakan pendekatan dengan Metode Rasional. Metode ini merupakan salah satu cara yang umum digunakan dalam hidrologi untuk memperkirakan besarnya debit limpasan permukaan akibat curah hujan, dan sering dijadikan acuan dalam perencanaan kapasitas saluran drainase. Prinsip dasar metode rasional adalah bahwa debit maksimum terjadi ketika durasi hujan sama dengan waktu konsentrasi daerah aliran. Dengan kata lain, seluruh area kontribusi limpasan memberikan aliran secara bersamaan ke titik pengamatan. Oleh karena itu, metode ini sangat bergantung pada parameter seperti intensitas hujan, koefisien limpasan, dan luas daerah tangkapan air.

3.6 Kerangka Berpikir

Diagram alir penelitian ini menggambarkan tahapan sistematis yang dimulai dari tahap pendahuluan, dilanjutkan dengan perumusan masalah, penetapan tujuan penelitian, serta penentuan batasan masalah. Selanjutnya, dilakukan tahap pengumpulan data, analisis data, pembahasan hasil, hingga penarikan kesimpulan akhir. Rangkaian tahapan tersebut disajikan secara visual pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alur Penelitian

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis sistem drainase pada *Exit Tol* Bandar Selamat Jalan Letda Sujono Kelurahan Bandar Selamat Kecamatan Medan Tembung, maka didapatkan kesimpulan dibawah ini:

1. Dari hasil analisis kapasitas saluran sekunder pada sekawasan *Exit Tol* Bandar Selamat Kelurahan Bandar Selamat Kecamatan Medan Tembung didapat debit air hujan (Q) sebesar $1,082 \text{ m}^3 / \text{detik}$ pada periode ulang 50 tahun, sedangkan untuk kapasitas tampung saluran $1,888 \text{ m}^3 / \text{detik}$ maka dinyatakan dimensi saluran sekunder tersebut masih dapat menampung kapasitas (Q) rencana debit banjir pada periode 2, 5, 10, 25, 50 Tahun pada daerah penelitian.
2. Hasil analisis menyebutkan bahwa faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya banjir yaitu ketidaksesuaian antara kapasitas saluran drainase dan debit banjir disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain:
 - a. Dimensi saluran yang tidak sesuai dengan debit puncak yang terjadi pada saat hujan ekstrem.
 - b. Tingginya laju aliran permukaan akibat perubahan penggunaan lahan yang memperbesar koefisien limpasan.
 - c. Kurangnya pemeliharaan saluran, seperti adanya sedimentasi, sampah, dan vegetasi liar yang menghambat aliran yang menjadi penyebab utama terjadinya banjir.

Ketidakterpaduan sistem drainase kawasan dengan sistem drainase jalan utama, sehingga menyebabkan aliran terkonsentrasi melebihi kapasitas

saluran. Dengan demikian, diperlukan evaluasi teknis dan pemeliharaan saluran secara berkala untuk mengurangi risiko genangan di kawasan tersebut.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis sistem drainase pada *Exit Tol* Bandar Selamat Jalan Letda Sujono Kelurahan Bandar Selamat Kecamatan Medan Tembung, maka didapatkan saran bagi saluran drainase tersebut:

1. Dari analisis dan hasil survey pengamatan dilapangan didapat bahwa pada saluran drainase sekunder dilokasi tersebut tidak berfungsi dengan maksimal dikarenakan beberapa masalah seperti banyaknya sedimen yang mengendap dan sampah didalam drainase
2. Berdasarkan hasil analisis bahwa saluran drainase pada lokasi tersebut seharusnya dilakukan pemeliharaan secara rutin dengan melakukan pengerukan sedimentasi dan pembersihan sampah disaluran drainase tersebut.
3. Hasil penulis penelitian ini diharapkan dapat menjadi pembelajaran untuk masyarakat setempat agar lebih peduli terhadap lingkungan terutama saluran drainase dan juga menjadi pertimbangan kepada pihak yang terkait untuk merencanakan pemeliharaan saluran secara rutin.

DAFTAR PUSTAKA

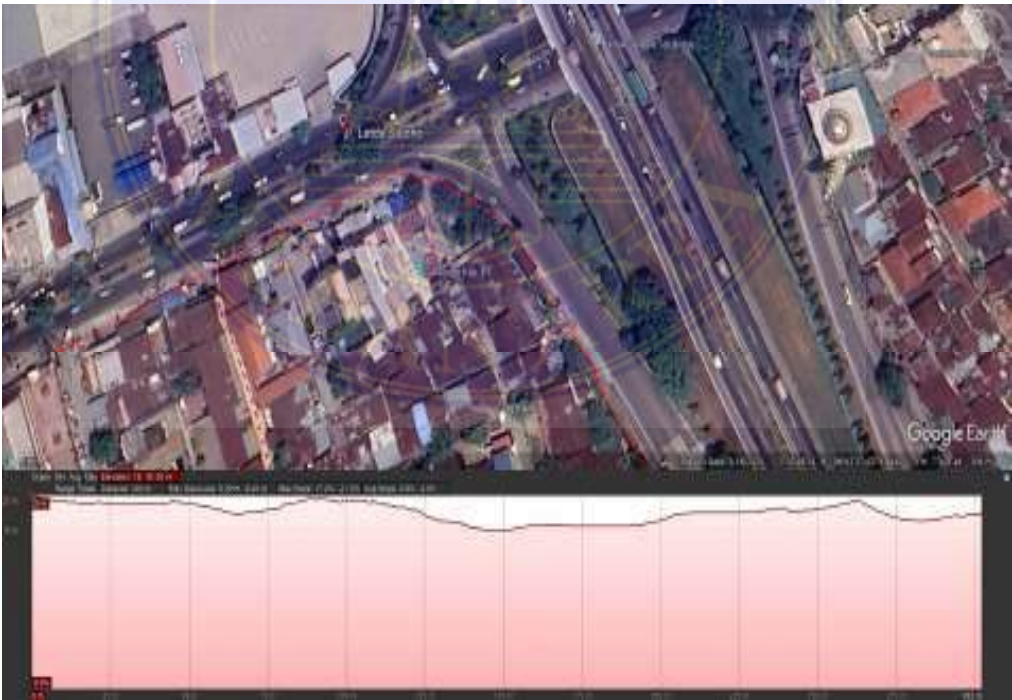
- Abda, J. (2021). Tinjauan Sistem Drainase Jalan. *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial*, 17(2), 107-113.
- Haryono, S. (1999). *Drainase Perkotaan*. Jakarta: Mediatama Saptakarya.
- Hisbulloh. (1995). *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: PradnyabParamita.
- Konstruksi, P. P. dan P. S. D. A. (2017). *Modul Metode Pengendalian Banjir*.
- Hasmar, H.A. Halim. (2012). *Drainase Terapan*. Yogyakarta: UII Press
- Hilmi, M. F. (2018). Analisis Sistem Drainase Untuk Menanggulangi Banjir Pada Kawasan Mapoldasu Medan. *Teknik Sipil*, 1(2), 45-75.
- Istianah, Kuncoro, A. H. B., & Budiningrum, D. S. (2023). Analisis Kapasitas Saluran Drainase Perumahan Jagansari Residence Kabupaten Grobogan. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 10(1), 52–63.
- Kusumo, W. (2009). *Penanganan Sistem Drainase Kecamatan Jati Kabupaten Kudus*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Linsley, Ray K dan Joseph B Franzini. 1996. *Teknik Sumber Daya Air Jilid 2*. Erlangga, Jakarta.
- Mohd Yusoff, M.A., Al-Gheethi, A. and Mohammad Razi, M.A. (2019) 'Evaluation of existing drainage capacity for flood mitigation measures at Segamat, Malaysia', *International Journal of Integrated Engineering*, 11(9 Special Issue), pp. 91–99
- Montarchih, L. (2009). *Hidrologi Teknik Sumber Daya Air-I*. Malang: Citra Malang
- Nurhamidin, A. E., Jasin, M. I., & Halim, F. (2015). Analisis Sistem Drainase Kota Tondano (Studi Kasus Kompleks Kantor Bupati Minahasa). *Jurnal Sipil Statik*, 3(9), 599-612.
- Rumihin, A., Djajadi, R., & Kusumastuti, C. (2015). Analisis Banjir Di DAS Wai Ruhu Dan Wai Batu Merah, Ambon. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 4(1).
- Swandy, I. (2020). *Evaluasi Dimensi Saluran Drainase pada Kawasan Kelurahan Tanah Enam Ratus Kecamatan Medan Marelan Kota Medan (Studi Kasus)*. Laporan Tugas Akhir.
- Soemarto. CD. 1999. *Hidrologi Teknik*. Jakarta : Erlangga
- Supirin, (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang berkelanjutan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Tifani, N. (2024). *Mengidentifikasi Pengendalian Banjir pada Proyek Pembangunan Infrastruktur Permukiman Kawasan Kota Lama Kesawan–Medan*.
- Triatmodjo, Bambang (2010). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Penerbit beta Offset.
- Wismu Ramadhan, (2021). “Studi Penanganan Banjir Pada Kawasan Kelurahan Bandar Selamat Di Jalan Letda Sujono (Studi Kasus).”

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data curah hujan Stasiun Klimatologi Deli Serdang

Stasiun Klimatologi Deli Serdang														
Curah Hujan Harian Maksimum (mm)														
No.	Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	P1 _{max} (mm)
1	2015	42,0	46,0	10,0	12,0	39,0	11,0	86,0	50,0	52,0	76,0	90,0	43,0	90
2	2016	22,8	70,9	8,8	9,2	40,0	41,0	49,2	54,0	84,2	46,7	27,5	33,7	84
3	2017	37,3	39,0	63,3	43,5	22,7	63,5	32,0	31,2	33,5	83,5	64,5	134,8	135
4	2018	29,0	40,0	18,0	67,5	35,1	42,0	62,3	29,0	55,5	147,0	75,5	105,5	147
5	2019	26,9	19,8	9,0	45,8	159,2	21,0	31,0	65,3	102,0	69,5	50,0	54,0	159
6	2020	146,0	56,6	15,8	67,5	85,0	57,5	79,1	91,5	79,4	44,8	27,3	74,0	146
7	2021	103,0	12,3	18,5	25,5	35,5	45,2	52,4	104,0	80,0	89,0	124,4	52,8	124
8	2022	26,0	97,5	117,5	18,4	101,5	132,4	42,5	70,1	68,0	74,4	111,3	71,6	132
9	2023	42,9	6,7	41,0	24,1	160,0	34,0	28,6	76,0	63,6	52,8	42,8	94,2	160
10	2024	52,0	18,0	41,0	21,0	39,0	38,0	27,5	109,5	72,0	66,2	19,0	16,0	110

Lampiran 2. Peta ketinggian jalan Letda Sujono Exit Tol Bandar Selamat (Google Earth, 2025)



Lampiran 3. Dokumentasi penelitian



