

**PENINGKATAN DRAINASE DI KAWASAN JALAN
TUAMANG, KECAMATAN MEDAN TEMBUNG, KOTA
MEDAN**

SKRIPSI

Oleh :

IQBAL MAHDI HARAHAAP

188110033



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 10/1/25

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 (repository.uma.ac.id)10/1/25

**PENINGKATAN DRAINASE DI KAWASAN JALAN
TUAMANG, KECAMATAN MEDAN TEMBUNG, KOTA
MEDAN**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Di Fakultas Teknik

Universitas Medan Area

Oleh :

IQBAL MAHDI HARAHAHAP

188110033



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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


Document Accepted 10/1/25

Access From (repository.uma.ac.id)10/1/25

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Peningkatan Drainase Di Kawasan Jalan Tuamang,
Kecamatan Medan Tembung, Kota Medan
Nama : Iqbal Mahdi Harahap
NPM : 188110033
Fakultas : Teknik

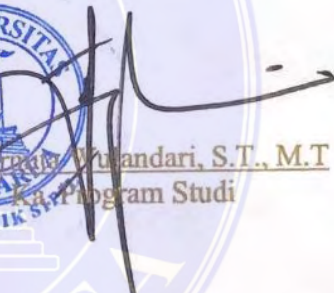
Disetujui Oleh:
Komisi Pembimbing


Ir. Kamaluddin Lubis, M.T
Pembimbing




Dr. Endang Supriatno, ST, MT
Dekan




Nuzulandari, S.T., M.T
Ka. Program Studi

Tanggal Lulus : 17 Juli 2024

HALAMAN PERNYATAAN

Menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapaun 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 sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 17 Juli 2024



Iqbal Mahdi Harahap
188110033

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Iqbal Mahdi Harahap
NPM : 188110033
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 : Peningkatan Drainase Di Kawasan Jalan Tuamang, Kecamatan Medan Tembung, Kota Medan. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis 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 : 17 Juli 2024

Yang menyatakan

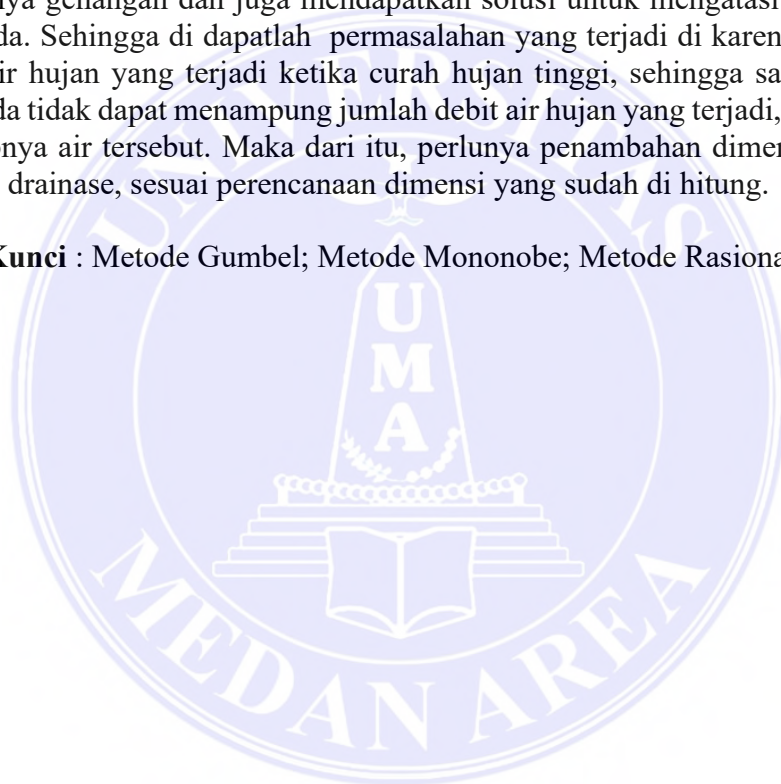


(Iqbal Mahdi Harahap)

ABSTRAK

Kota Medan merupakan salah satu kota yang sering terjadi banjir atau luapan air di Indonesia. Salah satunya terdapat pada daerah jalan Tuamang, Kecamatan Medan Tembung, Kota Medan. Permasalahan ini sering terjadi ketika curah hujan tinggi yang mengakibatkan daerah tersebut tergenang air yang meresahkan masyarakat dan juga pengendara. Maka dari itu, perlunya kajian untuk menganalisis sistem saluran drainase di kawasan jalan Tuamang tersebut. Untuk menyelesaikan permasalahan, penelitian ini mengkaji ulang saluran tersebut dengan menggunakan metode yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014, tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan. Bertujuan untuk mengatasi masalah genangan air yang terjadi di daerah tersebut, mengetahui penyebab terjadinya genangan dan juga mendapatkan solusi untuk mengatasi permasalahan yang ada. Sehingga di dapatlah permasalahan yang terjadi di karenakan besarnya debit air hujan yang terjadi ketika curah hujan tinggi, sehingga saluran drainase yang ada tidak dapat menampung jumlah debit air hujan yang terjadi, menyebabkan meluapnya air tersebut. Maka dari itu, perlunya penambahan dimensi ulang pada saluran drainase, sesuai perencanaan dimensi yang sudah di hitung.

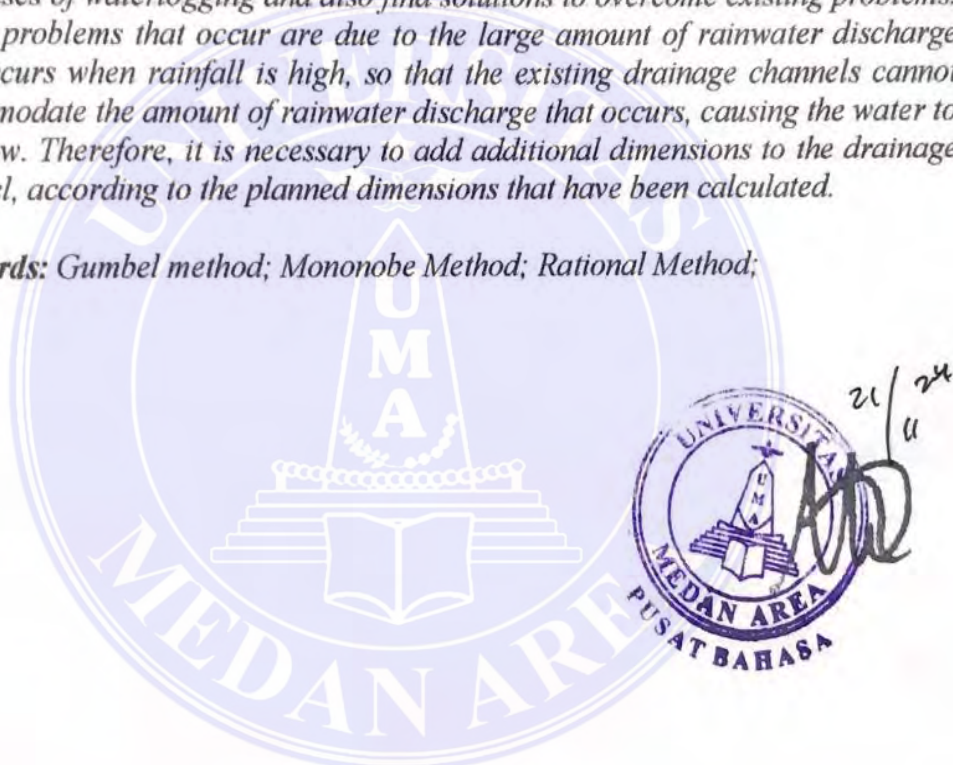
Kata Kunci : Metode Gumbel; Metode Mononobe; Metode Rasional;



ABSTRACT

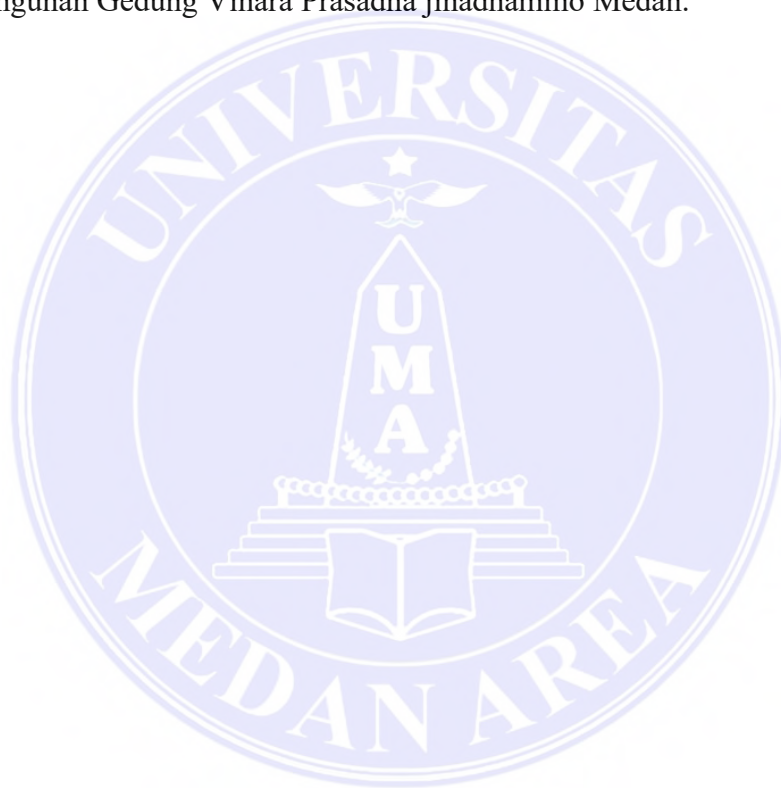
The city of Medan is one of the cities that frequently experiences floods or water overflows in Indonesia. One of them is in the Jalan Tuamang area, Medan Tembung District, Medan City. This problem often occurs when heavy rainfall results in the area being flooded, which is disturbing for the public and motorists. Therefore, there is a need for a study to analyze the drainage system in the Tuamang road area. To resolve the problem, this research reviews the channel using the method stipulated by the Minister of Public Works Regulation Number 12/PRT/M/2014, concerning the Implementation of Urban Drainage Systems. The aim is to overcome the problem of waterlogging that occurs in the area, find out the causes of waterlogging and also find solutions to overcome existing problems. So the problems that occur are due to the large amount of rainwater discharge that occurs when rainfall is high, so that the existing drainage channels cannot accommodate the amount of rainwater discharge that occurs, causing the water to overflow. Therefore, it is necessary to add additional dimensions to the drainage channel, according to the planned dimensions that have been calculated.

Keywords: Gumbel method; Mononobe Method; Rational Method;



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Padang Pada tanggal 12 November 1998 dari Ayah Alm. Adil Harahap dan Ibu Mirnawati Nasution Penulis merupakan putra ke 2 dari 2 bersudara. Tahun 2017 Penulis lulus dari SMA Negeri 1 Padangsidempuan. dan pada tahun 2018 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Proyek Pembangunan Gedung Vihara Prasadha jinadhammo Medan.



KATA PENGANTAR

Assalamu`alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah saya panjatkan puji dan syukur atas kehadiran Allah Swt, yang telah memberikat penulis rahmat kesehatan dan kesempatan serta kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas skripsi ini yang berjudul “**Peningkatan Drainase di Kawasan Jalan Tuamang, Kecamatan Medan Tembung, Kota Medan**” yaitu sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Taklupa juga, penulis menyadari bahwa banyaknya yang terlibat dalam membantu menyelesaikan skripsi ini, tanpa bantuan, bimbingan, dukungan dan juga nasehat mereka serta selalu memberikan semangat kepada penulis, sehingga penyusunan skripsi ini tidak mungkin dapat selesai dengan baik. Maka dari itu, penulis banyak berterima kasih yang setulus tulusnya kepada pihak yang turut membantu dalam penyelesaian skripsi ini kepada, Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc., sebagai Rektor Universitas Medan Area, Bapak Dr.Eng Supriatno S.T,M.T., sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area, Ibu Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T., sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area, Bapak Ir.Kamaluddin Lubis, M.T., sebagai Dosen Pembimbing, Seluruh Dosen dan Staff Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area, Kepada orang tua, kakak, dan juga seluruh keluarga penulis yang sudah memberi dukungan baik dalam material dan moril, Rekan-rekan mahasiswa jurusan Teknik Sipil terkhusus mahasiswa angkatan 2018 Universitas Medan Area.

Semoga penulisan skripsi ini dapat berguna bagi banyak pembaca dan juga dapat di jadikan referensi sebagai perkembangan yang lebih baik. Penulis juga

berharap kritik dan saran yang bersifat membangun dari Bapak dan Ibu Dosen serta teman-teman mahasiswa, sehingga penulis dapat lebih baik lagi kedepannya dalam penulisan skripsi ini.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih dan berharap Skripsi ini dapat berguna terkhusus untuk penulis dan juga pembaca.

Medan, 17 Juli 2024



Iqbal Mahdi Harahap

188110033



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
ABSTRAK.....	v
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pengertian Drainase.....	5
2.1.1 Sejarah Perkembangan Drainase	6
2.1.2 Jenis Drainase.....	7
2.2 Banjir	9
2.3 Hidrologi	10
2.4 Analisa Hidrologi	12
2.4.1 Perhitungan Hujan Rerata	12
2.4.2 Perhitungan Hujan Rencana Dengan Distribusi.....	14
2.5 Analisa Debit Rencana	21
2.5.1 Intensitas Curah Hujan Rencana	21
2.5.2 Waktu Konsentrasi	22
2.5.3 Koefisien Limpasan (<i>run off</i>)	24
2.6 Analisa Hidrolika	26
2.6.1 Analisa Debit Banjir Rancangan.....	26

2.6.2	Perencanaan Debit Banjir.....	26
2.6.3	Analisa Sistem Drainase.....	27
2.7	Teori Analisis Hidrolika Saluran	30
BAB III.	METODOLOGI PENELITIAN	40
3.1	Gambaran Penelitian	40
3.2	Lokasi Penelitian	40
3.3	Motode Pengumpulan Data	41
3.4	Metode Analisa Data	41
3.5	Kerangka Berfikir.....	41
BAB IV.	ANALISA DAN PEMBAHASAN	43
4.1	Analisa.....	43
4.1.2	Koefisien Pengaliran.....	47
4.2	Perhitungan Pada Saluran Primer (Saluran P).....	48
4.2.2	Analisis Debit Banjir Rancangan	50
4.2.3	Debit Air Hujan (Saluran P).....	50
4.2.5	Evaluasi Banjir	53
4.2.6	Menghitung Dimensi Saluran Drainase	53
4.3	Perhitungan Pada Saluran Sekunder (Saluran L)	57
BAB V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	62
5.1	Kesimpulan.....	62
5.2	Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN.....	1

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Standar Deviasi Untuk Distribusi Gumbel	16
Tabel 2. Reduksi Variat (YTR) Sebagai Fungsi Periode Ulang Gumbel	16
Tabel 3. Reduksi Standard Deviasi (Sn) Untuk Distibusi Gumbel.....	17
Tabel 4. Nilai K Distibusi Log Person Tipe III.....	19
Tabel 5. Nilai K Untuk Distribusi Log Normal	20
Tabel 6. Nilai Variabel Reduksi Gauss	21
Tabel 7. Koefisien Pengaliran Berdasarkan Jenis Permukaan Tanah	25
Tabel 8. Harga Koefisien Manning	39
Tabel 9. Drainase Jl. Tuamang	43
Tabel 10. Analisa Curah Hujan Dengan Distribusi Gumbel	44
Tabel 11. Analisa Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Gumbel.....	45
Tabel 12. Analisa Curah Hujan Rencana Maksimum.....	46
Tabel 13. Nilai Koefisien <i>Run Off</i>	47
Tabel 14. Intrnsitas Curah Hujan 5 Tahun	49
Tabel 15. Debit Air Hujan (Q banjir)	51
Tabel 16. Analisa Kapasitas Drainase	53
Tabel 17. Perbandingan Q Banjir Dengan Q Saluran	53
Tabel 18. Jenis Saluran Terbuka	54

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Siklus Hidrologi	11
Gambar 2. Contoh Saluran.....	23
Gambar 3. Penampang Ekonomis Trapesium.....	28
Gambar 4. Penampang Saluran Persegi	30
Gambar 5. Kontinuitas Aliran Tidak Tetap.....	32
Gambar 6. Prinsip Momentum Pada Saluran Terbuka.....	33
Gambar 7. Persamaan Momentum dan Kontinuitas	34
Gambar 8. Energi Dalam Saluran Terbuka	36
Gambar 9. Lokasi Penelitian	40
Gambar 10. Bagan Alur Penelitian	42
Gambar 11. Catchment Area.....	50
Gambar 12. Dimensi Saluran P1	56
Gambar 13. Desain Dimensi Saluran P1	56
Gambar 14. Dimensi Saluran L ₁	61
Gambar 15. Desain Dimensi Saluran L ₁	61

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran I.....	1
Lampiran II.....	6



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah banjir sering kali terdengar oleh kita dalam kehidupan bermasyarakat dan juga bernegara. Seringnya kita lihat melalui media tv, hp dan lain-lain. Karna banyaknya faktor-faktor yang dapat menimbulkan banjir, sehingga banjir sering kali terjadi, tidak hanya di daerah padat penduduk seperti di perkotaan, bahkan juga terjadi di daerah-daerah yang tidak padat penduduk, seperti jauh dari perkotaan, daerah-daerah kota kecil, pedesaan, dan lain-lain.

Pada umumnya banjir di perkotaan disebabkan oleh beberapa hal diantaranya : curah hujan tinggi, pengaruh fotografi, erosi dan sedimentasi pada saluran, pendangkalan sungai, kapasitas drainase yang kurang memadai, kawasan kumuh sampah, alih fungsi lahan, dan perencanaan penanggulangan banjir yang tidak tepat (Kodoatie dan Sugiyanto, 2002). Biasanya banjir ini terjadi dikarenakan faktor hujan yang secara tiba-tiba terjadi dalam jumlah besar atau hujan deras. Selain dari faktor tersebut juga dikarenakan oleh aliran air hujan yang tidak dapat memopang jumlah debit air hujan deras yang datang secara tiba-tiba dan juga karena kebocoran tanggul. Sehingga terjadilah banjir bahkan banjir bandang.

Menurut (Suripin 2004) drainase adalah mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase adalah salah satu aspek yang paling penting di dalam suatu daerah, apalagi di perkotaan guna untuk aliran air berjalan dengan baik

sebagaimana mestinya dan tidak menumpuk. Drainase aspek yang sangat penting dalam menunjang infrastruktur. Banyaknya jumlah pertumbuhan penduduk terutama di daerah perkotaan sehingga banyaknya lahan lahan yang kosong yang seharusnya untuk memopang saluran air menjadi lahan pembangunan, sehingga saluran drainase tidak teratasi dengan baik.

Masalah banjir terkadang disebabkan oleh sistem drainase yang buruk. Kota Medan mempunyai 21 kecamatan yang rawan banjir, sebagian besar di sebabkan oleh kurangnya saluran drainase yang ada, tersumbatnya saluran drainase oleh puing-puing, saluran drainase yang tidak memadai, dan adanya hambatan dari bangunan pada saluran drainase. Penyumbang banjir terbesar adalah faktor 3 yaitu sistem drainase yang tidak memadai. Saat hujan deras, sistem drainase yang tidak berfungsi membuat air sulit mengalir dengan bebas sehingga menimbulkan genangan air.

Sektor Jalan Tuamang di Kecamatan Medan Tembung merupakan salah satu kawasan rawan banjir di Kota Medan akibat permasalahan drainase. Daerah ini adalah salah satu daerah yang padat penduduk, yang terdiri dari daerah perkantoran, toko-toko, perumahan atau pemukiman yang relatif padat. Sehingga, daerah ini perlunya perhatian terhadap masalah penanganan banjir dan drainase. Geografi Kota Medan mengarah ke utara, terletak antara 2,5 dan 3,7 meter di atas permukaan laut di bagian utara provinsi Sumatera Utara.

Mencermati persoalan genangan air yang sering terjadi akibat hujan lebat, serta sikap acuh tak acuh yang dilakukan sebagian oknum, seperti membuang sampah ke saluran yang menyebabkan saluran menyempit dan tertimbun lumpur sehingga menyulitkan saluran. agar air dapat mengalir. Untuk mencari solusi yang

dapat digunakan dalam mengatasi permasalahan banjir, diperlukan suatu penelitian analisa sistem drainase di Jalan Tuamang Kecamatan Medan Tembung.

1.2 Rumusan Masalah

Topik yang perlu ditelaah dapat dikemukakan sebagai berikut dengan melihat latar belakang tersebut di atas, yaitu sebagai berikut :

1. Apa sajakah faktor-faktor yang mengakibatkan terjadinya luapan air di kawasan jalan Tuamang, Medan Tembung, Kota Medan ?
2. Apakah kondisi dan dimensi drainase eksisting yang ada saat ini masih mampu mengakomodasi debit air yang terjadi pada saat hujan selama 10 tahun terakhir di mulai dari tahun 2021 hingga 2022 ?
3. Bagaimana cara mengevaluasi saluran drainase di Jalan Tuamang di Kecamatan Medan Tembung dan menggambarkan intensitas hujan?
4. Bagaimana cara mengatasi banjir yang disebabkan oleh drainase yang buruk?
5. Berapa kapasitas penampang saluran rencana pembuangan?

1.3 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dan tujuan penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui bagaimana resapan air yang terjadi di kawasan Jalan Tuamang, Medan Tembung, Kota Medan, ketika hujan.
2. Untuk mengetahui permasalahan luapan air atau banjir di kawasan Jalan Tuamang, Kecamatan Medan Tembung, Kota Medan.
3. Untuk mengetahui rencana pengendalian luapan air atau banjir di kawasan Jalan Tuamang Kecamatan Medan Tembung di beberapa titik bermasalah.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang dapat di ambil dari gambaran latar belakang dan rumusan masalah yang telah di jelaskan sebelumnya yaitu sebagai berikut:

1. Jalan Tuamang, Kecamatan Medan Tembung, merupakan satu-satunya tempat yang diperiksa jalur drainase dan penyebab meluapnya air atau banjir.
2. Hanya saluran sekunder yang dijangkau oleh saluran drainase yang diteliti.
3. Mengumpulkan informasi dari survei lapangan, seperti atlas, peta topografi, dan data curah hujan.
4. Analisis hidrologi dan hidrolik dari data yang dikumpulkan.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini, tentunya agar dapat bermanfaat bagi kita dan juga pembaca, yaitu :

1. Bagi penulis : Mewaspadaai permasalahan drainase di kawasan Jalan Tuamang Kecamatan Medan Tembung.
2. Bagi akademik ; Sebagai bahan arsip apabila diperlukan kajian lebih lanjut.
3. Menentukan bagaimana perencanaan infrastruktur drainase di Kecamatan Medan Tembung untuk membantu instansi pemerintah dan masyarakat dalam menangani banjir di wilayah padat penduduk.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Drainase

Drainase (*drainage*) yang berasal dari kata ‘tu drain’ yang berarti mengalirkan atau mengeringkan air, terminologinya yang berarti menyatakan tentang sistem-sistem yang berkaitan dengan penanganan masalah air, baik itu yang berasal dari atas maupun dibawah permukaan tanah. Di dalam pengertian di bidang teknik sipil berarti tentang serangkaian bangunan drainase atau aliran air yang dibuat untuk pengaliran air yang berlebihan agar tidak tergenang. Maka dari itu drainase sangatlah penting apalagi di kawasan daerah yang sering terjadi hujan. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan sanitasi. (Suripin,2004)

Sedangkan pengertian tentang drainase kota pada dasarnya telah diatur dalam SK menteri PU No. 233 tahun 1987. Menurut SK tersebut, yang dimaksud drainase kota adalah jaringan pembuangan air yang berfungsi mengeringkan bagian-bagian wilayah administrasi kota dan daerah urban dari genangan air, baik dari hujan lokal maupun luapan sungai melintas di dalam kota.

Sedangkan drainase perkotaan bisa diartikan lebih luas lagi, karena menyangkut dengan aspek-aspek penting dalam tata kota. Terjadinya kelebihan atau tergenangnya air di perkotaan, tentu terjadinya permasalahan dalam drainase tersebut. Dengan semakin kompleksnya permasalahan drainase di perkotaan, maka

di dalam perencanaan dan pembangunan bangunan air untuk drainase perkotaan, keberhasilannya tergantung pada kemampuan masing-masing perencana. Dengan demikian di dalam proses pekerjaan memerlukan kerjasama dengan beberapa ahli di bidang lain yang terkait.

2.1.1 Sejarah Perkembangan Drainase

Ilmu drainase perkotaan bermula tumbuh dari kemampuan manusia mengenali lembah-lembah sungai yang mampu mendukung kebutuhan hidupnya. Adapun kebutuhan pokok tersebut berupa penyediaan air bagi keperluan rumah tangga, pertanian, perikanan, transportasi dan kebutuhan social budaya.

Dari siklus keberadaan air di suatu lokasi dimana manusia bermukim, pada masa tertentu selalu terjadi keberadaan air secara berlebih, sehingga mengganggu kehidupan manusia itu sendiri. Selain daripada itu, kegiatan manusia semakin bervariasi sehingga menghasilkan limbah kegiatan berupa air buangan yang dapat mengganggu kualitas lingkungan hidupnya. Berangkat dari kesadaran akan arti kenyamanan hidup sangat bergantung pada kondisi lingkungan, maka orang mulai berusaha mengatur lingkungannya dengan cara melindungi daerah pemukimannya dari kemungkinan adanya gangguan air berlebih atau air kotor.

Dari sekumpulan pengalaman terdahulu dalam lingkungan masyarakat yang masih sederhana, ilmu drainase perkotaan dipelajari oleh banyak bangsa. Sebagai contoh orang Babilon mengusahakan lembah sungai Eufrat dan Tigris sebagai lahan pertanian yang dengan demikian pastitidak dapat menghindahi permasalahan drainase. Orang Mesir telah memanfaatkan air sungai Nil dengan menetap sepanjang lembah yang sekaligus rentan terhadap gangguan banjir.

Penduduk di kawasan tropika basah seperti di Indonesia awalnya dibidang selalu tumbuh dari daerah yang berdekatan dengan sungai, dengan demikian secara otomatis mereka pasti akan berinteraksi dengan masalah gangguan air pada saat musim hujan secara periodic. Pada kenyataannya mereka tetap dapat menetap disana, dikarenakan mereka telah mampu mengatur dan menguasai ilmu pengetahuan tentang drainase.

Tepengaruh dengan perkembangan sosial budaya suatu masyarakat atau suku bangsa, ilmu drainase perkotaan akhirnya harus ikut tumbuh dan berkembang sesuai dengan perubahan tata nilai yang berlangsung di lingkungannya.

Harus diakui bahwa pertumbuhan dan perkembangan ilmu drainase perkotaan dipengaruhi oleh perkembangan ilmu hidrolika, matematika, statistika, fisika, kimia, komputasi dan banyak lagi yang lain, bahkan juga ilmu ekonomi dan sosial sebagai ibu asuhnya pertama kali. Ketika didominasi oleh ilmu hidrologi, hidrolika, mekanika tanah, ukur tanah, matematika, pengkajian ilmu drainase perkotaan masih menggunakan konsep statistika.

Namun dengan semakin akrabnya hubungan ilmu drainase perkotaan dengan statistika, kesehatan, lingkungan, social ekonomi yang umumnya menyajikan suatu telaah akan adanya ketidakpastian dan menuntut pendekatan masalah secara terpadu (intergrated) maka ilmu drainase perkotaan semakin tumbuh menjadi ilmu yang mempunyai dinamika yang cukup tinggi. (Halim Hasmar,2011)

2.1.2 Jenis Drainase

a. Menurut sejarah terbentuknya

1. Drainase alamiah (*Natural Drainage*) terbentuknya secara alami, tidak ada unsur campur tangan manusia.

2. Drainase buatan (*Artificial Drainage*) dibentuk berdasarkan analisis ilmu drainase, untuk menentukan debit akibat hujan, kecepatan resapan air dalam lapisan tanah dan dimensi saluran.
- b. Menurut Letak Saluran
1. Drainase Muka Tanah (*Surface Drainage*)
 2. Drainase Bawah Tanah (*Sub Surface Drainage*)
- c. Menurut Fungsi Drainase
1. *Single Purpose* saluran berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan saja.
 2. *Multy Purpose* saluran berfungsi mengalirkan beberapa jenis buangan, baik secara bercampur maupun bergantian.
- d. Menurut Kontruksi
1. Saluran Terbuka saluran untuk air hujan yang terletak di area yang cukup luas. Juga untuk saluran air non hujan yang tidak mengganggu kesehatan lingkungan.
 2. Saluran Tertutup saluran untuk air kotor yang mengganggu kesehatan lingkungan. Juga untuk saluran dalam kota.
- e. Ditinjau dari segi fungsi pelayanan sistem drainase perkotaan :
1. Sistem Drainase Utama, yang termasuk dalam sistem drainase utama adalah saluran primer, sekunder dan tersier beserta bangunan kelengkapannya yang melayani kepentingan sebagian besar warga masyarakat. Pengelolaan sistem utama merupakan tanggung jawab pemerintah kota.
 2. Sistem Drainase Lokal, yang merupakan dalam sistem drainase local adalah sistem saluran awal yang melayani suatu kawasan kota tertentu

seperti kompleks permukiman, areal pasar, perkantoran, areal industry dan komersial. Sistem ini melayani area lebih kecil dari 10 Ha.

f. Bila ditinjau dari segi fisik :

1. Sistem Saluran Primer adalah saluran utama yang menerima masukan aliran dari saluran sekunder dimensi saluran relatif besar. Akhir saluran primer adalah badan penerima air.
2. Sistem Salura Sekunder adalah saluran terbuka atau tertutup yang berfungsi menerima aliran air dan saluran tersier dan limpasan air permukaan sekitarnya, dan meneruskan aliran ke saluran primer. Dimensi saluran tergantung pada debit yang dialirkan.
3. Sistem Saluran Tersier adalah saluran drainase yang menerima air dari sistem drainase lokal dan menyalurkannya ke saluran sekunder.

2.2 Banjir

Banjir Menurut Suripin (2003) adalah suatu kondisi di mana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (palung sungai) atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang, sehingga meluap menggenangi daerah (dataran banjir) sekitarnya. Banjir menurut Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2002) adalah aliran yang relatif tinggi dan tidak tertampung lagi oleh alur sungai atau saluran. Menurut tinjauan hidrologi dan hidraulika, penyebab banjir antara lain tingginya curah hujan yang jatuh di catchment area, tersumbatnya drainase, pecahnya bendungan ataupun karena semakin kurangnya daerah resapan air, sehingga dapat menyebabkan terjadinya luapan air sungai, waduk, danau, laut, atau badan air lainnya yang menggenangi dataran rendah dan cekungan yang awalnya tidak tergenang.

Banjir berasal dari limpasan yang mengalir melalui sungai atau menjadi genangan. Sedangkan limpasan adalah aliran air mengalir pada permukaan tanah yang ditimbulkan oleh curah hujan setelah air mengalami infiltrasi dan evaporasi, selanjutnya mengalir menuju sungai. Sehingga limpasan mempresentasikan output dari daerah aliran sungai yang ditetapkan dengan satuan waktu (KodoatieJ. Robert: 2013).

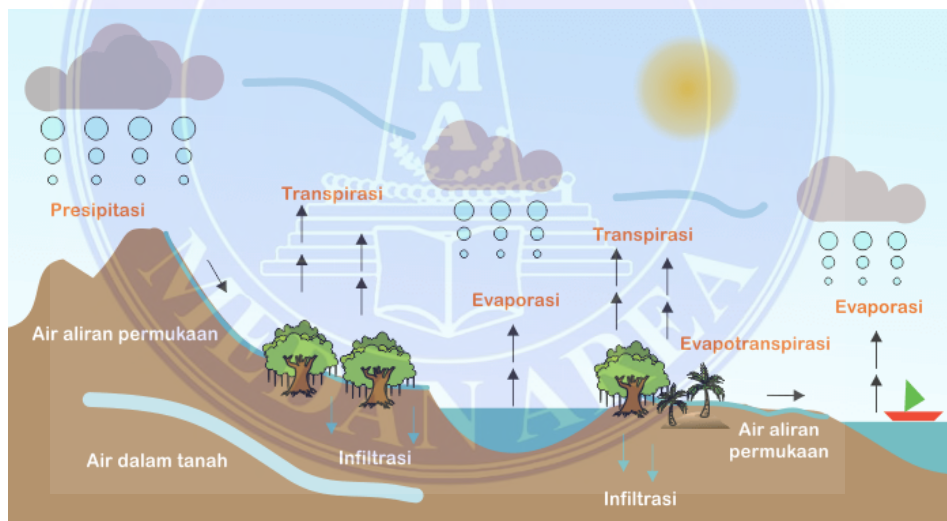
Banjir merupakan peristiwa dimana daratan yang biasanya kering (bukan daerah rawa) menjadi tergenang oleh air, hal ini disebabkan oleh curah hujan yang tinggi dan kondisi topografi wilayah berupa dataran rendah hingga cekung. Selain itu terjadinya banjir jua dapat disebabkan oleh limpasan air permukaan (runoff) yang meluap dan volumenya melebihi kapasitas pengaliran sistem drainase atau sistem aliran sungai. Terjadinya bencana banjir juga disebabkan oleh rendahnya kemampuan infiltrasi tanah, sehingga menyebabkan tanah tidak mampu lagi menyerap air. Banjir dapat terjadi akibat naiknya permukaan air lantaran curah hujan yang diatas normal, perubahan suhu, tanggul/bendungan yang bobol, pencairan salju yang cepat, terhambatnya aliran air di tempat lain” (Ligal, 2008).

2.3 Hidrologi

Gerakan air yang berdaur dari lautan ke atmosfer dan dari sana karena pcurahan ke bumi, tempat air itu berkumpul, disebut daur hidrologi. Urutan peristiwa yang berdaur seperti itu memang terjadi, tetapi tidak sesederhana itu. Pertama, daur itu mungkin pada berbagai tahapan membuat jalan pintas, misalnya curahan dapat terjadi langsung di lautan, danau atau jalan air. Kedua, tidak ada keseragaman waktu yang terpakai oleh daur itu. Pada waktu ada kekeringan mungkin daur itu ternyata terhenti sama sekali, dan selama banjir tampak

berlangsung terus. Ketiga, kehebatan dan kekerapan daur itu bergantung pada geografi dan iklim, karena yang menyebabkannya bekerja adalah penyinaran matahari yang berbeda-beda, bergantung pada garis lintang dan musim sepanjang tahun. Akhirnya, berbagai bagian daur itu mungkin menjadi cukup rumit (banyak liku-liku) dan manusia hanya mampu mengendalikan sedikit Pada bagian terakhirnya. Ketika air sudah jatuh di bumi dan menempuh jalannya kembali kelautan. (Wilson, E.M 1990).

Menurut Arsyad (2006) pengertian siklus hidrologi adalah rangkaian peristiwa yang terjadi dengan air dari saat ia jatuh ke bumi (hujan) hingga menguap ke udara untuk kemudian jatuh kembali ke bumi. Adapun proses terjadinya siklus hidrologi adalah seperti pada Gambar 2.1



Gambar 1. Siklus Hidrologi (www.siswapedia.com, 2024)

Tahapan terjadinya hujan dimulai dengan proses yaitu evaporasi–transpirasi – evapotranspirasi – sublimasi – kondensasi – presipitasi (hujan) – runoff – infiltrasi.

2.4 Analisa Hidrologi

2.4.1 Perhitungan Hujan Rerata

Dalam perencanaan sistem drainase perlu dilakukan analisa hidrologi untuk mendapatkan debit banjir rancangan. Ada tiga cara untuk melakukan perhitungan hujan rata-rata yaitu:

- (a) Cara rata rata Aritmatik,
- (b) Cara rata rata thiesen dan
- (c) Cara Isyohiet.

Dari ketiga cara tersebut hanya dua cara pertama yang paling sering digunakan di Indonesia karena kesederhanaannya, selain itu cara ketiga membutuhkan kerapatan stasiun yang sesuai dengan jaring jaring kagan padahal untuk mendapatkan hal tersebut masih sulit dilakukan.

a) Rata-rata Aritmatik

Metode rata-rata aritmatik ini, digunakan dengan cara menghitung rata-rata curah hujan dari stasiun yang terdekat. Rumus yang digunakan untuk cara ini adalah sebagai berikut :

$$R_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

R_x = curah hujan rata rata daerah pematusan (mm)

n = jumlah stasiun hujan

R_i = curah hujan di stasiun hujan ke-i (mm)

b) Rata-rata Poligon Thiesen

Cara ini lebih teliti dibandingkan dengan cara sebelumnya terutama untuk daerah pematusan yang penyebaran stasiunnya tidak merata. Dengan

memperhitungkan daerah pengaruh dari masing masing stasiun maka diharapkan hasilnya lebih mendekati dari kenyataan.

Rumusan Poligon Thiesen adalah sebagai berikut:

$$\bar{R} = \frac{(A_1.R_1+A_2.R_2+\dots+A_n.R_n)}{A_1+A_2+\dots+A_n} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dengan:

R = curah hujan rata-rata

R₁,R₂,R_n = curah hujan ditiap titik pengamatan

A₁,A₂,A_n = bagian luas yang mewakili tiap titik pengamatan

n = jumlah titik pengamatan

c) Metode Isohyet

Metode ini merupakan metode yang paling akurat untuk menentukan hujan rata- rata, namun diperlukan keahlian dan pengalaman. Cara ini memperhitungkan secara aktual pengaruh tiap-tiap pos penakar hujan.

Kemudian luas bagian diantara isohyet-isohyet yang berdekatan diukur, dan nilai rata-rata dihitung sebagai berikut.

$$\bar{R} = \frac{\frac{R_1+R_2}{2} \Delta_1 + \frac{R_2+R_4}{2} \Delta_2 + \frac{R_n+R_{n-1}}{2} \Delta_n}{A_1+A_2+\dots+A_n} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

\bar{R} = Curah hujan rata-rata

R₁,R₂,...,R_n = Curah hujan pada stasiun 1,2,...,n (mm)

A₁,A₂,...,A_n = Luas area antara 2 (dua) isohyet (mm²)

2.4.2 Perhitungan Hujan Rencana Dengan Distribusi Frekuensi

Curah hujan rencana untuk periode ulang tertentu secara statistik dapat diperkirakan berdasarkan seri data curah hujan harian maksimum tahunan (*maximum annual series*) jangka panjang dengan analisis distribusi frekuensi. Curah hujan rancangan/desain ini biasanya dihitung untuk periode ulang 2, 5, 10, 20 atau 25 tahun. Untuk mencari distribusi yang cocok dengan data yang tersedia dari pos-pos penakar hujan yang ada di sekitar lokasi pekerjaan perlu dilakukan Analisis Frekuensi. Analisis frekuensi dapat dilakukan dengan seri data hujan maupun data debit. Jenis distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam hidrologi adalah distribusi Gumbel, Log Pearson type III, Log Normal, dan Normal.

2.4.2.1 Metode Distribusi E.J. Gumbel

Menurut Gumbel (1941) persoalan yang berhubungan dengan harga-harga ekstrim adalah datang dari persoalan banjir. Gumbel menggunakan teori-teori ekstrim $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$, dimana sampel-sampelnya sama besar dan X merupakan variabel berdistribusi eksponensial maka probabilitas kumulatifnya adalah :

$$P(X) = e^{-e^{-a(x-b)}} \quad (2.4)$$

dengan :

$P(X)$ = probabilitas

X = variabel berdistribusi eksponensial

e = bilangan alam = 2,7182818

A = konstanta

Waktu balik antara dua buah pengamatan konstan yaitu :

$$Tr(X) = \frac{1}{1-P(X)} \dots\dots\dots(2.5)$$

dengan :

Tr(X) = waktu balik

P (X) = peluang

Menurut Soemarto (1986) ahli-ahli teknik sangat berkepentingan dengan persoalan-persoalan pengendalian banjir sehingga lebih mementingkan waktu balik Tr (X) daripada probabilitas P (X), untuk itu maka:

$$X_T = b - \frac{1}{n} \ln \left(-\ln \frac{Tr(X)-1}{Tr(X)} \right) \text{ atau } \dots\dots\dots(2.6)$$

$$Y_T = -\ln \left(-\ln \frac{Tr(X)-1}{Tr(X)} \right) \dots\dots\dots(2.7)$$

Dengan:

X_T = variate X

A, b = konstanta Tr (X) = waktu balik

YT = reduced variate

Chow dalam Soemarto (1986) menyarankan agar variate X yang menggambarkan deret hidrologi acak dapat dinyatakan dengan rumus berikut ini :

$$X_T = X + K \cdot S_X \dots\dots\dots(2.8)$$

dimana :

X_T = variate yang diekstrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rancangan untuk periode ulang pada T tahun (mm)

X = harga rerata dari harga (mm) S_x = standar deviasi

K = Faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang (return periode) dan tipe distribusi frekuensi.

Faktor frekuensi K untuk harga-harga ekstrim Gumbel ditulis dengan rumus

berikut:

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots(2.9)$$

dengan :

Y_T = Reduced variate sebagai fungsi periode ulang T

Y_n = Reduced mean sebagai fungsi dari banyaknya data n

S_n = Reduced standart deviation sebagai fungsi dari banyaknya data n

Dengan mensubstitusi kedua persamaan di atas diperoleh :

$$X_T = X + \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \cdot S \dots\dots\dots(2.10)$$

Tabel 1. Standar Deviasi (Yn) untuk Distribusi Gumbel (Suripin, 2003)

No	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5520
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

Tabel 2. Reduksi Variat (YTR) sebagai fungsi periode ulang Gumbel (Suripin, 2003)

Periode ulang, Tr (tahun)	Reduced variate, Y_{Tr}	Periode ulang, Tr (tahun)	Reduced variate, Y_{Tr}
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,2510	250	5,5206
20	2,9709	500	6,2149
25	3,1993	1000	6,9087
50	3,9028	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121

Tabel 3. Reduksi Standard Deviasi (Sn) untuk Distribusi Gumbel (Suripin, 2003)

No	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9883	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1547	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,2090	1,2093	1,2096

2.4.2.2 Metode Distribusi Log Pearson Tipe III

Distribusi Log Pearson Tipe III banyak digunakan dalam analisa hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk distribusi Log Pearson Tipe III merupakan hasil transformasi dari distribusi Pearson Tipe III dengan menggantikan variat menjadi nilai logaritmik. Persamaan fungsi kerapatan peluangnya adalah:

$$P(X) = \frac{1}{(a)\tau(b)} \left[\frac{X-c}{a} \right]^{b-1} e^{-\left[\frac{X-c}{a} \right]} \quad (2.11)$$

Keterangan:

$P(X)$ = Fungsi kerapatan peluang Person tipe III

X = Variabel acak kontinyu

a, b, c = Parameter

τ = Fungsi gamma

Bentuk kumulatif dari distribusi Log Pearson Tipe III dengan nilai variatnya X apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik (logarithmic probability paper) akan merupakan model matematik persamaan garis lurus. Persamaan garis lurusnya adalah :

$$Y = \bar{Y} - Ks \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan:

Y = Nilai logaritmik dari X

\bar{Y} = Nilai rata-rata dari Y

S = Deviasi standar dari Y

K = Karakteristik dari distribusi log person tipe III

Prosedur untuk menentukan kurva distribusi Log Pearson Tipe III, adalah :

1. Tentukan logaritma dari semua nilai X.

2. Hitung nilai rata-ratanya :

$$\overline{\log} = \frac{\sum \log X}{n} \dots\dots\dots(2.13)$$

n = jumlah data

3. Hitung nilai deviasi standard

$$\overline{Slog} = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \overline{\log})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.14)$$

4. Hitung nilai koefisien kemencengan

$$Cs = \frac{n \sum (\log X - \overline{\log})^3}{(n-1)(n-2)(\overline{Slog})^3} \dots\dots\dots(2.15)$$

Sehingga persamaan diatas dapat ditulis:

$$\log X = \overline{\log X} + k(\overline{Slog X}) \dots\dots\dots(2.16)$$

5. Tentukan anti log dari log X, untuk mendapatkan nilai X yang diharapkan

terjadi pada tingkat peluang atau periode tertentu sesuai dengan nilai Cs nya.

Nilai Cs dapat dilihat pada tabel 2.1. Apabila nilai Cs = 0, maka distribusi

Log Pearson Tipe III identik dengan distribusi Log Normal, sehingga

distribusi kumulatifnya akan tergambar sebagai garis lurus pada kertas

grafik Log Normal.

Tabel 4. nilai k Distribusi Pearson Tipe III (Soewarno, 1995)

Nilai K untuk distribusi Log-Person III

Koef. G	Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (<i>periode ulang</i>)							
	1, 0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
	Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)							
	99	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	2,923	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-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	1,336	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	2,472
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
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-3,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-3,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-3,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

2.4.2.3 Metode Distribusi Log Normal

Distribusi Log Normal memiliki sifat yang khas yaitu nilai asimetrisnya (*skewness*) hampir sama dengan 3 dan bertanda positif. Atau nilai Cs kira-kira sama dengan tiga kali nilai koefisien variasi (Cv).

Persamaan distribusi Log Normal sama dengan persamaan distribusi Log Pearson tipe III yang telah diuraikan di atas, dengan nilai koefisien asimetris $g \log x = 0$.

Tabel 5. Nilai K untuk Distribusi Log Normal (Suripin, 2003)

No.	Periode ulang, T (tahun)	Peluang	KT
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,010	0,990	-2,33
4	1,050	0,950	-1,64
5	1,110	0,900	-1,28
6	1,250	0,800	-0,84
7	1,330	0,750	-0,67
8	1,430	0,700	-0,52
9	1,670	0,600	-0,25
10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0,25
12	3,300	0,300	0,52
13	4,000	0,250	0,67
14	5,000	0,200	0,84
15	10,000	0,100	1,28
16	20,000	0,050	1,64
17	50,000	0,020	2,05
18	100,000	0,010	2,33
19	200,000	0,005	2,58
20	500,000	0,002	2,88
21	1000,000	0,001	3,09

2.4.2.4 Metode Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut pula distribusi Gauss. Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode distribusi Normal, dengan persamaan sebagai berikut:

$$X_T = X + k.S_x \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana:

X_T = Variate yang diekstrapolasika, yaitu besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun.

X = Harga rata-rata dari data

K = Variabel reduksi

$$S_x = \text{Standard Deviasi} = \sqrt{\frac{\sum_1^n x_i^2 - \frac{(\sum_1^n x_i)^2}{n}}{n-1}}$$

Tabel 6. Nilai Variabel Reduksi Gauss (Suripin, 2003)

No.	Periode ulang, T (tahun)	Peluang	KT
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,010	0,990	-2,33
4	1,050	0,950	-1,64
5	1,110	0,900	-1,28
6	1,250	0,800	-0,84
7	1,330	0,750	-0,67
8	1,430	0,700	-0,52
9	1,670	0,600	-0,25
10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0,25
12	3,300	0,300	0,52
13	4,000	0,250	0,67
14	5,000	0,200	0,84
15	10,000	0,100	1,28
16	20,000	0,050	1,64
17	50,000	0,020	2,05
18	100,000	0,010	2,33
19	200,000	0,005	2,58
20	500,000	0,002	2,88
21	1000,000	0,001	3,09

2.5 Analisa Debit Rencana

2.5.1 Intensitas Curah Hujan Rencana

Intensitas hujan didefinisikan sebagai tinggi curah hujan persatuan waktu. Untuk mentransformasikan tinggi hujan rencana menjadi debit banjir rancangan diperlukan curah hujan jam-jaman. Pada umumnya data hujan yang tersedia pada stasiun meteorologi adalah data hujan harian, artinya data yang tercatat secara kumulatif selama 24 jam.

Jika data hujan jam-jaman tidak ter-sedia, maka pola distribusi hujan jam-jaman dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan sebaran dan nisbah hujan jam- jaman dengan menggunakan Rumus Mononobe sebagai berikut :

$$I = \dots\dots\dots (2.20)$$

Dimana:

I : Intensitas hujan rata-rata dalam t jam (mm/jam)

R24 : Curah hujan efektif dalam satuan hari (mm);

t : Lama waktu hujan (jam);

T : Waktu mulai hujan (jam);

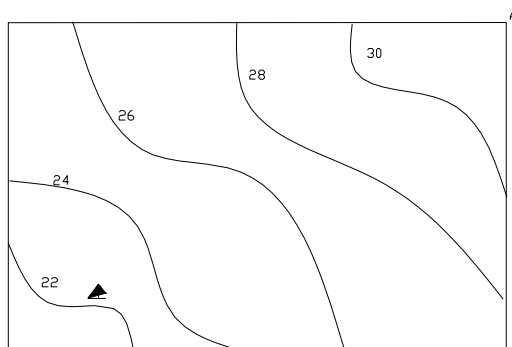
Tc : Waktu konsentrasi hujan (jam)

2.5.2 Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi pada daerah pengaliran adalah waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir dari daerah yang terjauh ke suatu pembuang (*outlet*) tertentu, yang diasumsikan bahwa lamanya hujan sama dengan waktu konsentrasi pada semua bagian daerah pengaliran dimana air hujan berkumpul bersama-sama untuk mendapatkan suatu debit yang maksimum pada outlet.

Waktu konsentasi terdiri dari 2 (dua) bagian:

- a. Waktu pemasukan (*inlet time*) atau time of entry yaitu waktu yang dibutuhkan oleh aliran permukaan untuk masuk ke saluran.
- b. Waktu pengaliran (*conduit time*) yaitu waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir di sepanjang saluran sampai titik kontrol yang ditentukan dibagian hilir pada saluran.



Gambar 2. Contoh Saluran A – B pada suatu daerah pengaliran (Suyono)

Pada Gambar 2, terlihat sebuah saluran drainase melintasi diagonal A- B pada sebuah daerah pengaliran. Bila hujan jatuh pada titik A maka hujan tersebut akan segera mengalirkan ke titik B dan seterusnya, demikian juga halnya air hujan yang jatuh di sekitar titik A akan masuk ke saluran dan seterusnya sampai di titik B.

Dari gambaran ini dapat dijelaskan adalah waktu pemasukan adalah waktu yang dibutuhkan air hujan dari titik terjauh masuk ke titik pengaliran misalnya titik A, sedangkan waktu pengaliran adalah waktu yang dibutuhkan oleh air dalam perjalanan dari titik A ke B.

Waktu pemasukan (*inlet time*) dipengaruhi oleh:

1. Kekasaran permukaan daerah pengaliran.
2. Kejenuhan daerah pengaliran.
3. Kemiringan daerah pengaliran.
4. Sisi dari bagian daerah atau jarak areal pembagi ke saluran.
5. Susunan atap/ perumahan yang ada pada daerah tersebut.

Dalam hal ini untuk curah hujan yang berasal dari atap, perkerasan halaman ataupun jalan yang langsung masuk ke saluran, waktu pemasukannya tidak lebih dari 5 menit. Pada daerah komersial yang relatif datar, waktu pemasukan yang

dibutuhkan sekitar 10 samapi 15 menit, dan pada daerah pemukiman penduduk yang relatif datar waktu yang dibutuhkan sekitar 20 sampai 30 menit.

Waktu pengaliran (*time of flow*) tergantung pada perbandingan panjang saluran dan kecepatan aliran. Menurut rumus empiris dari Kirpich yang diasumsikan dari rumus Manning untuk koefisien kekasaran rata-rata dan jari-jari hidraulis yang berlaku umum adalah sebagai berikut:

$$T_{of} = 0,0195 \left(\frac{L}{\sqrt{s}}\right)^{0,77} \dots\dots\dots(2.21)$$

dimana:

tof = waktu pengaliran (menit),

L = panjang saluran yang ditinjau dari inlet (pemasukan) sampai ke tampang yang ditinjau (m),

s = slope (kemiringan daerah pengaliran).

Maka waktu konsentrasi = waktu pemasukan + waktu pengaliran atau:

$$t_c = t_{oc} + t_{of} \dots\dots\dots(2.22)$$

2.5.3 Koefisien Limpasan (*run off*)

Koefisien limpasan adalah suatu variabel yang didasarkan pada kondisi daerah pengaliran dan karakteristik hujan yang jatuh di daerah tersebut. Adapun kondisi dan karakteristik yang dimaksud adalah:

1. Keadaan hujan
2. Luas dan bentuk daerah aliran
3. Kemiringan daerah aliran dan kemi-ringan dasar sungai
4. Daya infiltrasi dan perkolasi tanah
5. Kelembaban tanah
6. Suhu udara dan angin serta evaporasi

7. Tata guna tanah

Faktor-faktor yang mempengaruhi limpasan adalah:

- a. Faktor meteorologi yang meliputi intensitas curah hujan, durasi curah hujan dan distribusi curah hujan;
- b. Karakteristik daerah aliran yang meliputi luas dan bentuk daerah aliran, tofografi dan tata guna lahan.

Salah satu metoda untuk memperkirakan koefisien aliran permukaan (C) adalah metoda rasional USSCS (1973). Berdasarkan metoda ini, faktor utama yang mempengaruhi nilai C adalah laju infiltrasi tanah atau persentase lahan kedap air, kemiringan lahan, vegetasi, sifat dan kondisi tanah dan intensitas hujan.

Tabel 7. Koefisien Pengaliran Berdasarkan Jenis Permukaan Tata Guna Tanah (Suripin, 2003)

No	Deskripsi Lahan / Karakter Permukaan	Koefisien C
1.	Bisnis	
	▪ Perkotaan ▪ Pinggiran	0,70 – 0,95 0,50 – 0,70
2.	Perumahan	
	▪ rumah tunggal	0,30 – 0,50
	▪ multiunit terpisah, terpisah	0,40 – 0,60
	▪ multiunit, tergabung	0,60 – 0,75
	▪ perkampungan ▪ apartemen	0,25 – 0,40 0,50 – 0,70
3	Industri	
	▪ ringan ▪ berat	0,50 – 0,80 0,60 – 0,90
	Perkerasan	
	▪ aspal dan beton	0,70 – 0,95
	▪ batu bata, paving	0,50 – 0,70
	Atap	0,75 – 0,95
	Halaman, tanah berpasir	
	datar 2%	0,05 – 0,10
	rata-rata 2 – 7%	0,10 – 0,15
	curam 7%	0,15 – 0,20
	Halaman tanah berat	
	datar 2%	0,13 – 0,17
	rata-rata 2 – 7%	0,18 – 0,22
	curam 7%	0,25 – 0,35
	Halaman kereta api	0,10 – 0,35
	Taman tempat bermain	0,20 – 0,35
	Taman, pekuburan	0,10 – 0,25
	Hutan	
	datar, 0 – 5%	0,10 – 0,40
	bergelombang, 5 – 10%	0,25 – 0,50
	berbukit 10 – 30%	0,30 – 0,60

2.6 Analisa Hidrolika

2.6.1 Analisa Debit Banjir Rancangan

Untuk menentukan kapasitas saluran drainase harus dihitung dahulu jumlah air hujan dan jumlah air buangan rumah tangga yang akan melewati saluran drainase utama di dalam daerah studi. Debit banjir rancangan (Q_r) adalah debit air hujan (Q_{ah}) ditambah dengan debit air kotor (Q_{ak}). Bentuk perumusan dari debit banjir rancangan tersebut sebagai berikut :

$$Q_r = Q_{ah} + Q_{ak} \dots \dots \dots (2.3)$$

dengan :

Q_r = debit banjir rancangan ($m^3/detik$)

Q_{ah} = debit air hujan ($m^3/detik$)

Q_{ak} = debit air kotor ($m^3/detik$)

2.6.2 Perencanaan Debit Banjir

Perencana debit banjir tidak boleh kita tetapkan terlalu kecil agar jangan terlalu sering terjadi ancaman pengrusakan bangunan atau daerah di sekitarnya. Tetapi juga tidak boleh terlalu besar sehingga ukuran bangunan tidak ekonomis. Jatuhnya hujan terjadi menurut suatu pola dan suatu siklus tertentu.

Ada dua macam metode yang umum dipakai dalam menghitung debit banjir:

2.6.2.1 Metode Rasional

Metode ini digunakan untuk memperkirakan laju aliran permukaan puncak. Metode ini sering dipakai untuk perencanaan, cuman penggunaannya terbatas untuk DAS – DAS dengan ukuran yang kecil. Persamaan matematik metode Rasional ini dinyatakan dalam bentuk:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots \dots \dots (2.24)$$

Dengan ;

Q = debit banjir maksimum (m³/det) C = koefisien pengaliran

I = intensitas hujan rerata selama waktu tiba banjir (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (Km²)

2.6.2.2 Metode Hidrograf

Hidrograf dapat didefinisikan sebagai hubungan antara salah satu unsur aliran terhadap waktu. Berdasarkan definisi tersebut dikenal ada dua macam hidrograf, yaitu hidrograf muka air dan hidrograf debit. Hidrograf muka air tidak lain adalah data atau grafik hasil rekaman AWLR (*Automatic Water Level Recorder*). Sedangkan hidrograf debit, yang dalam pengertian sehari-hari disebut hidrograf, diperoleh dari hidrograf muka air dan lengkung debit.

2.6.3 Analisa Sistem Drainase

Analisis sistem drainase dilakukan untuk mengetahui apakah secara teknis sistem drainase direncanakan sesuai dengan persyaratan teknis. Analisis sistem drainase diantaranya adalah perhitungan kapasitas saluran, penentuan tinggi jagaan, penentuan daerah sempadan, perhitungan kepadatan drainase, dan bangunan-bangunan yang dibutuhkan dalam sistem drainase. Dalam kaitannya dengan pekerjaan pengendalian banjir, analisis sistem drainase digunakan untuk mengetahui profil muka air, baik kondisi yang ada (eksisting) maupun kondisi perencanaan. Untuk mendukung analisa hitungan guna memperoleh parameterisasi desain yang handal, dibutuhkan validasi data dan metode hitungan yang representatif. Analisis untuk drainase dapat dijelaskan sebagai berikut:

2.6.3.1 Kapasitas Saluran

Kapasitas rencana dari setiap komponen sistem drainase dihitung

berdasarkan rumus Manning:

$$Q_{sal} = V_{sal} \times A_{sal} \dots\dots\dots(2.25)$$

$$V_{sal} = \dots\dots\dots(2.26)$$

$$Q_{sal} = \dots\dots\dots(2.27)$$

Dimana:

V_{sal} = kecepatan aliran rata-rata dalam saluran (m/det),

Q_{sal} = debit aliran dalam saluran (m³/det),

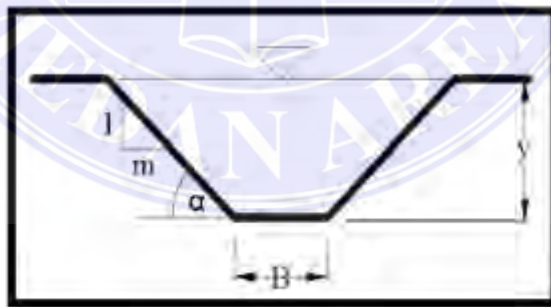
n = koefisien kekasaran Manning,

R = jari jari hidraulik (m), $R = A/P$ dimana

A_{sal} = luas penampang saluran (m²)

P = keliling basah (m)

a. Penampang Trapezium (Gambar 3)



Gambar 3. Penampang ekonomis trapezium (Suryono, 2002)

Dalam hal ini maka digunakan persamaan:

$$V = \dots\dots\dots(2.28)$$

$$A_c = \frac{Q}{V} \dots\dots\dots(2.29)$$

Angka kekasaran ditentukan berdasarkan jenis bahan yang digunakan. Kemiringan dasar saluran (S) ditentukan berdasarkan topografi (atau disebut S = 0,0006). Kemiringan dinding saluran berdasarkan bahan yang digunakan

$$\text{Luas Penampang : } A = (b + mh)h \quad V = \dots\dots\dots(2.30)$$

$$\text{Keliling Basah : } P = b + 2h \quad (2.31)$$

$$\text{Jari jari hidrolis : } R_h = \quad (2.32)$$

$$\text{Tinggi jagaan : } FB = 25 \%$$

Dimana :

A = Luas penampang saluran (m²)

R = Jari-jari Hidrolis (m)

S = Kemiringan saluran

n = Koefisien kekasaran Manning

B = Lebar dasar saluran (m)

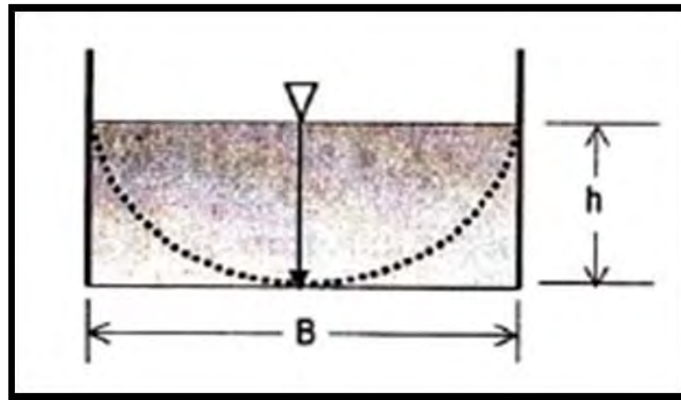
m = Kemiringan talud

y = kedalaman saluran (m)

P = keliling basah saluran (m)

b. Penampang Persegi

Pada penampang melintang saluran berbentuk persegi dengan lebar dasar B dan kedalaman air h, luas penampang basah $A = B \times h$ dan keliling basah P. Maka bentuk penampang persegi paling ekonomis adalah jika kedalaman setengah dari lebar dasar saluran atau jari-jari hidrauliknya setengah dari kedalaman air.



Gambar 4. Penampang Saluran Persegi (Suryono)

Untuk bentuk penampang persegi yang ekonomis :

$$A = B \cdot h \dots\dots\dots(2.33)$$

$$P = B + 2h \dots\dots\dots(2.34)$$

$$B = 2h \text{ atau } h = \frac{B}{2} \dots\dots\dots(2.35)$$

$$\text{Jari-jari hidroulik } R : R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots(2.36)$$

2.7 Teori Analisis Hidrolika Saluran

Model matematik untuk analisa hidrolis 1 dimensi umumnya dibuat dengan menggunakan persamaan St. Venant, dimana persamaan tersebut hanya dapat digunakan dengan baik untuk analisa aliran pada sungai atau saluran dengan kemiringan dasar kecil. Untuk menggunakan persamaan St. Venant maka asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a) Aliran adalah satu dimensi, maksudnya bahwa kecepatan aliran seragam (uniform) dalam suatu tampang, dan kemiringan muka air arah transversalnya horisontal.
- b) Distribusi tekanan adalah hidrostatis dimana kurva garis aliran sangat lemah dan akselerasi vertikalnya dapat diabaikan.

- c) Bahwa pengaruh kekasaran dinding dan turbulensi dapat diformulasikan sebagai persamaan kekasaran seperti yang dipakai pada aliran permanen.
- d) Bahwa kemiringan dasar saluran cukup kecil dan mendekati nol sehingga cosinus sudut dapat dianggap sama dengan satu.
- e) Bahwa kerapatan massa dari air selalu konstan.

Persamaan aliran satu dimensi ini menunjukkan kondisi aliran yang dinyatakan oleh dua variabel tak bebas h (tinggi air) dan Q (debit) untuk setiap titik di saluran. Variabel tak bebas ini menunjukkan kondisi aliran sepanjang saluran untuk setiap waktu t .

Untuk menguraikan gerakan aliran di dalam suatu daerah aliran tertentu diperlukan suatu persamaan – persamaan yang dapat diselesaikan dengan cara analitis atau numerik dengan menerapkan kondisi batas. Persamaan – persamaan yang diperlukan tersebut adalah persamaan kontinuitas, persamaan energi dan persamaan momentum. Dasar persamaan kontinuitas unsteady flow pada saluran terbuka diturunkan sebagai persamaan berikut (Raju, 1986:9):

$$\frac{dQ}{dx} + \frac{dA}{dt} = 0 \dots\dots\dots(2.37)$$

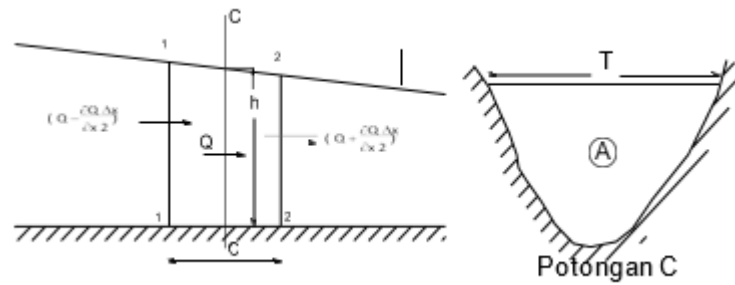
Dengan :

Q = debit (m^3/dt)

x = panjang pias (m)

A = luas penampang (m^2)

t = waktu (detik)



Gambar 5. Kontinuitas Aliran Tidak Tetap (Raju, 1986)

Apabila pada suatu aliran yang diperhitungkan adalah kehilangan energi maka yang digunakan adalah persamaan kontinuitas dan persamaan energi. Sedangkan apabila yang diperhitungkan adalah gaya-gaya luar yang bekerja maka yang digunakan adalah persamaan kontinuitas dan persamaan momentum.

Persamaan momentum menyatakan bahwa pengaruh dari semua gaya luar terhadap volume kontrol dari cairan dalam setiap arah sama dengan besarnya perubahan momentum dalam arah itu, yaitu (Raju, 1986:11) :

$$\sum F_x = \rho \cdot Q \cdot \Delta U \dots\dots\dots(2.38)$$

$$W \sin\theta + P_1 - p_2 - F_f - F_a = \rho Q(U_2 - U_1) \dots\dots\dots(2.39)$$

Dengan :

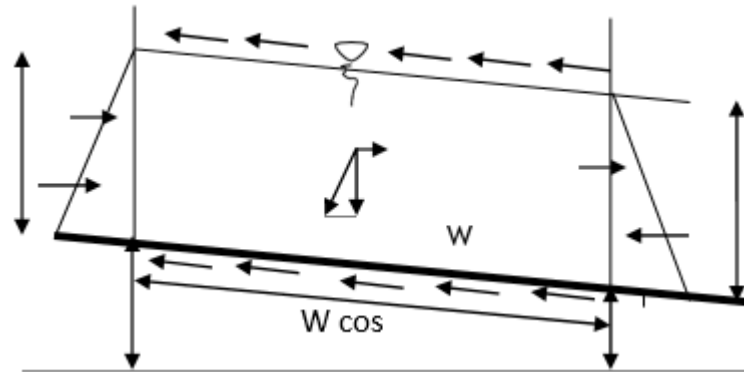
P_1 dan P_2 = muatan hidrostatis pada potongan 1 dan 2

W = berat volume kontrol

θ = kemiringan dasar dengan garis mendatar

F_f = gesekan batas terhadap panjang Δx

F_a = tahanan udara pada permukaan bebas



Gambar 6. Prinsip Momentum Pada Saluran Terbuka (Raju, 1986)

Persamaan konservasi momentum akan ekuivalen dengan konservasi energi apabila variabel – variabel tidak bebasnya kontinyu sepanjang aliran. Karena persamaan konservasi massa dan momentum lebih layak dipakai untuk aliran kontinyu dan tidak kontinyu maka persamaan aliran ini didasarkan pada persamaan kontinuitas dan persamaan momentum.

Hukum kekekalan massa pada suatu pias tertentu menyatakan bahwa “aliran pada suatu pias akan sama dengan perubahan tampungan yang terjadi di dalam pias tersebut”. Hukum kekekalan massa dapat ditulis dalam persamaan sebagai berikut:

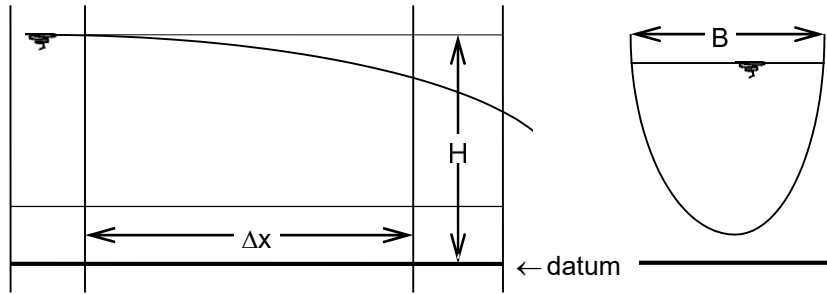
$$\frac{\partial Q}{\partial x} + B \frac{\partial H}{\partial t} = 0 \dots\dots\dots(2.40)$$

Hukum kekekalan momentum dalam pias menyatakan bahwa perubahan momentum per-satuan waktu dalam suatu pias air yang mengalir dalam suatu saluran adalah sama dengan resultante semua gaya luar yang bekerja pada pias tersebut. Persamaan momentum untuk aliran tak-langgeng dapat ditulis:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{\partial(aQv)}{\partial x} + \frac{g|Q|Q}{c^2AR} = byw^2 \cos(\varphi - \phi)$$

Hubungan Q, v, dan A adalah sebagai berikut:

$$Q = V \times A$$



Gambar 7. Persamaan Momentum dan Kontinuitas (Wibowo, 2005)

Dimana:

t = waktu

x = jarak yang diukur pada as saluran

$H(x,t)$ = elevasi permukaan air

$V(x,t)$ = kecepatan rata-rata aliran

$Q(x,t)$ = debit

$R(x,H)$ = jari-jari hidraulik

$A(x,H)$ = luas aliran

$b(x,H)$ = lebar aliran

$B(x,H)$ = lebar tampungan aliran

G = percepatan gravitasi

$C(x,H)$ = koefisien de chezy

$W(t)$ = kecepatan angin

$\Phi(t)$ = sudut arah angin terhadap utara

$\phi(t)$ = sudut arah aliran terhadap utara

$\gamma(x)$ = koefisien konfersi angina

α = factor koreksi kecepatan untuk aliran tidak seragam

$$\alpha = \frac{A}{Q^2} \int v(y, z)^2 dydz \dots\dots\dots(2.42)$$

Prosedur perhitungan didasarkan pada penyelesaian persamaan aliran satu dimensi melalui saluran terbuka. Aliran satu dimensi ditandai dengan besarnya kecepatan yang sama pada seluruh penampang atau digunakan kecepatan rata-rata.

Persamaan energi digunakan sebagai dasar perhitungan untuk aliran steady dalam saluran terbuka, diberikan oleh persamaan berikut ini (Chow, 1997:243) :

$$h_1 + \alpha_1 \frac{u_1^2}{2g} + z_1 = h_2 + \alpha_2 \frac{u_2^2}{2g} + Z_2 + hf + he \dots\dots\dots (2.43)$$

Dimana:

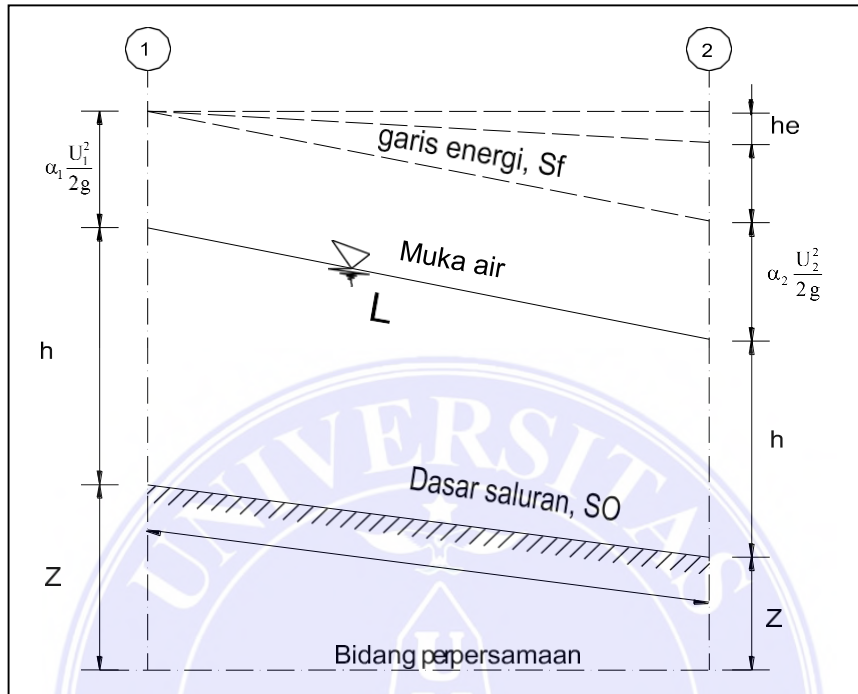
- g = percepatan gravitasi (m²/dt)
- hf = kehilangan tinggi akibat gesekan (m)
- he = kehilangan tinggi akibat perubahan penampang (m)
- U = kecepatan rerata (m/dt)
- α = koefisien distribusi kecepatan
- z = ketinggian dari datum (m)
- h = kedalaman air (m)

Profil permukaan air dapat dihitung dari satu penampang melintang ke penampang melintang berikutnya dengan menyelesaikan persamaan energi dengan menggunakan sebuah prosedur interaktif yang disebut “Standart Step method”.

Kehilangan tinggi energi pada penampang sungai diakibatkan oleh gesekan dan perubahan penampang. Adapun kehilangan tinggi energi akibat perubahan penampang terdiri dari dua yaitu akibat kontraksi dan ekspansi. Kontraksi dan ekspansi terjadi akibat back water yang disebabkan perubahan penampang, atau perubahan kemiringan dasar saluran yang sangat curam sekali. Kehilangan akibat gesekan di evaluasi sebagai hasil dari kemiringan garis energi Sf dan panjang L (Anonim, 2001:2-3), seperti terlihat dalam persamaan berikut:

$$hf = L \cdot \bar{S}f \dots\dots\dots(2.44)$$

$$Sf = \left(\frac{Q}{K}\right)^2 \dots\dots\dots(2.45)$$



Gambar 8. Energi Dalam Saluran Terbuka (Harianja, 2007)

$$\bar{S}f = \frac{Sf1+Sf2}{2} \dots\dots\dots(2.46)$$

Dimana:

hf = kehilangan energi akibat gesekan (m)

L = jarak antar sub bagian (m)

Sf = kemiringan garis energi (friction slope)

K = pengangkutan aliran tiap sub bagian

Q = debit air (m³/dt)

Kehilangan tinggi energi akibat kontraksi dan ekspansi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut : (Anonim, 2001:2-11)

$$h_e = C \left| \frac{a_2 v_2^2}{2g} - \frac{a_1 v_1^2}{2g} \right| \dots\dots\dots(2.47)$$

Dengan :

C = koefisien akibat kehilangan tinggi kontraksi dan ekspansi

Program ini akan mengasumsi, kontraksi terjadi jika tinggi kecepatan di hilir lebih besar dari tinggi kecepatan di hulu dan ekspansi terjadi pada kondisi sebaliknya.

Tinggi kehilangan energi terdiri dari kehilangan energi akibat gesekan dan kehilangan energi akibat perubahan penampang melebar atau menyempit.

Persamaan tinggi kehilangan energi sebagai berikut :

$$h_e = L \cdot \bar{S}f + C \left[\frac{a_2 v_2^2}{2g} - \frac{a_1 v_1^2}{2g} \right] \dots\dots\dots (2.48)$$

Dimana:

L = panjang penampang pembobot debit

Sf = kemiringan gesekan antara kedua penampang

C = koefisien kehilangan akibat pelebaran atau penyempitan

Panjang penampang pembobot dapat dihitung:

$$L = \frac{L_{lob} \cdot \bar{Q}_{lob} + L_{ch} \cdot \bar{Q}_{ch} + L_{rob} \cdot \bar{Q}_{rob}}{\bar{Q}_{lob} + \bar{Q}_{ch} + \bar{Q}_{rob}} \dots\dots\dots(2.49)$$

Llob, Lch, Lrob = Panjang penampang melintang untuk aliran di bantaran kiri, saluran utama dan bantaran kanan.

Qlob, Qch, Qrob = rata-rata aliran antara dua penampang untuk bantaran kiri, saluran utama dan bantaran kanan.

Penentuan daya hantar (conveyance) total dan koefisien kecepatan diperlukan dalam permodelan, sehingga penampang aliran dibagi menjadi beberapa bagian dimana setiap bagian dapat dianggap terjadi distribusi kecepatan secara

merata. Daya hantar dihitung per-bagian penampang dengan persamaan Manning sebagai berikut :

$$Q = K.Sf^{1/2} \dots\dots\dots(2.50)$$

Pengangkutan aliran K_j dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut

(Anonim, 2001:2-4):

$$K_j = \frac{1}{n_j} A_j R_j^{2/3} \text{ (dalam satuan metrik)}$$

Dengan :

K_j = pengangkutan tiap bagian

n = koefisien kekasaran manning tiap bagian

A_j = daerah aliran tiap bagian

R_j = jari-jari hidrolis tiap bagian

Untuk masing-masing penampang melintang diperlukan informasi mengenai profil penampang melintang dititik tersebut, koefisien kontraksi, koefisien ekspansi dan koefisien kekasaran Manning (n). Nilai n pada suatu saluran tidak selalu sama. Nilai tersebut bervariasi meskipun pada penampang yang sama, hal tersebut karena adanya faktor pengaruh pada keadaan disekitar sungai (Chow,1988). Faktor tersebut adalah kekasaran permukaan, tumbuhan, ketidakraturan saluran, trase saluran, pengendapan dan penggerusan, hambatan, ukuran dan bentuk saluran, taraf air dan debit, perubahan musiman, endapan melayang dan endapan dasar. Pengambilan harga n tersebut tergantung pula pada pengalaman perencana. Harga koefisien Manning berdasarkan jenis material pembentuk saluran dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 8. Harga koefisien Manning (n) untuk berbagai tipe

No	Tipe Saluran	Harga n
1	Saluran dari pasangan batu tanpa plengsengan	0,025
2	Saluran dari pasangan batu dengan pasangan	0,015
3	Saluran dari beton	0,017
4	Saluran alam dengan rumput	0,020
5	Saluran dari batu	0,025



BAB III

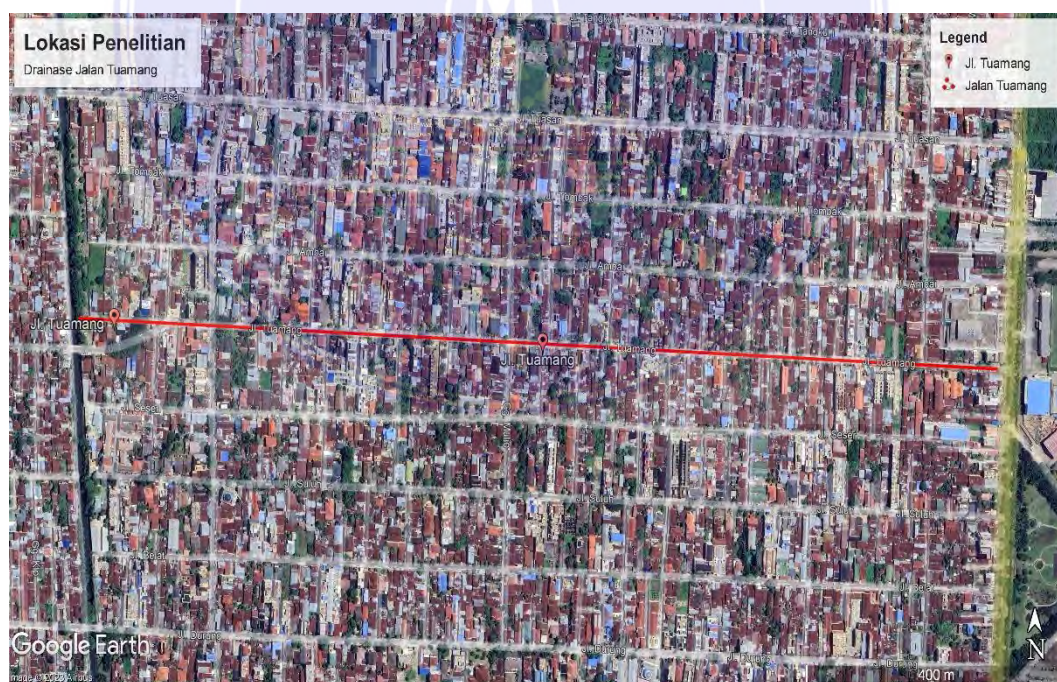
METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Gambaran Penelitian

Studi kasus penelitian ini dilakukan di kawasan Jalan Tuamang Kecamatan Medan Tembung, Kota Medan, Sumatera Utara, dan penelitian dimulai pada semester genap tahun ajaran 2022–2023. Di Kawasan Jalan Tuamang, Kecamatan Medan Tembung memiliki panjang area 1500 m dan luas wilayahnya sekitar 16,2 Hektar.

3.2. Lokasi Penelitian

Adapun lokasi penelitian ini di lakukan di kawasan jalan Tuamang, Kecamatan Medan Tembung, Kota Medan. Pada gambar dibawah ini :



Gambar 9. Lokasi Penelitian (Google Earth, 2024)

3.3. Motode Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data meliputi identifikasi drainase perkotaan, pengumpulan informasi mengenai pola aliran, desain saluran drainase, dan informasi lain yang relevan untuk menyelesaikan permasalahan terakhir ini.

Studi ini memanfaatkan data asli yang dikumpulkan dari survei lapangan, seperti ukuran drainase lapangan, pola aliran, dan kondisi. Penelitian ini juga memerlukan data sekunder selain data utama, seperti:

1. Rencana saluran drainase,
2. Data -data curah hujan.

3.4. Metode Analisa Data

Teknik ini mengumpulkan dan mengatur data guna menghasilkan solusi yang memaksimalkan kinerja saluran drainase. Berikut langkah-langkah yang harus diikuti:

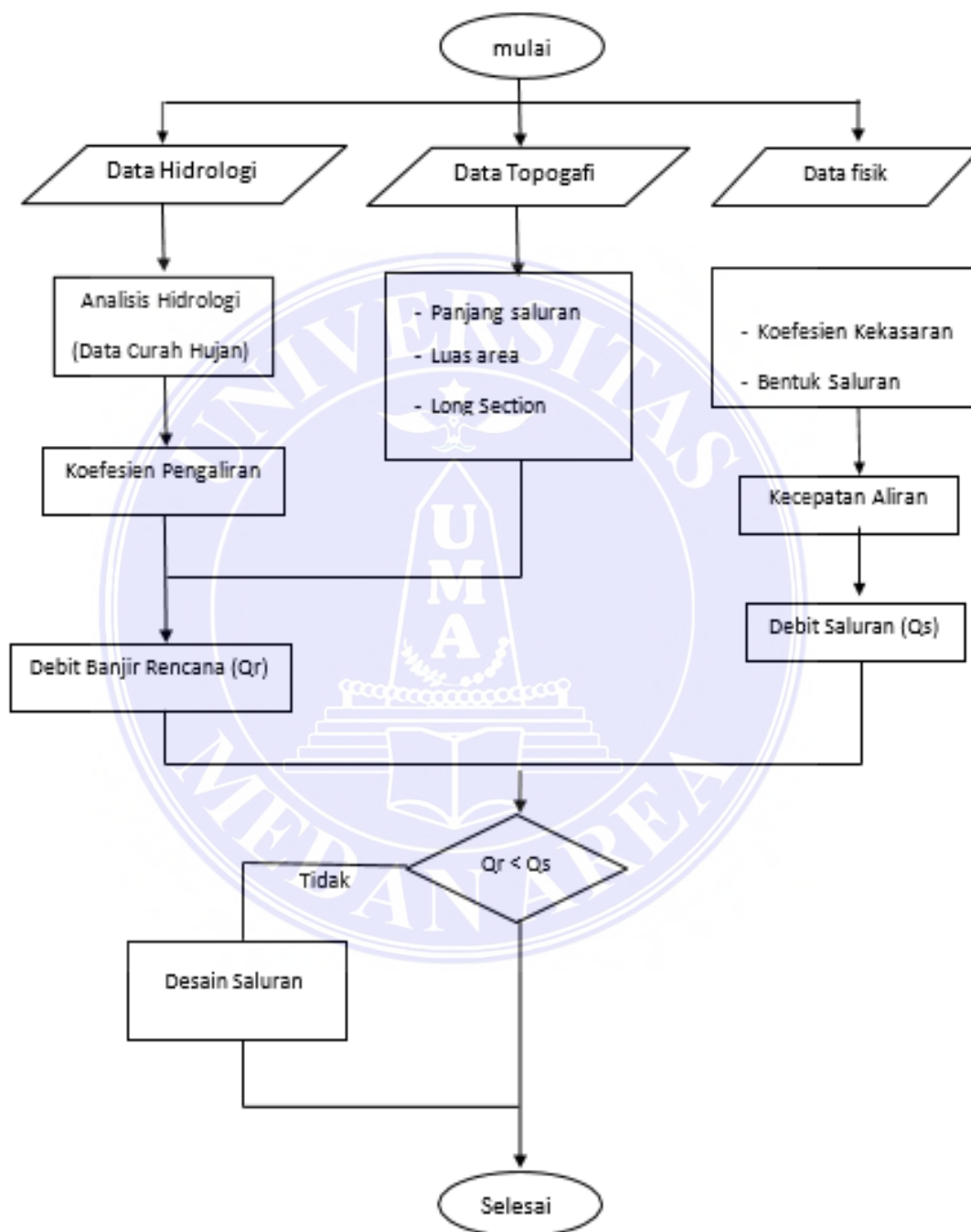
- a. Meneliti Pola Aliran Drainase.
- b. Memperkirakan Luapan Air atau Debit Banjir.
- c. Meneliti Dimensi Drainase.
- d. Desain Drainase Terkini

3.5. Kerangka Berfikir

Berikut ini merupakan alur dari gambaran penelitian dan bagan kerangka berfikir :

1. Gambaran umum bidang studi
2. Mengumpulkan informasi primer dan sekunder.
3. menghitung hidrologi.
4. Menentukan kapasitaas saluran drainase saat ini.

5. menghitung debit rencana saluran,
6. Kaji kapasitas saluran drainase
7. Desain terbaru saluran



Gambar 10. Bagan Alur Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berikut ini dapat diambil kesimpulan dari penelitian yang diberi judul “Peningkatan Drainase di Kawasan Jalan Tuamang Kecamatan Medan Tembung Kota Medan yaitu pada drainase Jalan Tuamang mempunyai permasalahan berupa Pada hulu drainase Jalan Tuamang lebih rendah dari hilir, serta sedimentasi yang tinggi sehingga ketika terjadi hujan deras, pada jalan Tuamang akan tergenang air. Kemudian dengan mengevaluasi saluran drainase di Jalan Tuamang, maka untuk pengendalian banjir yang dapat dilakukan adalah dengan Peningkatan saluran drainase dan penyesuaian elevasi drainase. Masih kurangnya kesadaran Masyarakat akan dampak yang diakibatkan oleh membuang sampah sembarangan, apalagi di dalam saluran yang ada. Untuk hasil akhir total dari perhitungan untuk desain terbaru drainase penulisan ini dapat dilihat pada tabel yang terdapat pada lampiran.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil studi dalam Upaya Penanganan Banjir Jalan Tuamang, Adapun saran yang diberikan sebagai berikut :

1. Perlunya mendesain ulang drainase baru dengan cara mengubah dimensi saluran dan pengaturan elevasi dasar drainase sehingga desain drainase memadai dan dapat menyelesaikan permasalahan banjir.
2. Perlunya himbauan atau simpati dari penduduk daerah Kawasan jalan tuamang tersebut, agar tidak membuang sampah sembarangan, terutama pada saluran drainase yang dapat menyebabkan tersumbatnya saluran, sehingga

terjadi meluapnya air.

3. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi alat yang berharga dalam membantu mengembangkan dan meningkatkan sistem drainase berkelanjutan, khususnya di Jalan Tuamang, Kecamatan Medan Tembung, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara.



DAFTAR PUSTAKA

- Harahap, Rosmaito. 2021. Perencanaan Sistem Drainase Pada Kawasan Kampus Universitas Sumatera Utara Kwala Bekala. Tugas Akhir, Departemen Teknik Sipil, FT-USU.
- Hasmar, Halim. 2011. *Drainase Terapan*. Penerbit UII Pres. Yogyakarta
- Hst, A. C. (2014). Evaluasi Kapasitas Sistem Drainase Di Kecamatan Medan Johor. *Jurnal Teknik Sipil USU*, 3(3).
- Khair. M. Farqi. 2012. Evaluasi Sistem Drainase Di Kawasan Sekitar Stadion Teladan Kota Medan. Tugas Akhir, Departemen Teknik Sipil, FT-USU.
- Kodoatie Robert, J. Sugiyanto. 2002. Banjir Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya Dalam Perspektif Lingkungan. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Lukman, A. (2018). Evaluasi Sistem Drainase Di Kecamatan Helvetia Kota Medan. *Buletin Utama Teknik*, 13(2), 163-174.
- Nazir, M. H., Jufrinal, J., Junaidi, J., & Mera, M. (2018, August). Pemetaan Jaringan Drainase Kota Padang Berbasis Quantum Gis Open Source (Studi Kasus Jaringan Drainase Kanal Banjir & Batang Kuranji). In *Andalas Civil Engineering (ACE) Conference 2015*.
- Pebriadi, S., Indrawan, I., & Syarvina. (2022). Upaya Penanggulangan Banjir Kawasan SMAN 1 Plus Matauli Pandan Kecamatan Pandan Tapanuli Tengah, Departemen Teknik Sipil, FT-USU.
- Permen PU No 12 tahun 2014 penyelenggaraan sistem drainase perkotaan.

Rangkuti, M. A., Lukman, A., & Harahap, R. 2019. Evaluasi Drainase Di Jalan Haji Misbah Dan Jalan Multatuli Sekitar Sungai Deli Kecamatan Medan Maimun. *Buletin Utama Teknik*, 15(1), 66-73.

Sebastian, Lugal. (2008). Pendekatan pencegahan dan penanggulangan banjir.

Siregar, H., Indrawan, I., & Muhammad, F. (2021). Analisa Sistem Drainase Perkotaan Dan Evaluasi Banjir Pada Kecamatan Medan Polonia, Kota Medan, Departemen Teknik Sipil, FT-USU.

Subarkah, Imam. 1978. *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*. Idea Dharma. Bandung.

Suripin. Dr. Ir. M. Eng. (2004). Sistem Drainase Perkotaan yang berkelanjutan. Yogyakarta: Andi.

Wesli. (2008). Drainase Perkotaan. Yogyakarta: Graha Ilmu Triatmojo, Bambang. *Hidrolika II*. Yogyakarta. Beta Offset.

Yunus, H. Ishak. "Hidrolika Saluran Terbuka." *Program Studi Teknik Sipil Universitas Bina Darma, Palembang* (2016).

LAMPIRAN

1. Lampiran I

Tabel Hasil Perhitungan Untuk Disain Terbaru Saluran Primer (Saluran P)

NO	Nama saluran	Luas petak (Ha)	Debit banjir m ³ /dt k	Debit saluran n	n	V m/dtk	Talud m: n	A (m)	P(m)	R =A/P (m ²)	S	b (m)	h(m)	Fe (m)	H (m)
1	P ₁	6,15	1,232	0,459	113,90	1,528	0,5 x 0,6	0,3	1,7	0,176	0,004	1,09	0,545	0,522	1,067
2	P ₂	9,1	1,352	0,357	113,90	0,893	0,8 x 0,5	0,4	1,8	0,222	0,001	1,468	0,734	0,606	1,34
3	P ₃	2,84	0,837	0,266	113,90	1,328	0,4 x 0,5	0,2	1,4	0,143	0,004	0,944	0,472	0,486	0,958

Tabel Hasil Perhitungan Untuk Disain Terbaru Saluran Sekunder(Saluran L)

NO	Nama saluran	Luas petak (Ha)	Debit m ³ /dt k	Debit l/dk	n	V m/dtk	Dimensi Saluran	a (m)	p(m)	R =a/p (m ²)	S	b (m)	h(m)	Fe (m)	H (m)
1	L ₁	0,61	0,393	0,458	113,90	3,281	0,3 x 0,4	0,12	1,1	0,109	0,035	0,494	0,247	0,351	0,598
2	L ₂	0,68	0,143	0,396	113,90	1,916	0,25 x 0,3	0,075	0,85	0,088	0,016	0,55	0,275	0,371	0,646
3	L ₃	0,84	0,129	0,413	113,90	1,727	0,25 x 0,3	0,075	0,85	0,088	0,013	0,596	0,298	0,386	0,684
4	L ₄	1	0,143	0,573	113,90	1,916	0,25 x 0,3	0,075	0,85	0,088	0,016	0,636	0,318	0,399	0,717
5	L ₅	0,7	0,290	0,467	113,90	2,417	0,3 x 0,4	0,12	1,1	0,109	0,019	0,57	0,285	0,377	0,662
6	L ₆	0,69	0,364	0,638	113,90	3,037	0,3 x 0,4	0,12	1,1	0,109	0,030	0,76	0,38	0,435	0,815
7	L ₇	0,7	0,085	0,431	113,90	1,715	0,2 x 0,25	0,05	0,7	0,071	0,017	0,562	0,281	0,374	0,635
8	L ₈	1,11	0,311	0,615	113,90	4,15	0,25 x 0,3	0,075	0,85	0,088	0,024	0,604	0,302	0,388	0,69

9	L ₉	0,5	0,249	0,26	113,90	2,075	0,3 x 0,4	0,12	1,1	0,109	0,014	0,486	0,243	0,348	0,591
10	L ₁₀	0,55	1,024	0,384	113,90	3,415	0,5 x 0,6	0,3	1,7	0,176	0,020	0,522	0,261	0,361	0,622
11	L ₁₁	1,31	125,06	0,703	113,90	12,506	4 x 2,5	10	9	1,111	0,023	0,638	0,319	0,399	0,718
12	L ₁₂	1,38	113,77	0,921	113,90	11,377	4 x 2,5	10	9	1,111	0,019	0,732	0,366	0,427	0,793
13	L ₁₃	0,79	0,373	0,794	113,90	2,646	0,5 x 0,6	0,3	1,7	0,176	0,012	0,568	0,284	0,376	0,66
14	L ₁₄	0,44	0,141	0,271	113,90	3,522	0,2 x 0,2	0,04	0,6	0,067	0,027	0,424	0,217	0,329	0,546
15	L ₁₅	0,54	0,198	0,353	113,90	2,638	0,25 x 0,3	0,075	0,85	0,088	0,030	0,47	0,235	0,484	0,719
16	L ₁₆	0,53	0,072	0,631	113,90	2,885	0,25 x 0,1	0,025	0,45	0,056	0,066	0,502	0,251	0,354	0,605
17	L ₁₇	0,19	0,121	0,122	113,90	2,012	0,3 x 0,2	0,06	0,7	0,086	0,018	0,346	0,173	0,294	0,519
18	L ₁₈	0,61	0,148	0,528	113,90	2,465	0,3 x 0,2	0,06	0,7	0,086	0,027	0,404	0,202	0,317	0,519
19	L ₁₉	0,56	0,111	0,431	113,90	2,781	0,2 x 0,2	0,04	0,6	0,067	0,048	0,464	0,232	0,34	0,572
20	L ₂₀	1	0,083	0,616	113,90	2,086	0,2 x 0,2	0,04	0,6	0,067	0,027	0,59	0,295	0,384	0,679
21	L ₂₁	0,72	0,139	0,392	113,90	1,865	0,25 x 0,3	0,075	0,85	0,088	0,015	0,556	0,278	0,372	0,65
22	L ₂₂	0,47	0,095	0,353	113,90	2,375	0,2 x 0,2	0,04	0,6	0,067	0,035	0,218	0,109	0,233	0,342
23	L ₂₃	0,68	0,041	0,510	113,90	1,654	0,25 x 0,1	0,025	0,45	0,055	0,022	0,57	0,285	0,377	0,662
dst															

Tabel Data Curah Hujan Harian Stasiun Kebun Helvetia (BMKG)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	Har. Maks
2013	14	49	25	25	51	27	14	30	35	78	30	30	78
2014	20	16	29	30	47	70	30	65	47	47	47	47	70
2015	59	45	10	52	37	30	67	42	42	69	63	63	69
2016	26	59	7	9	52	52	55	30	69	35	37	37	69
2017	32	30	37	25	33	29	32	32	45	34	59	59	59
2018	36	17	33	42	43	52	72	49	43	76	51	51	76
2019	39	30	10	37	57	48	31	67	64	54	64	64	67
2020	47	43	111	35	67	36	40	64	52	39	35	35	111
2021	103	12	13	26	36	45	52	104	80	89	124	124	124
2022	42	15	16	32	44	56	67	87	58	64	113	51	113

Tabel 4.3 Data Curah Hujan Harian Stasiun Wilayah 1 Medan (BMKG)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	Har. Maks
2013	47	73	56	38	26	36	31	94	82	68	58	98	98
2014	5	14	51	35	66	33	64	27	49	78	63	112	112
2015	74	64	32	60	46	33	46	59	57	98	107	29	107
2016	66	99	102	44	99	49	46	48	159	83	60	62	159
2017	36	63	61	45	55	51	73	63	92	63	63	201	201
2018	91	13	23	64	62	54	160	33	102	151	30	71	160
2019	51	96	33	55	127	74	37	32	118	78	65	81	127
2020	52	23	56	84	131	95	63	47	76	74	55	89	131
2021	109	24	86	90	32	58	45	59	85	75	85	60	109

2022	54	65	34	67	73	43	87	92	75	127	90	104	127
-------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	----	-----	-----

Tabel 4.4 Data Curah Hujan Harian Stasiun BPTD Sampali (BMKG)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	Har. Maks
2013	35	65	42	64	27	38	55	42	37	69	29	110	110
2014	17	44	40	50	68	48	33	75	57	36	120	160	160
2015	45	17	-	15	56	6	86	35	60	82	85	33	86
2016	36	85	10	16	39	48	77	54	88	49	57	43	88
2017	37	53	38	44	34	70	33	83	35	82	79	120	120
2018	22	40	18	70	35	35	47	31	49	125	64	98	125
2019	25	70	-	39	135	17	23	68	90	44	46	52	135
2020	80	22	106	97	121	40	77	50	55	46	44	34	121
2021	96	96	18	24	35	34	47	97	53	80	125	100	125
2022	78	54	32	64	125	76	51	92	58	46	73	61	125

Tabel 4.5 Data Curah Hujan Harian Stasiun Bandar Kalipah (BMKG)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	Har. Maks
2013	35	75	20	75	13	35	70	45	30	40	65	95	95
2014	25	15	25	55	60	15	20	60	45	40	80	85	85
2015	15	50	10	15	25	20	65	25	45	30	90	75	90
2016	40	100	10	10	50	25	55	30	86	82	17	45	100
2017	21	36	31	55	46	56	56	55	30	55	35	57	57
2018	45	35	19	20	20	40	45	45	145	85	45	45	145

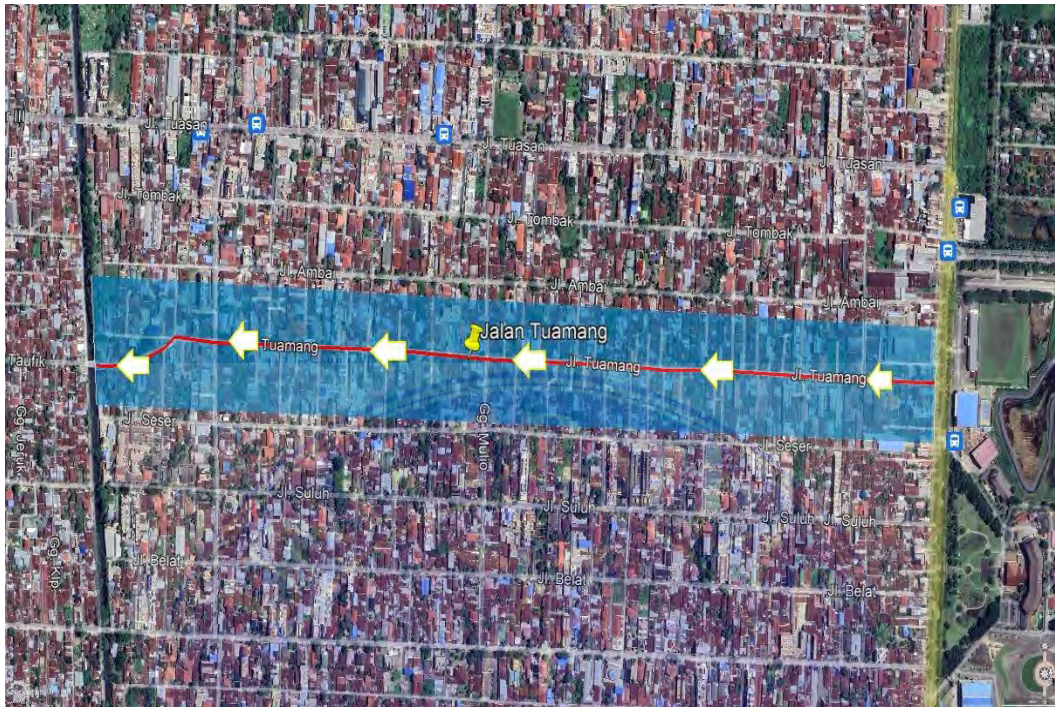
2019	25	20	9	35	52	25	30	45	45	45	65	43	65
2020	75	55	15	55	60	65	30	67	65	50	35	55	75
2021	85	13	15	45	25	35	70	57	88	97	40	60	97
2022	62	21	32	43	51	54	82	64	65	78	53	80	82

Tabel 4.6 Rata-rata Data Curah Hujan Kawasan (BMKG)

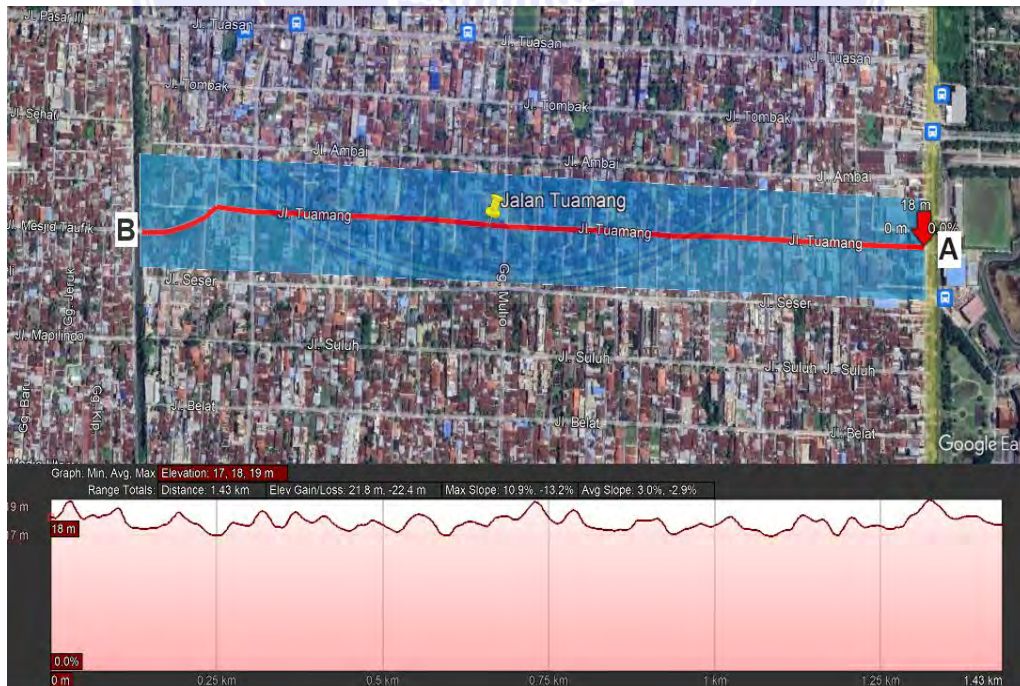
Tahun	CURA HUJAN KAWASAN				
	STASIUN KEBUN HELVETIAH	STASIUN BMKG WILAYAH 1 MEDAN	STASIUN BPTD SAMPALI	STASIUN BANDAR KALIPAH	X rata rata
2013	78	98	110	95	92,67
2014	70	112	160	85	102,41
2015	69	107	86	90	85,80
2016	69	159	88	100	101,29
2017	59	201	120	57	107,55
2018	76	160	125	145	120,14
2019	67	127	135	65	96,16
2020	111	131	121	75	111,05
2021	124	109	125	97	114,80
2022	113	127	125	82	112,86

2. Lampiran II

Arah Aliran Air Drainase



Long Section Drainase
(Yaitu ketinggian Hulu 19 m dan Hilir 17 m)



LAMPIRAN II

Bentuk-Bentuk Saluran Drainase Di Kawasan Jl. Tuamang







Saluran Pembuangan Drainase (Kanal)





**BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI KELAS I SUMATERA UTARA**

Jl. Meteorologi Raya No.17 – Deli Serdang 20371 Telp: (061) 6623292

Fax: (061) 6614631 Email: staklmspl@gmail.com

Nomor : ME.04.02 / 080 / KFLZ / I / 2024

Deli Serdang, 19 Januari 2024

Sifat : -

Lampiran : 1 (satu) Berkas

Yth. Ketua Jurusan/Fakultas Teknik

Universitas Medan Area

di

TEMPAT

Dengan ini menerangkan bahwa mahasiswa yang beridentitas :

Nama : Iqbal Mahdi Harahap

NIM : 188110033

Program Studi : Teknik Sipil

Mahasiswa tersebut di atas benar telah selesai melaksanakan Penelitian di Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Meteorologi Kelas I Sumatera Utara. Demikian surat keterangan ini saya buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Kepala Stasiun Meteorologi
Kelas I Sumatera Utara

Wahyudin, SP, M.T, Kom