

# TUGAS AKHIR

## EVALUASI SISTEM SALURAN DRAINASE

(Studi Kasus: Kelurahan Sidorejo Kecamatan Medan Tembung)

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**ISMAIL FAHMI**

**1807210105**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2023**

**LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING**

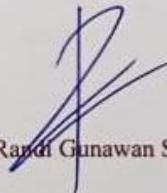
Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Ismail Fahmi  
NPM : 1807210105  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Evaluasi Sistem Saluran Drainase (Studi Kasus: Kelurahan Sidorejo Kecamatan Medan Tembung)

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN  
KEPADA PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 26 Mei 2023

Dosen Pembimbing

  
Randi Gunawan S.T., M.Si

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Ismail Fahmi

NPM : 1807210105

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Evaluasi Sistem Saluran Drainase (Studi Kasus: Kelurahan Sidorejo Kecamatan Medan Tembung)

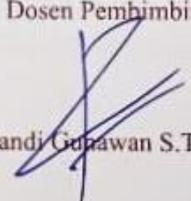
Bidang Ilmu : Transportasi

Telah Berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

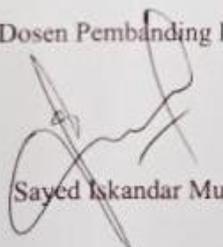
Medan, 26 Mei 2023

Mengetahui dan Menyetujui

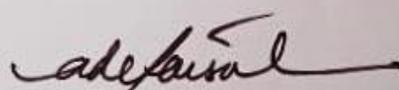
Dosen Pembimbing

  
Randi Gunawan S.T., M.Si

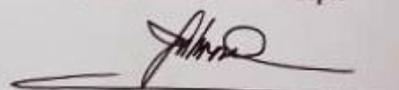
Dosen Pembanding I

  
Sayed Iskandar Muda S.T., M.T

Dosen Pembanding II

  
Dr. Ade Faizal, S.T., M.Sc., Ph.D

Ketua Prodi Teknik Sipil

  
Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ismail Fahmi

NPM : 1807210105

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya bahwa laporan Tugas Akhir Saya yang berjudul "Evaluasi Sistem Saluran Drainase (Studi Kasus: Kelurahan Sidorejo Kecamatan Medan Tembung)" Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakikatnya merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara original dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak-sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi dengan sanksi.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran diri dan atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 26 Mei 2023

Saya yang menyatakan,



Ismail Fahmi

## **ABSTRAK**

### **EVALUASI SISTEM SALURAN DRAINASE**

(Studi Kasus: Kelurahan Sidorejo Kecamatan Medan Tembung)

Ismail Fahmi

1807210105

Randi Gunawan S.T., M.Si

Banjir dan genangan air di daerah perkotaan yang padat penduduk merupakan masalah yang belum terselesaikan serta menjadi masalah yang melibatkan banyak pihak hingga saat ini. Penyebab terjadinya banjir akibat padatnya penduduk serta pembangunan yang terus meningkat. Pembangunan yang terjadi menyebabkannya kurangnya ruang resapan air, selain itu kurangnya kesadaran masyarakat terhadap lingkungan. Penulisan ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan eksisting saluran drainase yang ada terhadap debit banjir pada Jalan Tempuling dan Jalan Taud Kelurahan Sidorejo, Kecamatan Medan Tembung. Hasil penelitian bahwasanya eksisting saluran lebih kecil terhadap debit banjir yang didapat dari analisis intensitas curah hujan, sehingga saluran eksisting yang ada tidak mampu menampung debit banjir. Sehingga perlu dilakukannya perbaikan terhadap dimensi saluran drainase tersebut.

Kata Kunci : Banjir, sistem drainase, debit banjir, dimensi saluran.

## **ABSTRACT**

### **DRAINAGE CHANNEL SYSTEM EVALUATION**

*(Case Study: Sidorejo Village, Medan Tembung District)*

Ismail Fahmi

1807210105

Randi Gunawan S.T., M.Si

*Floods and puddle in densely populated urban areas are unresolved problems and become a problem that involve many parties to this day. The cause of flooding due to dense population and development continues to increase. The development that has taken place has resulted in lack of water catchment space, in addition to lack of public awareness of the environment. This writing aims to evaluate the existing capacity of the existing drainage canals against flood discharge on Tempuling and Taud roads, Sidorejo Village, Medan Tembung District. The results of the study show that the existing channel is smaller than the flood discharge obtained from the analysis of rainfall intensity, so that the existing channel is unable to accommodate the flood discharge. So it is necessary to improve the dimensions of the drainage channel.*

*Keywords: Flood, drainage system, flood discharge, channel dimensions.*

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Alhamdulillahirabbil'alamin puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan ridhanya dan rahmatnya yang berlimpah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Selanjutnya tidak lupa pula mengucapkan Shalawat dan Salam kepada Junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membawa Risalahnya kepada seluruh umat manusia dan menjadi suri tauladan bagi kita semua. Penelitian ini merupakan kewajiban bagi peneliti guna melengkapi tugas-tugas serta memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan program Strata 1 Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun judul peneliti yaitu: "Evaluasi Sistem Saluran Drainase (Studi Kasus: Kelurahan Sidorejo Kecamatan Medan Tembung)".

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak yang tidak bisa dinilai harganya. Untuk itu dalam kesempatan ini dengan ketulusan hati penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah bersedia membantu, memotivasi, membimbing dan mengarahkan selama penyusunan skripsi. Penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih sebesar-besarnya terutama kepada:

1. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., selaku Dekan di Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Wakil Dekan I Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

5. Bapak Randi Gunawan S.T., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan memberi arahan serta meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Bapak Sayed Iskandar Muda S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah memberikan arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
7. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
8. Seluruh Dosen di Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman kepada saya.
9. Teristimewa kepada ayah dan ibu yang selalu memberikan kasih sayang, doa, dukungan, dan nasihat.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Wassalammu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 26 Mei 2023

Penulis

Ismail Fahmi



1807210105

## DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penelitian	4
BAB 2 LANDASAN TEORI	5
2.1. Banjir	5
2.1.1. Pengertian Banjir	5
2.1.2. Penyebab Terjadinya Banjir	5
2.2. Drainase	6
2.2.1. Pengertian Drainase	6
2.2.2. Sistem Drainase	7
2.2.3. Jenis-jenis Drainase	8
2.2.4. Fungsi Drainase	9
2.2.5. Pola Jaringan Drainase	10
2.2.6. Bentuk Drainase	12
2.2.7. Tipe Penampang Drainase	13
2.2.8. Kapasitas Saluran Drainase	14
2.3. Analisa Hidrologi	14
2.3.1. Siklus Hidrologi	15
2.3.2. Frekuensi Curah Hujan	16
2.3.3. Uji Chi-Square	20

2.3.4.	Intensitas Curah Hujan	21
2.3.5.	Koefisien Pengaliran	22
2.3.6.	Debit Banjir	23
2.4.	Analisa Hidrolika	24
2.4.1.	Penampang Saluran	24
BAB 3 METODE PENELITIAN		28
3.1.	Umum	28
3.2.	Lokasi Penelitian	29
3.3.	Metode Penelitian	30
3.4.	Teknik Pengumpulan Data	30
3.5.	Analisis Data	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		32
4.1.	Data Primer	32
4.2.	Data Sekunder	32
4.3.	Analisa Data	33
4.4.	Analisa Hidrologi	34
4.4.1.	Analisis Distribusi Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum	34
4.4.2.	Koefisien Aliran Permukaan	47
4.4.3.	Koefisien <i>Manning</i>	47
4.5.	Debit Banjir	48
4.5.1.	Perhitungan Debit Banjir Pada Jalan Tempuling	49
4.5.2.	Perhitungan Debit Banjir Pada Jalan Taud	50
4.7.	Analisa Kapasitas Penampang Saluran Drainase (eksisting)	51
4.7.1.	Jalan Tempuling	51
4.4.3.	Jalan Taud	53
4.8.	Perhitungan Perencanaan Kapasitas Daya Tampung Saluran Drainase	55
4.9.	Alternatif Untuk Mengatasi Banjir Tanpa Mengaliri Air Ke Sungai Sei Kera	57
BAB 5 KESIMPULAN		59
5.1.	Kesimpulan	59
5.2.	Saran	59
DAFTAR PUSTAKA		61
LAMPIRAN		63
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		70

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pola jaringan siku	10
Gambar 2. 2 Pola jaringan pararel	11
Gambar 2. 3 Pola jaringan grid iron	11
Gambar 2. 4 Pola jaringan alamiah	11
Gambar 2. 5 Pola jaringan radikal	12
Gambar 2. 6 Pola jaringan jaring-jaring	12
Gambar 2. 7 Tipe saluran drainase	13
Gambar 2. 8 Penampang trapesium	25
Gambar 2. 9 Penampang persegi	25
Gambar 2. 10 Penampang segitiga	26
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian	28
Gambar 3. 2 Peta lokasi titik banjir (Google earth)	29
Gambar 4. 1 Penampang saluran drainase di lokasi penelitian	32
Gambar 4. 2 Perencanaan penampang saluran drainase	57

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Reduced mean, $Y_n$	20
Tabel 2. 2 Reduced standard deviation, $S_n$	20
Tabel 2. 3 Reduced variate, $Y_{TR}$	20
Tabel 2. 4 Koefisien pengaliran (C)	22
Tabel 4. 1 Data hasil survey saluran di lokasi penelitian	32
Tabel 4. 2 Hujan harian maksimum	33
Tabel 4. 3 Hasil dari kecepatan aliran saluran dengan melakukan pengujian menggunakan styrofoam dan stopwatch	34
Tabel 4. 4 Hasil analisis frekuensi curah hujan dengan menggunakan distribusi normal	35
Tabel 4. 5 Hasil analisis curah hujan dengan menggunakan distribusi normal	37
Tabel 4. 6 Analisis frekuensi curah hujan dengan menggunakan distribusi log normal	37
Tabel 4. 7 Hasil analisis curah hujan dengan distribusi log normal	39
Tabel 4. 8 Analisis frekuensi distribusi log person III	40
Tabel 4. 9 Hasil analisa curah hujan distribusi log person III	42
Tabel 4. 10 Analisis frekuensi Distribusi Gumbell	42
Tabel 4. 11 Nilai $Y_n$ , $S_n$ , dan $Y_{tr}$ untuk periode ulang (T)	44
Tabel 4. 12 Analisa curah hujan Distribusi Gumbell	46
Tabel 4. 13 Rekapitulasi hasil analisa curah hujan rencana maksimum	47
Tabel 4. 14 Koefisien kekerasan <i>manning</i>	47
Tabel 4. 15 Nilai kemiringan dinding saluran sesuai bahan	48
Tabel 4. 16 Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan	48
Tabel 4. 17 Data hidrologi penampang saluran pada jalan tempuling	49
Tabel 4. 18 Data hidrologi penampang saluran pada jalan taud	50
Tabel 4. 19 Hasil evaluasi Q debit banjir periode ulang 10 tahun pada jalan tempuling dan taud	51
Tabel 4. 20 Kondisi eksisting saluran drainase pada jalan tempuling	52
Tabel 4. 21 Kondisi eksisting saluran drainase pada jalan taud	53

Tabel 4. 22 Hasil $Q_p$ eksisting pada jalan tempuling dan jalan taud	54
Tabel 4. 23 Hasil perbandingan $Q$ eksisting debit saluran drainase dengan $Q$ debit banjir periode ulang 10 tahun pada jalan tempuling dan taud	54
Tabel 4. 24 Hasil perencanaan saluran drainase pada jalan tempuling dan taud	55
Tabel 4. 25 Perhitungan $Q$ analisis tampung penampung dan $Q$ analisis rancangan debit banjir di jalan tempuling dan jalan taud	56

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1.Latar Belakang**

Banjir dan genangan air pada suatu daerah di perkotaan dan daerah padat penduduk merupakan masalah konvensional yang masih belum terselesaikan sampai saat ini, dan terkadang masih menjadi masalah multi pihak. Berkurangnya daerah resapan air, tersumbatnya drainase akibat adanya penumpukan sampah serta tanah yang mengakibatkan tidak mengalirnya air limpasan menuju sungai ataupun kanal. Selain itu, adanya kebijakan drainase yang tidak sesuai dengan rencana tata ruang wilayah juga akan mempersulit penanganan masalah drainase khususnya di perkotaan (Alfons, 2016).

Sistem drainase adalah serangkaian kegiatan yang dirancang untuk mengalirkan air dari suatu daerah atau daerah, termasuk air permukaan dan air tanah. Sistem drainase juga merupakan bagian penting untuk kawasan perkotaan. Suatu kawasan perkotaan yang tertata dengan baik juga harus memiliki pengaturan sistem drainase yang berfungsi dengan baik juga, sehingga tidak menimbulkan genangan air yang dapat mengganggu aktivitas masyarakat dan dapat menimbulkan kerugian sosial ekonomi, terutama yang berkaitan dengan kesehatan lingkungan (Fairizi, 2015).

Kota Medan merupakan ibu kota di Sumatera Utara yang jumlah penduduknya cukup padat. Kota Medan terdiri dari 21 kecamatan dengan salah satu kecamatannya yaitu kecamatan Medan Tembung. Kecamatan Medan Tembung memiliki 7 kelurahan dan salah satu kelurahannya yaitu Kelurahan Sidorejo.

Seiring bertambahnya penduduk di kota Medan setiap tahunnya, maka masyarakat kota Medan dan para developer membangun lahan-lahan kosong untuk dijadikan tempat tinggal yang menyebabkan kurangnya ruang resapan air di kota Medan sehingga sering muncul permasalahan terjadi banjir di kota Medan. Permasalahan banjir di kota Medan khususnya pada kelurahan Sidorejo dapat

diklasifikasikan menjadi 2 yaitu permasalahan drainase karena faktor alam dan karena ulah manusia (Wicaksono, 2020).

Kelurahan Sidorejo adalah salah satu kelurahan di kecamatan Medan Tembung yang sering dilanda banjir, masalah banjir yang terjadi akibat sistem drainase yang kurang baik. Sebagian dari saluran yang ada tidak berfungsi lagi sebagaimana semestinya, disebabkan kurangnya perawatan drainase. Pada waktu yang deras diwaktu yang cukup lama tinggi volume air meningkat. Pada saluran drainase yang telah ada, efisiensinya telah berkurang karena didalam drainase berisikan sampah dan tanah serta sebagian penduduk berani melakukan penutupan drainase dengan dilakukannya pengecoran pada drainase tersebut. Setiap musim hujan air tersumbat dan tidak mengalir dipembuangan utama, akibatnya air dengan mudah meluap ke jalan disekitar saluran drainase (Buta, 2020).

Hal-hal tersebut merupakan penyebab sistem drainase eksisting tidak berfungsi secara maksimal. Hal tersebut ditandai dengan sering terjadi genangan air di beberapa ruas jalan di kelurahan sidorejo tersebut. Untuk menanggulangi masalah yang ada diantaranya dapat dilakukan dengan mengetahui kondisi eksisting, dimensi saluran, debit banjir dan sebagainya yang berkaitan dengan efektifitas saluran dan kebutuhan drainase.

Sehingga dengan segala permasalahan yang ada diatas yang menyebabkan terjadi banjir di beberapa ruas jalan di kelurahan Sidorejo perlu dilakukannya “Evaluasi Sistem Saluran Drainase di Kelurahan Sidorejo” untuk mengetahui eksisting dan hal yang terkait dengan permasalahan yang ada.

## **1.2.Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa besar debit banjir pada Jalan Tempuling dan Jalan Taud pada Kelurahan Sidorejo Kecamatan Medan Tembung?
2. Berapakah besar debit eksisting saluran drainase yang menampung debit banjir pada Jalan Tempuling dan Jalan Taud pada Kelurahan Sidorejo Kecamatan Medan Tembung?

3. Jika tidak dapat ditanggulangi, berapakah besar debit eksisting saluran drainase pada Jalan Tempuling dan Jalan Taud yang dapat menampung debit banjir?

### **1.3. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Daerah yang diteliti adalah saluran drainase yang terletak di Kelurahan Sidorejo Kecamatan Medan Tembung.
2. Lokasi yang diteliti hanya 2 titik, yaitu pada jalan Tempuling, dan Jalan Taud.
3. Data yang digunakan untuk analisis adalah data curah hujan harian maksimum dari tahun 2011-2020.

### **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui besar debit banjir pada Jalan Tempuling dan Jalan Taud.
2. Untuk mengetahui debit eksisting saluran drainase yang menampung debit banjir pada Jalan Tempuling dan Jalan Taud Kelurahan Sidorejo Kecamatan Medan Tembung.
3. Untuk mengetahui besar debit eksisting saluran drainase yang mampu menampung debit banjir pada Jalan Tempuling dan Jalan Taud Kelurahan Sidorejo Kecamatan Medan Tembung.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dibidang perencanaan wilayah dan kota khususnya mengenai perencanaan sistem drainase.
2. Peneliti mampu memahami permasalahan saluran drainase dan cara mengatasi permasalahan mengenai sistem drainase di Kelurahan Sidorejo Kecamatan Medan Tembung.
3. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi rekomendasi kebijakan pemerintah kota Medan dalam menangani permasalahan banjir di Kelurahan Sidorejo Kecamatan Medan Tembung.

4. Meningkatkan pengetahuan masyarakat sekitar tentang pentingnya menjaga drainase, agar aman dari genangan atau banjir ketika hujan turun.

### **1.6.Sistematika Penelitian**

Adapun sistematika penulisan yang digunakan pada Tugas Akhir ini sebagai berikut:

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Didalam bab ini akan menguraikan penjelasan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan permasalahan, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian.

#### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Berisi tentang teori yang bersumber dari literatur-literatur baik itu dari buku-buku jurnal dan tugas akhir yang membahas tentang evaluasi sistem drainase untuk menanggulangi banjir.

#### **BAB 3 METODE PENELITIAN**

Bab ini menguraikan metode penelitian yang akan digunakan dari awal sampai akhir penelitian dan penjelasan mengenai cara mengevaluasi suatu sistem drainase untuk menanggulangi banjir.

#### **BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Bab ini akan menjelaskan mengenai perhitungan dari metode yang digunakan, tabel, dan pembahasan lainnya yang berhubungan dengan tujuan diatas.

#### **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan yang diambil dari tujuan yang ada pada bagian pendahuluan dari tugas akhir ini dan saran-saran yang dapat diterima penulis agar lebih baik kedepannya.

## **BAB 2**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Banjir**

##### **2.1.1. Pengertian Banjir**

Banjir adalah peristiwa yang terjadi ketika aliran air yang berlebihan merendam daratan. Pengarahan banjir sebagai perendaman sementara oleh air pada daratan air. Dalam arti air mengalir, kata ini juga dapat berarti masuknya pasang laut. Banjir diakibatkan oleh volume air disuatu badan air seperti sungai atau danau yang meluap atau menjebol bendungan sehingga air keluar dari batasan alaminya. Menurut (Anwar, 2015) banjir merupakan salah satu bencana alam yang terjadi di banyak kota di dunia dalam skala berbeda dimana air dengan jumlah berlebih berada di daratan yang biasanya kering. Banjir yaitu berair banyak dan deras, kadang-kadang meluap. Hal-hal tersebut dapat terjadi karena jumlah air di sungai, danau atau daerah aliran lainnya melebihi kapasitas normal akibat akumulasi air hujan atau pemampatan sehingga meluber.

Banjir adalah debit aliran air sungai yang secara relative lebih besar dari biasanya normal akibat hujan yang turun di hulu atau suatu tempat tertentu secara terus menerus, sehingga tidak dapat ditampung oleh alur sungai yang ada, maka air melimpah keluar dan menggenangi daerah sekitarnya (Karongkong, 2019). Menurut (Akhirianto, 2018) banjir merupakan bencana alam yang perlu mendapat perhatian, karena mengancam jiwa dan ekonomi masyarakat dan merupakan bencana alam yang ke tiga terbesar di dunia yang telah banyak menelan korban jiwa dan kerugian harta benda.

##### **2.1.2. Penyebab Terjadinya Banjir**

Faktor penyebab terjadinya banjir dapat diklasifikasikan dalam dua kategori, yaitu banjir alami dan banjir oleh tindakan manusia. Banjir akibat alami dipengaruhi oleh curah hujan, fisiografi, erosi dan sedimentasi, kapasitas sungai, kapasitas drainase dan pengaruh air pasang. Sedangkan banjir akibat aktivitas

manusia disebabkan karena ulah manusia yang menyebabkan perubahan-perubahan lingkungan seperti: perubahan kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS), kawasan pemukiman di sekitar bantaran, rusaknya drainase lahan, kerusakan bangunan pengendali banjir, rusaknya hutan (vegetasi alami), dan perencanaan sistem pengendali banjir yang tidak tepat (Putra, 2021).

## **2.2.Drainase**

### **2.2.1. Pengertian Drainase**

Drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi suatu kawasan atau lahan, sehingga fungsi suatu kawasan atau lahan tidak terganggu. Sedangkan sistem drainase sendiri didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal (Tangkudung, 2013).

Drainase mempunyai arti mengalirkan, membuang, atau mengalihkan air. Menurut (Suhudi, 2020) pengertian drainase merupakan serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk membuang kelebihan air atau mengurangi air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase permukiman merupakan sistem jaringan drainase yang berfungsi mengalirkan air berlebihan yang terdapat pada suatu kawasan permukiman dan digunakan untuk menjaga agar lingkungan tersebut tidak tergenang oleh air hujan. Saluran drainase merupakan hal yang sangat penting dalam sebuah pembangunan, baik itu rumah tinggal, gedung, atau bangunan yang lain.

Sistem drainase adalah rangkaian kegiatan yang membentuk upaya pengaliran air, baik air permukaan (limpasan/run off), maupun air tanah (underground water) dari suatu daerah atau kawasan. Sistem drainase merupakan bagian penting pada suatu kawasan perumahan. Suatu kawasan perumahan yang tertata dengan baik haruslah juga diikuti dengan penataan sistem drainase yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan sehingga tidak menimbulkan genangan air yang dapat mengganggu aktivitas masyarakat dan

bahkan dapat menimbulkan kerugian sosial ekonomi terutama yang menyangkut aspek-aspek kesehatan lingkungan permukiman (Sutoyo, 2019).

### **2.2.2. Sistem Drainase**

Menurut (Nurhamidin, 2015) sistem drainase perkotaan adalah prasarana yang terdiri dari kumpulan sistem saluran di dalam kota yang berfungsi mengeringkan lahan perkotaan dari banjir atau genangan akibat hujan dengan cara mengalirkan kelebihan air permukaan ke badan air melalui sistem saluran-saluran tersebut. Drainase perkotaan berfungsi:

1. Mengeringkan bagian wilayah kota yang permukaannya lebih rendah dari genangan sehingga tidak menimbulkan dampak negatif berupa kerusakan infrastruktur kota dan harta benda milik masyarakat.
2. Mengalirkan kelebihan air permukaan ke badan air terdekat secepatnya agar tidak membanjiri atau menggenangi kota yang dapat merusak selain harta benda masyarakat juga infrastruktur perkotaan.
3. Mengendalikan sebagian air permukaan akibat hujan yang dapat dimanfaatkan untuk persediaan air.
4. Meresapkan air permukaan untuk menjaga kelestarian air tanah.

Sistem jaringan drainase perkotaan umumnya dibagi atas 2 bagian, yaitu:

#### **a. Sistem Drainase Makro**

Sistem drainase makro yaitu sistem saluran/badan air yang menampung dengan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan (*catchment area*). Pada umumnya sistem drainase makro ini disebut juga sebagai sistem saluran pembuangan utama (major sistem) atau drainase primer. Sistem jaringan ini menampung aliran yang berskala besar dan luas seperti saluran drainase primer, kanal-kanal atau sungai-sungai. Perencanaan drainase makro ini umumnya dipakai dengan periode ulang antara 5 sampai 10 tahun dan pengukuran topografi yang detail mutlak diperlukan dalam perencanaan sistem drainase ini.

#### **b. Sistem Drainase Mikro**

Sistem drainase mikro yaitu sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan. Secara keseluruhan yang termasuk dalam sistem drainase mikro adalah saluran di

sepanjang sisi jalan, saluran/selokan air hujan disekitar bangunan, gorong-gorong, saluran drainase kota dan lain sebagainya dimana debit air yang dapat ditampung tidak terlalu besar. Pada umumnya drainase mikro ini direncanakan untuk hujan dengan kala ulang 2,5 atau 10 tahun tergantung pada tata guna lahan yang ada. Sistem drainase untuk lingkungan pemukiman lebih cenderung sebagai sistem drainase mikro.

### **2.2.3. Jenis-jenis Drainase**

Jenis drainase dapat dikelompokkan sebagai berikut:

#### **1. Drainase Menurut Sejarah Terbentuknya**

##### **a. Drainase Alamiah (*Natural Drainage*)**

Drainase yang terbentuk secara alami dan tidak terdapat bangunan-bangunan penunjang, saluran ini terbentuk oleh gerusan air yang bergerak karena gravitasi yang lambat laun membentuk jalan air yang permanen seperti sungai. Daerah-daerah dengan drainase alamiah yang relatif bagus akan membutuhkan perlindungan yang lebih sedikit daripada daerah-daerah rendah yang tertindak sebagai kolam penampung bagi aliran dari daerah anak-anak sungai yang luas.

##### **b. Drainase Buatan**

Drainase yang dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti selokan pasangan batu, gorong-gorong, dan pipa-pipa.

#### **2. Drainase Menurut Letak Bangunannya**

##### **a. Drainase Permukaan Tanah (*Surface Drainage*)**

Saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi untuk mengalirkan air limpasan permukaan. Analisis alirannya merupakan analisis *open channel flow* (aliran saluran terbuka).

##### **b. Drainase Bawah Permukaan Tanah (*Subsurface Drainage*)**

Saluran drainase yang bertujuan untuk mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah permukaan tanah (pipa-pipa) dikarenakan alasan tertentu. Ini karena alasan tuntutan artistik, tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak membolehkan adanya saluran dipermukaan tanah seperti lapangan sepak bola, lapangan terbang, dan taman.

### 3. Drainase Menurut Konstruksinya

#### a. Saluran Terbuka

Saluran yang lebih cocok untuk drainase air hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup, ataupun untuk drainase air non-hujan yang tidak membahayakan kesehatan atau mengganggu lingkungan.

#### b. Saluran Tertutup

Saluran yang pada umumnya sering di pakai untuk aliran air kotor (air yang mengganggu kesehatan atau lingkungan) untuk saluran yang terletak ditengah kota.

### 4. Drainase Menurut Sistem Buangannya

#### a. Sistem Terpisah (*Separate Sistem*)

Dimana air kotor dan air hujan dilayani oleh sistem saluran masing-masing secara terpisah.

#### b. Sistem Tercampur (*Combined Sistem*)

Dimana air kotor dan air hujan disalurkan melalui satu saluran yang sama.

#### c. Sistem Kombinasi (*Pscudo Separate Sistem*)

Merupakan perpaduan antara saluran air buangan dan saluran air hujan dimana pada waktu musim hujan air buangan dan air hujan tercampur dalam saluran air buangan, sedangkan air hujan berfungsi sebagai pengenceran penggelontor, kedua saluran ini tidak bersatu tetapi dihubungkan dengan sistem perpipaaan interceptor.

#### **2.2.4. Fungsi Drainase**

Fungsi drainase perkotaan yaitu sebagai berikut:

1. Mengeringkan bagian wilayah kota dari genangan sehingga tidak menimbulkan dampak negative.
2. Mengalirkan air permukaan kebadan air terdekat secepatnya.
3. Mengendalikan kelebihan air permukaan yang dapat dimanfaatkan untuk persediaan air dan kehidupan akuatik.
4. Meresapkan air permukaan untuk menjaga kelestarian air tanah.

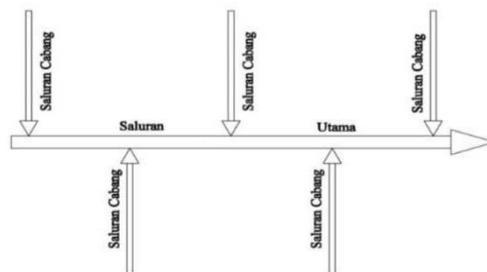
Drainase dalam kota mempunyai fungsi (Sinaga, 2016) sebagai berikut:

1. Untuk mengalirkan genangan air atau banjir ataupun air hujan dengan cepat dari permukaan jalan.
2. Untuk mencegah aliran air yang berasal dari daerah lain atau daerah di sekitar jalan yang masuk ke daerah perkerasan jalan.
3. Untuk mencegah kerusakan jalan dan lingkungan yang diakibatkan oleh genangan air dan jalan.

### 2.2.5. Pola Jaringan Drainase

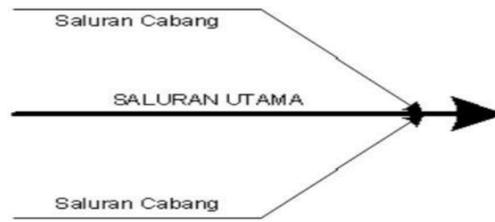
Suatu saluran pembuangan dibuat sesuai dengan kondisi lahan dan lingkungan sekitarnya. Oleh karena itu drainase bisa di bangun dalam berbagai macam pola jaringan agar tercapai hasil yang optimal. Sistem jaringan drainase terdiri atas beberapa saluran yang berhubungan sehingga membentuk suatu pola jaringan. Dari bentuk jaringan dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Pola siku adalah suatu pola dimana cabang membentuk siku-siku pada saluran utama biasanya dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai di mana sungai merupakan saluran pembuang utama berada di tengah kota.



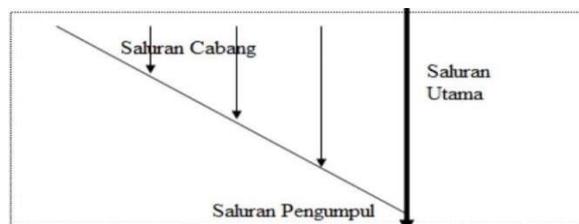
Gambar 2.1: Pola jaringan siku.

2. Pola paralel adalah suatu pola di mana saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang yang pada bagian akhir saluran cabang dibelokkan menuju saluran utama. Pada pola paralel saluran cabang cukup banyak dan pendek-pendek.



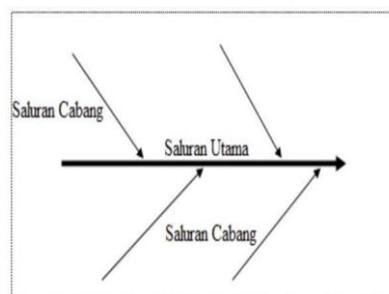
Gambar 2.2: Pola jaringan paralel.

3. Pola grid iron merupakan pola jaringan drainase di mana sungai terletak di pinggiran kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul kemudian dialirkan pada sungai.



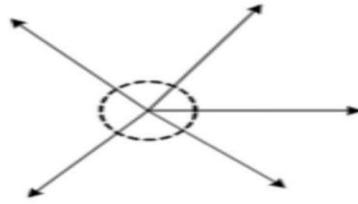
Gambar 2.3: Pola jaringan grid iron.

4. Pola alamiah adalah suatu pola jaringan drainase yang hampir sama dengan pola siku, dimana sungai sebagai saluran utama berada di tengah kota namun jaringan saluran cabang tidak selalu berbentuk siku terhadap saluran utama (sungai).



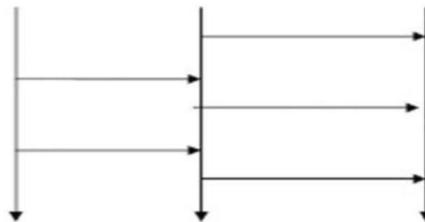
Gambar 2.4: Pola jaringan alamiah.

5. Pola radikal adalah pola jaringan drainase yang mengalirkan air dari pusat sumber air memencar ke berbagai arah, pola ini sangat cocok digunakan pada daerah yang berbukit. Pola jaring-jaring adalah pola drainase yang mempunyai saluran-saluran pembuang mengikuti arah jalan raya. Pola ini sangat cocok untuk daerah topografinya datar.



Gambar 2.5: Pola jaringan radikal.

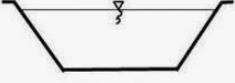
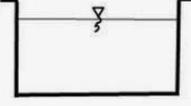
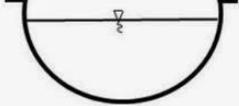
6. Pola jaring-jaring adalah pola jaringan drainase ini mempunyai saluran-saluran pembuangan mengikuti arah jalan raya. Jaringan ini sangat cocok untuk daerah dengan topografi datar.



Gambar 2.6: Pola jaringan jaring-jaring.

### 2.2.6. Bentuk Drainase

Dalam menentukan bentuk dan dimensi saluran yang akan digunakan dalam pembangunan saluran baru maupun dalam kegiatan perbaikan penampang saluran yang sudah ada, salah satu hal penting yang perlu dipertimbangkan adalah ketersediaan lahan. Mungkin di daerah pedesaan membangun saluran dengan kapasitas yang besar tidak menjadi masalah karena banyaknya lahan yang kosong, tapi di daerah perkotaan yang padat tentu bisa menjadi persoalan yang berarti karena terbatasnya lahan. Oleh karena itu, penampang saluran drainase perkotaan dan jalan raya dianjurkan mengikuti penampang hidrolis terbaik, yaitu suatu penampang yang memiliki luas terkecil untuk suatu debit tertentu atau memiliki keliling basah terkecil dengan hantaran maksimum. Dimensi saluran harus mampu mengalirkan debit rencana atau dengan kata lain debit yang dialirkan harus sama atau lebih besar dari debit rencana. Untuk mencegah muka air ke tepi (meluap) maka diperlukan adanya tinggi jagaan pada saluran, yaitu jarak vertikal dari puncak saluran ke permukaan air pada kondisi debit rencana pada Gambar 2.7.

No	Bentuk Saluran	Fungsinya
1	Trapesium 	Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar. Sifat alirannya terus menerus dengan fluktuasi yang kecil. Bentuk saluran ini dapat digunakan pada daerah yang masih cukup tersedia lahan.
2	Empat persegi panjang 	Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar. Sifat alirannya terus menerus dengan fluktuasi yang kecil
3	Segitiga 	Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan untuk debit yang kecil. Bentuk saluran ini digunakan pada lahan yang cukup terbatas.
4	Setengah lingkaran 	Berfungsi untuk menyalurkan limpasan air hujan untuk debit yang kecil. Bentuk saluran ini umumnya digunakan untuk saluran rumah penduduk dan pada sisi jalan perumahan yang padat.

Gambar 2.7: Tipe saluran drainase.

### 2.2.7. Tipe Penampang Drainase

Pentingnya saluran drainase jalan akan menjadi perhatian di setiap pelaksanaan jalan. Dimensi dan bentuk drainase menjadi bagian yang penting dalam perencanaan jalan. Sesuai dengan tipe penampang drainase dapat diuraikan sebagai berikut:

#### 1. Tipe Drainase Berbentuk Trapesium

Drainase berbentuk trapesium sering dilaksanakan dan diterapkan dilapangan, dapat dibagi dua macam yaitu:

- a. Drainase bentuk trapesium dengan menggunakan tanah asli (saluran tanah yang dibentuk trapesium).
- b. Drainase bentuk trapesium yang dibentuk menggunakan pasangan batu kali atau cor beton plat.

#### 2. Tipe Drainase Berbentuk Segitiga

Drainase dengan bentuk potongan melintang segitiga, dengan menggunakan pasangan batu atau tanah asli sebagai pembentuk saluran.

### 3. Tipe Drainase Berbentuk Segi Empat

Bentuk tipe drainase segi empat dengan menggunakan pasangan batu kali untuk perkuatan saluran.

4. Bentuk tipe drainase segi empat dengan menggunakan beton bertulang dan bagian dasarnya diberi pasir  $\pm 10$  cm.

5. Bentuk tipe drainase segi empat dengan pasangan beton bertulang pada bagian dasar diberi lapisan pasir + 10 cm, pada bagian atas ditutup dengan plat beton bertulang.

6. Bentuk tipe drainase segi empat dengan menggunakan pasangan batu kali pada bagian dasar diberi lapisan pasir + 10 cm, pada bagian atas ditutup dengan plat beton bertulang.

### 7. Tipe Drainase Berbentuk Setengah Lingkaran

Bentuk tipe drainase setengah lingkaran sangat baik digunakan untuk saluran buangan. Dalam pelaksanaannya dapat dalam bentuk pasangan batu kali atau beton bertulang.

#### 2.2.8. Kapasitas Saluran Drainase

Kapasitas saluran drainase didapatkan dari dimensi saluran drainase yang sudah ada terdapat dua bentuk saluran yaitu persegi dan trapesium. Untuk mencari nilai kapasitas atau Qeksisting digunakan rumus:

$$Q_{eks} = A \times V \quad (2.1.)$$

Keterangan:

Qeks = debit eksisting ( $m^3/detik$ )

A = luas penampang saluran ( $m^2$ )

V = kecepatan aliran saluran ( $m/det$ )

#### 2.3. Analisa Hidrologi

Analisis hidrologi merupakan langkah yang paling penting untuk merencanakan drainase. Analisis ini perlu untuk dapat menentukan besarnya aliran permukaan ataupun pembuangan yang harus ditampung. Data hidrologi mencakup antara lain luas daerah drainase, besar, dan frekuensi dari intensitas

hujan rencana. Ukuran dari daerah tangkapan air akan mempengaruhi aliran permukaan sedangkan daerah aliran dapat ditentukan dari peta topografi atau foto udara. Analisis hidrologi dilakukan untuk mengetahui debit akibat terjadinya hujan dan diperlukan untuk mengevaluasi penyebab genangan di beberapa wilayah pelayanan drainase Kelurahan Sidorejo Kecamatan Medan Tembung.

Menurut (Nurdiyanto, 2016) hidrologi adalah suatu ilmu yang menjelaskan tentang kehadiran dan gerakan air di alam kita ini. Ini meliputi berbagai bentuk air, yang menyangkut perubahan-perubahannya antara keadaan cair, padat dan gas pada atmosfer, di atas dan di bawah permukaan tanah. Proses analisis hidrologi pada dasarnya merupakan proses pengolahan data curah hujan, data luas dan bentuk daerah pengaliran (*catchment area*), data kemiringan lahan beda tinggi, dan data tata guna lahan yang kesemuanya mempunyai arahan untuk mengetahui besarnya curah hujan rata-rata, koefisien pengaliran, waktu konsentrasi, intensitas curah hujan, dan debit banjir rencana. Sehingga melalui analisis ini dapat dilakukan juga proses evaluasi terhadap saluran drainase yang ada (eksisting).

### **2.3.1. Siklus Hidrologi**

Siklus hidrologi bisa disebut sebagai siklus air karena kata hidrologi sendiri memiliki makna yang sama dengan air, perbedaannya sendiri hanya terletak pada kosa kata saja. Siklus air sendiri merupakan suatu siklus yang terjadi di lingkungan perairan. Jadi siklus hidrologi adalah sebagai proses air yang berasal dari atmosfer ke bumi, lalu air tersebut akan kembali lagi ke atmosfer dan demikian siklus ini terus berjalan seterusnya. Siklus air sendiri merupakan salah satu siklus biogeo kimia yang terjadi di bumi dengan tujuan mempertahankan jumlah dan ketersediaan air.

Hidrologi sebagai ilmu air yang berasal dari bahasa Yunani. Sehingga hidrologi secara harfiah dapat diartikan sebagai cabang ilmu geografi yang mempelajari aneka hal terkait air. Hal lainnya yang dipelajari dalam ilmu hidrologi adalah menyangkut pergerakan air atau dengan kata lain disebut juga dengan siklus air. Selain itu, hidrologi juga mempelajari kualitas air seperti baik tidaknya air tersebut untuk dikonsumsi. Hidrologi juga mempelajari distribusi air di bumi. Ilmu hidrologi sendiri terbagi lagi ke dalam beberapa jenis yaitu:

1. Potamologi: merupakan ilmu hidrologi yang mempelajari aliran air khususnya aliran-aliran yang terjadi di permukaan.
2. Limnologi: merupakan ilmu hidrologi yang mempelajari berbagai permukaan air yang tenang seperti pada danau.
3. Kriologi: merupakan ilmu yang mempelajari tentang air padat seperti pada es dan salju.
4. Geohidrologi: merupakan ilmu hidrologi yang mempelajari tentang air yang berada didalam tanah.
5. Hidrometeorologi: merupakan ilmu hidrologi yang mempelajari tentang air berwujud gas yang letaknya di udara.

Siklus hidrologi sendiri tak hanya bertujuan untuk mempertahankan ketersediaan air namun juga menjaga intensitas hujan. Tak hanya itu siklus air juga turut menjaga cuaca dan suhu di bumi agar semuanya tetap teratur. Siklus air ini juga turut membantu keseimbangan ekosistem serta menjaga semua lingkup kehidupan berjalan dengan sebagaimana mestinya.

Siklus ini juga melewati proses yang panjang sebelum akhirnya terus berlangsung tanpa terhenti. Siklus hidrologi sendiri memiliki sembilan tahap mulai dari evaporasi sebagai tahap pertama kemudian transpirasi, kondensasi, evapotranspirasi dan sublimasi. Tahap selanjutnya adalah tahap adveksi, tahap run off, tahap presipitasi dan tahap infiltrasi.

### 2.3.2. Frekuensi Curah Hujan

Menurut (Suripin, 2004) adapun distribusi frekuensi curah hujan yang akan digunakan, yaitu :

1. Distribusi Normal

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode distribusi normal, dengan persamaan sebagai berikut :

$$X_T = X + k \cdot S_x \quad (2.2)$$

Dimana :

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

$$X = \text{Harga rata-rata, } \frac{\sum_1^n X_i}{n}$$

K = Variabel reduksi

$$S_x = \text{Standar deviasi}, \sqrt{\frac{\sum_1^n X_i^2 - \sum_i^n X_i}{n-1}}$$

## 2. Distribusi Log Normal

Hitungan distribusi log normal dilakukan dengan menggunakan tabel yang sama dengan distribusi normal. Distribusi log normal dipakai jika nilai-nilai dari variabel random tidak mengikuti distribusi normal, tetapi nilai logaritmanya memenuhi distribusi normal (Triatmodjo, 2006).

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode distribusi Log Normal, dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + k \cdot S_x \cdot \text{Log } X \quad (2.3)$$

Dimana :

Log  $X_T$  = Variate yang diekstrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rancangan untuk periode ulang T tahun.

$$\text{Log } X = \text{Harga rata-rata}, \frac{\sum_1^n \log(x_i)}{n}$$

$$S_x \text{Log } X = \text{Standar Deviasi}, \sqrt{\frac{\sum_1^n \log(X_i)^2 - \sum_1^n (X_i)}{n-1}}$$

K = Variabel reduksi

## 3. Distribusi *Log Pearson Type-III*

Berdasarkan uraian persamaan rumus yang ada, maka penulis memperkirakan besarnya hujan rencana dengan menggunakan Metode *Log Person Type III*. Pers yang digunakan untuk menghitung curah hujan rencana dengan menggunakan Metode *Log Person Type III* adalah :

a. Ubah data ke dalam bentuk logaritmis,  $X = \log X$

$$\text{b. Hitung rata-rata, } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n \log(x_i)}{n} \quad (2.4)$$

$$\text{c. Hitung simpangan baku, } S = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^2}{n-1} \right]^{0,5} \quad (2.5)$$

d. Hitung koefisien kemencengan :

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \quad (2.6)$$

- e. Hitung logaritma curah hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus:

$$\text{Log } X_T = \log \bar{x} + K \cdot s \quad (2.7)$$

Dimana :

$X_i$  = Curah hujan rancangan

$\bar{x}$  = Rata-rata logaritma dari hujan maksimum tahunan

S = Simpangan baku

K = Konstanta (dari tabel)

$X_T$  = Besarnya kejadian untuk priode ulang

Dengan K diperoleh berdasarkan G dan tingkat probabilitasnya.

#### 4. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel mempunyai fungsi distribusi eksponensial ganda yang dinyatakan dalam persamaan berikut ini :

$$p(X) = e^{-e^{-a(x-b)}} \quad (2.8)$$

Dimana A dan B adalah parameter. Jika diambil nilai  $Y = a(X-b)$ , dimana Y disebut sebagai variasi pengurangan (*reduced variate*), maka pers. 2.9 dapat ditulis:

$$P(X)e^{-e^{-Y}} \quad (2.10)$$

Dimana  $e = 2,7182818$

Dengan mengambil dua kali logaritma dengan bilangan dasar terhadap pers. 2.6 diperoleh persamaan berikut ini:

$$X = \frac{1}{a} [ab - 1n \{-1nP(X)\}] \quad (2.11)$$

Hubungan anantara periode ulang dan probabilitas dapat dinyatakan dalam persamaan berikut ini:

$$T_r(X) = \frac{1}{1-P(X)} \quad (2.12)$$

Substitusikan pers. 2.10 ke dalam pers. 2.7 maka diperoleh persamaan berikut ini:

$$T_r = b - \frac{1}{a} \left\{ -1n \frac{T_r(x)-1}{T_r(x)} \right\} \quad (2.13)$$

Dengan  $Y = a(X-b)$ , maka diperoleh persamaan berikut ini:

$$YT_r = -1n \left\{ -1n \frac{T_r(x)-1}{T_r(x)} \right\} \quad (2.14)$$

Menurut Chow (1964), variate  $x$  dapat menggambarkan deret hidrologi acak yang dinyatakan dengan:

$$X = \mu + \sigma K \quad (2.15)$$

Keterangan :

$\mu$  = Nilai rata-rata populasi

$\sigma$  = Simpangan baku (standard deviasi)

$K$  = Faktor probabilitas

Apabila jumlah populasinya terbatas (sampel), maka pers. 2.15 dapat didekati dengan persamaan:

$$X = \bar{x} + sK \quad (2.16)$$

Dimana :

$\bar{x}$  = Nilai rata-rata sampel

$S$  = Simpangan baku (*standard deviasi*)

Faktor probabilitas  $K$  untuk nilai-nilai ekstrim Gumbel dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$K = \frac{Y_{T_r} - Y_n}{S_n} \quad (2.17)$$

Keterangan :

$Y_n$  = *Reduced mean* yang terdapat pada jumlah sampel atau data  $n$

$S_n$  = *Reduced standard deviation* yang terdapat pada jumlah sampel atau data  $n$

$YT_r$  = *Reduced variate*, dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$YT_r = -\ln \left\{ -\ln \frac{T_r-1}{T_r} \right\} \quad (2.18)$$

Tabel 2.1: *Reduced mean, Yn* (Suripin, 2004).

N	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	0,5220
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	0,8396	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	0,5577	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
10	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

Tabel 2.2: *Reduced standard deviation, Sn* (Suripin, 2004).

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,9811	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	1,1574	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

Tabel 2.3: *Reduced variate, Y<sub>TR</sub>* (Suripin, 2004).

Periode ulang, Tr (tahun)	Reduced Variate, Y <sub>Tr</sub>	Periode ulang, Tr (tahun)	Reduced Variate, Y <sub>Tr</sub>
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

### 2.3.3. Uji Chi-Square

Uji Chi-Square dimaksudkan untuk menentukan apakah pers distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter  $Xh^2$ .

Parameter  $X_h^2$  dapat dihitung dengan rumus (Soewarno, 1995):

1. Menghitung jumlah kelas dengan rumus:

$$k = 1 + 3.33 \log n \quad (2.19)$$

Dengan :

k = jumlah kelas

n = banyaknya data

2. Membuat kelompok-kelompok kelas sesuai dengan jumlah kelas.
3. Menghitung frekuensi pengamatan  $O_i = n/\text{jumlah kelas}$ .
4. Mencari besarnya curah hujan yang masuk dalam batas kelas.
5. Menghitung dengan persamaan:

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (2.20)$$

Dengan :

$X_h^2$  = parameter Chi kuadrat terhitung

G = jumlah kelas

$O_i$  = frekuensi pengamatan kelas

$E_i$  = frekuensi teoritis kelas

6. Menentukan  $cr$  dari tabel dengan menentukan taraf signifikan ( $\alpha$ ) dan derajat kebebasan ( $Dk$ ) dengan menggunakan persamaan:

$$Dk = K - (p + 1) \quad (2.21)$$

$Dk$  = derajat kebebasan

K = jumlah kelas

P = banyaknya parameter untuk Uji-Square adalah 2

Menyimpulkan hasil dari tabel perhitungan  $< cr$  maka distribusi terpenuhi dan apabila nilai hitung  $> cr$  maka distribusi tidak terpenuhi.

#### 2.3.4. Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan persatuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung makin tinggi dan makin besar periode ulang makin tinggi pula intensitasnya. Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisa data hujan baik secara statistik maupun secara empiris.

Intensitas hujan adalah banyaknya curah hujan yang jatuh per satuan waktu, dinyatakan dalam mm/jam. Intensitas hujan menunjukkan lebat tidaknya hujan. Intensitas hujan yang besar, berarti air yang dicurahkan jumlahnya banyak dalam waktu singkat, butiran airnya besar, dan akan menyebabkan erosi lebih besar lagi, karena limpasan permukaan yang besar, sementara resapan air akan terhambat. Curah hujan jangka pendek dinyatakan dalam intensitas per jam yang disebut intensitas curah hujan (mm/jam). Intensitas curah hujan rata-rata dinyatakan:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2.22)$$

Dengan:

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

R<sub>24</sub> = curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm)

### 2.3.5. Koefisien Pengaliran

Koefisien Aliran Permukaan (C) merupakan suatu koefisien yang besarnya tergantung pada kondisi permukaan tanah, kemiringan, jenis tanah, serta lamanya hujan di daerah pengaliran.

Tabel 2.4: Koefisien pengaliran (C) (PUPR no.12, 2014).

Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (C)
Jalan Beton dan Jalan Aspal	0.70-0.95
Jalan Kerikil dan Jalan Tanah	0.40-0.70
Bahu Jalan :	
□ Tanah Berbutir Halus	0.40-0.65
□ Tanah Berbutir Kasar	0.10-0.20
□ Batuan Masif Keras	0.70-0.85
□ Batuan Masif Lunak	0.60-0.75
Daerah Perkotaan	0.70-0.95
Daerah Pinggiran Kota	0.60-0.70
Daerah Industri	0.60-0.90

Tabel 2.4: *Lanjutan.*

Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (C)
Permukiman Padat	0.60-0.80
Permukiman Tidak Padat	0.40-0.60
Taman dan Kebun	0.20-0.40
Persawahan	0.45-0.60
Perbukitan	0.70-0.80
Pegunungan	0.75-0.90

### 2.3.6. Debit Banjir

Untuk drainase perkotaan dan jalan raya, sebagai debit banjir maksimum tersebut disamakan atau dilampaui 1 kali dalam 5 tahun, 2 kali dalam 10 tahun atau 20 kali dalam 100 tahun. Penetapan debit banjir maksimum periode 5 tahun ini berdasarkan pertimbangan (Hilmi, 2018):

1. Resiko akibat genangan yang ditimbulkan oleh hujan relatif kecil dibandingkan dengan banjir yang ditimbulkan oleh meluapnya sebuah sungai.
2. Luas lahan diperkotaan relatif terbatas apabila ingin direncanakan saluran yang melayani debit banjir maksimum periode ulang lebih besar dari 5 tahun.
3. Daerah perkotaan mengalami perubahan dalam periode tertentu sehingga mengakibatkan perubahan pada saluran drainase. Perencanaan debit rencana untuk drainase perkotaan dan jalan raya dihadapi dengan persoalan tidak tersedianya data aliran. Umumnya untuk menentukan debit aliran akibat air hujan diperoleh dari hubungan rasional antara air hujan dengan limpasannya (Metode Rasional). Adapun rumusan perhitungan debit rencana Metode Rasional adalah sebagai berikut : Perhatikan debit rencana Metode Rasional adalah sebagai berikut:

$$Q = 0,278 CIA \quad (2.23)$$

Dimana:

C = Koefisien limpasan air hujan

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

A = Luas daerah pengaliran (km<sup>2</sup>)

Q = Debit maksimum (m<sup>3</sup>/det)

Luas daerah pengeringan pada umumnya di wilayah perkotaan terdiri dari beberapa daerah yang mempunyai karakteristik permukaan tanah yang berbeda sehingga koefisien pengaliran untuk masing-masing permukaan tanah nilainya berbeda dan untuk menentukan koefisien pengaliran pada wilayah tersebut dilakukan penggabungan masing-masing permukaan tanah. Untuk penentuan koefisien limpasan harus dipilih dari pengetahuan akan daerah yang ditinjau terhadap pengalaman, dan harus dipilih dengan jenis pembangunan yang ditetapkan oleh rencana kota. Daerah yang memiliki cekungan untuk menampung air hujan relatif mengalirkan lebih sedikit air hujan dibandingkan dengan daerah yang tidak memiliki cekungan sama sekali. Efek tampangan oleh cekungan dengan koefisien tumpangnya yang diperoleh dengan rumus berikut ini:

$$C_s = \frac{aT_c}{2T_c + T_d} \quad (2.24)$$

Dimana :

$C_s$  = Koefisien tampangan oleh cekungan terhadap debit rencana

$T_c$  = Waktu konsentrasi (jam)

$T_d$  = Waktu aliran air mengalir di dalam saluran dari hulu hingga ke tempat pengukuran (jam)

Kriteria desain Hidrolik Sistem Drainase perkotaan luas DAS dari 10 – 500 (ha) dengan periode ulang 2 sampai dengan 10 tahun menggunakan periode perhitungan debit banjir Rasional, dan luas DAS > 500 (ha) dengan periode ulang dari 10 sampai dengan 25 tahun menggunakan perhitungan debit banjir Hidrograf satuan.

## **2.4. Analisa Hidrolika**

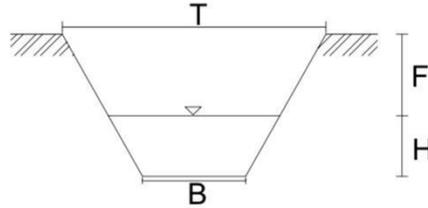
Analisa hidrolika bertujuan untuk menentukan acuan yang digunakan dalam menentukan dimensi hidrolis dari saluran drainase maupun bangunan pelengkap lainnya, dimana aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran saluran terbuka maupun tertutup.

### **2.4.1. Penampang Saluran**

Menurut (Triadmodjo, 2010) penampang saluran perlu direncanakan untuk mendapatkan penampang yang ideal dan efisien dalam penggunaan lahan.

Penggunaan lahan yang efisien berarti memperhatikan ketersediaan lahan yang ada.

### 1. Penampang Trapesium



Gambar 2.8: Penampang trapesium (Triadmodjo, 2010).

Menurut (Triadmodjo, 2010) untuk trapesium penampang terbaik berlaku rumus sebagai berikut ini :

$$A = (b + mh).h \quad (2.25)$$

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2} \quad (2.26)$$

$$Q = A \cdot V \quad (2.27)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (2.28)$$

$$V = \left(\left(\frac{1}{n}\right) R^{\frac{2}{3}} S\right)^{1/2} \quad (2.29)$$

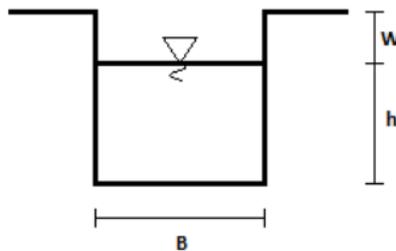
Penampang saluran trapesium yang paling ekonomis apabila kemiringan dindingnya,  $m = (1/\sqrt{3})$  atau  $\theta = 60^\circ$ . Akan membentuk trapesium yang berupa setengah segi enam beraturan (heksagonal). Persamaan menjadi:

$$A = h^2\sqrt{3} \quad (2.30)$$

$$P = 2h\sqrt{3} \quad (2.31)$$

$$B = \frac{2h}{3}\sqrt{3} \quad (2.32)$$

### 2. Penampang Persegi



Gambar 2.9: Penampang persegi (Triadmodjo, 2010).

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

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

$$Q = A \cdot V \quad (2.35)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (2.36)$$

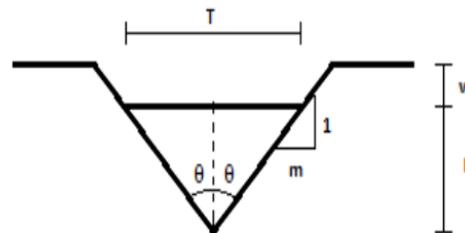
$$W = \sqrt{0,5 h} \quad (2.37)$$

Penampang saluran persegi yang paling ekonomis apabila lebar dasar saluran dua kali kedalam air ( $B = 2h$ ) atau jari-jari hidrauliknya setengah dari kedalam air ( $R = h/2$ ). Persamaan menjadi:

$$A = 2h^2 \quad (2.38)$$

$$P = 4h \quad (2.39)$$

### 3. Penampang Berbentuk Segitiga



Gambar 2.10: Penampang segitiga (Triadmodjo, 2010).

a. Luas penampang basah (A)

$$A = h^2 \tan \theta \quad (2.40)$$

Atau

$$A = m \cdot h^2 \quad (2.41)$$

b. Keliling basah (P)

$$P = (2h) \sec \theta \quad (2.42)$$

Atau

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2} \quad (2.43)$$

c. Jari-jari Hidrolik (R)

$$R = \frac{A}{P} \quad (2.44)$$

d. Lebar atas saluran (T)

$$T = 2mh \quad (2.45)$$

Dimana:

A = Luas penampang basah (m<sup>2</sup>)

F = Tinggi jagaan (m)

P = Keliling penampang basah (m)

b = Lebar dasar saluran (m)

T = Lebar penampang saluran pada permukaan bebas (m)

h = Kedalaman aliran (m)

m = Faktor kemiringan dasar saluran

R = Jari-jari hidrolis (m)

Q = Debit aliran (m<sup>3</sup>/det)

V = Kecepatan aliran (m/det)

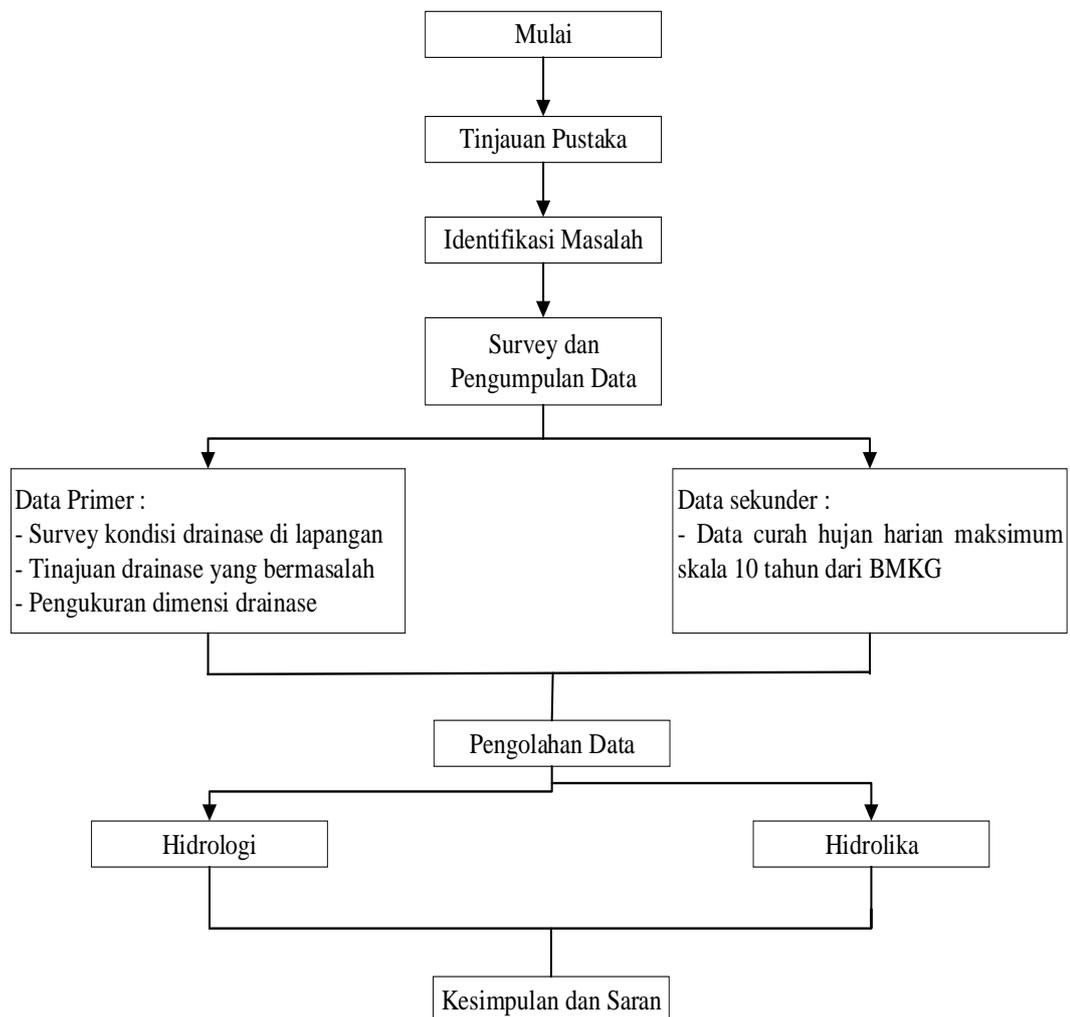
S = Kemiringan dasar saluran

n = Koefisien kekasaran *mannig*

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1. Umum

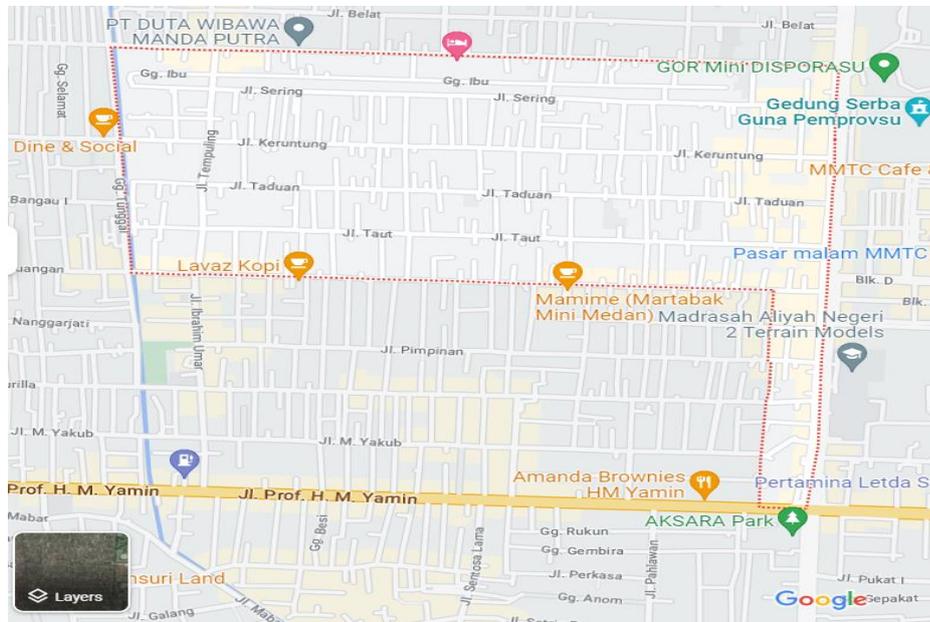
Pembahasan yang dilakukan pada bab ini adalah bagaimana mengenai metode penelitian ini dilakukan. Metode dalam penelitian ini dituangkan dalam suatu diagram alir pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Diagram alir penelitian.

### 3.2.Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada Jalan Tempuling dan Jalan Taud, yang berada di Kelurahan Sidorejo, Kecamatan Medan Tembung. Adapun lokasi penelitian dapat dilihat dari peta seperti pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2: Peta lokasi titik banjir (Google earth).

Hasil kondisi pada Jalan Tempuling dan Jalan Taud material yang digunakan pada drainase menggunakan beton, durasi banjir 2 jam, dengan kondisi eksisting drainase yang kurang baik, serta kecilnya ukuran eksisting drainase.

### **3.3. Metode Penelitian**

Metode dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif, yaitu metode perhitungan dan penjabaran hasil dari pengolahan data lapangan dari tiap lokasi yang ditinjau. Beberapa metode pendukung dengan menggunakan studi literatur atau kepustakaan dengan mengutip dari buku, jurnal, berita dan survei lapangan dengan observasi langsung ke lokasi yang akan dikaji.

### **3.4. Teknik Pengumpulan Data**

Dalam penelitian ini, mengenai evaluasi sistem drainase diperlukannya data-data pendukung. Data-data tersebut terbagi menjadi 2 yaitu:

#### **1. Data primer**

Data primer adalah data yang didapat langsung dari hasil survey lapangan. Adapun data yang didapat dari hasil survey lapangan yaitu lebar drainase, tinggi drainase, kedalaman air, panjang saluran dan hal lainnya yang berkaitan dengan penelitian.

#### **2. Data sekunder**

Data sekunder adalah data yang diperoleh untuk melengkapi data primer dalam hal penelitian. Data tersebut sudah ada dan dapat diperoleh dari instansi yang berkaitan dengan curah hujan. Data yang diperoleh dari BMKG adalah data curah hujan harian maksimum dalam skala 10 tahun.

### **3.5. Analisis Data**

Tahapan analisis data yang digunakan untuk melakukan penelitian ini yaitu:

1. Menentukan curah hujan maksimum selama 10 tahun terakhir mulai dari tahun 2011–2020, yang didapatkan dari BMKG.
2. Menganalisis data yang terbagi menjadi 2 bagian :
  - a. Analisa Hidrologi
    - Distribusi Normal

- Distribusi Log Normal

- Distribusi Gumbell

Metode Distribusi menggunakan Distribusi Normal.

b. Analisa Hidrolika

Analisa terhadap kapasitas penampang saluran.

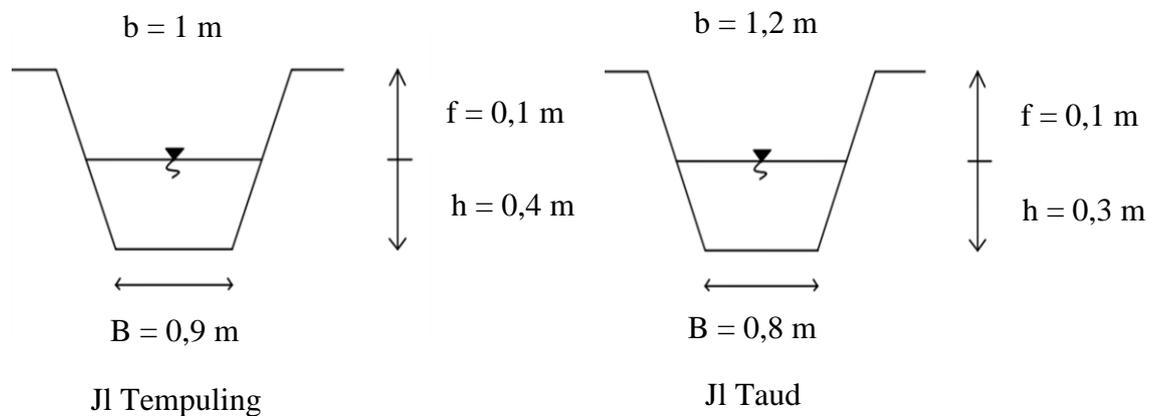
3. Menganalisa permasalahan yang terjadi pada lingkungan sekitar.

4. Mengevaluasi hasil perhitungan dengan saluran dimensi yang sudah ada (eksisting).

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1.Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari survey langsung ke lokasi penelitian pada Jalan Tempuling dan Jalan Taud Kelurahan Sidorejo Kecamatan Medan Tembung. Seperti ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1: Penampang saluran drainase di lokasi penelitian.

Tabel 4.1: Data hasil survey saluran di lokasi penelitian.

No	Saluran	Ukuran Saluran			Panjang Saluran (Km)	Kondisi Eksisting Saluran
		B (m)	m (%)	h (m)		
1	Jl Tempuling	0,9	0,5	0,4	1,48	Beton Semen
2	Jl Taud	0,8	0,5	0,3	1,32	Beton Semen

### 4.2.Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi yang berkaitan dengan suatu penelitian itu. Maka data yang diperoleh pada penelitian ini hanya data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun terakhir dari tahun 2011 s/d 2020 sebagai berikut :

Tabel 4.2: Hujan harian maksimum (Stasiun Klimatologi Sampali Medan, 2010-2020).

Hujan Harian Maksimum (mm)													
Tahun	Bulan												Max
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	
2011	78	35	64	64	39	40	54	98	59	58	63	60	98
2012	40	50	42	57	83	65	65	46	60	75	60	33	83
2013	29	66	53	63	27	39	58	33	32	70	21	111	111
2014	20	22	35	31	46	49	34	91	66	41	57	165	165
2015	42	46	10	12	9	11	86	50	52	76	90	43	90
2016	23	71	9	9	40	41	49	54	84	47	57	34	84
2017	37	6	40	44	22	64	32	82	34	84	65	135	135
2018	29	40	18	68	35	42	62	33	56	147	76	106	147
2019	27	20	9	46	159	21	31	65	102	70	50	54	159
2020	146	57	16	68	85	58	79	92	79	45	27	74	146

### 4.3. Analisa Data

Dari hasil penelitian dilapangan yang didapatkan, untuk menghitung kecepatan aliran pada Jalan Tempuling dan Jalan Taud pada Kelurahan Sidorejo Kecamatan Medan Tembung diambil dengan menggunakan pengujian *Styrofoam*, *stopwatch* dan panjang pengaliran sebagai berikut :

#### 1. Jalan Tempuling

- a. Panjang lintasan aliran di dalam saluran (L) yang diteliti adalah 200 m dibagi menjadi 2 titik sepanjang-panjang lintasan tersebut.
- b. Batas daerah pengaliran yang diteliti (Ls) adalah 20 m.

##### - Titik 1

Kecepatan aliran pada titik 1 diambil 10 m dibagi dengan waktu yang diperoleh 33 detik. Sehingga dapat diperoleh kecepatan :

$$V = \frac{s}{t} = \frac{10}{33} = 0,30 \text{ m/s}$$

##### - Titik 2

$$V = \frac{s}{t} = \frac{10}{35} = 0,28 \text{ m/s}$$

## 2. Jalan Taud

a. Panjang lintasan aliran di dalam saluran (L) yang diteliti adalah 250 m dibagi menjadi 2 titik sepanjang-panjang lintasan tersebut.

b. Batas daerah pengaliran yang diteliti (Ls) adalah 20 m.

- Titik 1

$$V = \frac{s}{t} = \frac{10}{33} = 0,30 \text{ m/s}$$

- Titik 2

$$V = \frac{s}{t} = \frac{10}{32} = 0,31 \text{ m/s}$$

Tabel 4.3: Hasil dari kecepatan aliran saluran dengan melakukan pengujian menggunakan *styrofoam* dan *stopwatch*.

Nama Jalan	Titik	Kecepatan V (m/s)	V rata-rata (m/s)
Tempuling	Titik 1	0,30	0,29
	Titik 2	0,28	
Taud	Titik 1	0,30	0,30
	Titik 2	0,31	

### 4.4. Analisa Hidrologi

Data curah hujan dalam penelitian ini menggunakan data curah hujan bulanan pada stasiun Staklim Sampali dalam jangka waktu 10 tahun terakhir dari tahun 2011 sampai 2020. Data tersebut didapat dari pelayanan jasa informasi dan klimatologi.

#### 4.4.1. Analisis Distribusi Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum

Dalam menentukan distribusi frekuensi curah hujan dapat dilakukan berbagai cara analisis distribusi curah hujan. Analisis frekuensi curah hujan dilakukan dengan Distribusi Normal, Log Normal, Log Person III, dan Gumbel.

## 1. Distribusi Normal

Tabel 4.4: Hasil analisis frekuensi curah hujan dengan menggunakan distribusi normal.

Tahun	Curah Hujan (Xi)	Xi-X	(Xi-X) <sup>2</sup>	(Xi-X) <sup>3</sup>	(Xi-X) <sup>4</sup>
2011	98	-23,8	566,44	-13481,272	320854,2736
2012	83	-38,8	1505,44	-58411,072	2266349,594
2013	111	-10,8	116,64	-1259,712	13604,8896
2014	165	43,2	1866,24	80621,568	3482851,738
2015	90	-31,8	1011,24	-32157,432	1022606,338
2016	84	-37,8	1428,84	-54010,152	2041583,746
2017	135	13,2	174,24	2299,968	30359,5776
2018	147	25,2	635,04	16003,008	403275,8016
2019	159	37,2	1383,84	51478,848	1915013,146
2020	146	24,2	585,64	14172,488	342974,2096
Jumlah	1218	0,00	9273,6	5256,24	11839473,31
$\bar{X}$	121,8				

Dalam perhitungan distribusi normal dibutuhkan nilai curah hujan rata-rata dan standard deviasi, yakni:

a. Rata-rata Curah Hujan ( $\bar{X}$ )

$$X = \frac{\sum x}{n} = \frac{1218}{10} = 121,8 \text{ mm}$$

b. Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{9273,6}{10-1}} = 32,09$$

c. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{32,09}{121,8} = 0,26$$

d. Koefisien Skewness (Cs)

$$C_s = \frac{n \times \sum(X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10 \times 5256,24}{(10-1)(10-2)32,09^3} = 0,02$$

e. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$C_s = \frac{n^2 \times \sum(X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{100 \times 11839473,31}{(10-1)(10-2)(10-3)32,09^4} = 2,21$$

Menentukan nilai faktor frekuensi ( $K_T$ ) dengan rumus:

$$X_T = K_T \cdot S$$

Maka untuk periode ulang 2,5,10,25,50 didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

- T : 2 Tahun

$$X_T = \bar{X} + (K_T \times S)$$

$$T_2 = 121,8 + (0 \times 32,09) = 121,80 \text{ mm}$$

- T : 5 Tahun

$$X_T = \bar{X} + (K_T \times S)$$

$$T_5 = 121,8 + (0,84 \times 32,09) = 148,76 \text{ mm}$$

- T : 10 Tahun

$$X_T = \bar{X} + (K_T \times S)$$

$$T_{10} = 121,8 + (1,28 \times 32,09) = 162,87 \text{ mm}$$

- T : 25 Tahun

$$X_T = \bar{X} + (K_T \times S)$$

$$T_{25} = 121,8 + (1,64 \times 32,09) = 174,43 \text{ mm}$$

- T : 50 Tahun

$$X_T = \bar{X} + (K_T \times S)$$

$$T_{50} = 121,8 + (2,05 \times 32,09) = 187,58 \text{ mm}$$

Tabel 4.5: Hasil analisis curah hujan dengan menggunakan distribusi normal.

No	Periode Ulang (T) Tahun	$K_T$	$\bar{X}$	S	Curah Hujan ( $X_T$ ) (mm)
1	2	0	121,8	32,09	121,80
2	5	0,84	121,8	32,09	148,76
3	10	1,28	121,8	32,09	162,87
4	25	1,64	121,8	32,09	174,43
5	50	2,05	121,8	32,09	187,58

## 2. Distribusi Log Normal

Data-data yang digunakan dalam perhitungan parameter statistic dengan sebaran logaritmatik dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6: Analisis frekuensi curah hujan dengan menggunakan distribusi log normal.

Tahun	Curah Hujan ( $X_i$ )	Log $X_i$	Log $X_i -$ Log $X$	(Log $X_i -$ Log $X$ ) <sup>2</sup>	(Log $X_i -$ Log $X$ ) <sup>3</sup>	(Log $X_i -$ Log $X$ ) <sup>4</sup>
2011	98	1,99	-0,08	0,01	-0,001	0,000
2012	83	1,92	-0,15	0,02	-0,004	0,001
2013	111	2,05	-0,03	0,00	0,000	0,000
2014	165	2,22	0,15	0,02	0,003	0,000
2015	90	1,95	-0,12	0,01	-0,002	0,000
2016	84	1,92	-0,15	0,02	-0,003	0,000
2017	135	2,13	0,06	0,00	0,000	0,000
2018	147	2,17	0,10	0,01	0,001	0,000
2019	159	2,20	0,13	0,02	0,002	0,000
2020	146	2,16	0,09	0,01	0,001	0,000
Jumlah	1218	20,72	0,00	0,13	-0,002	0,002
$\bar{X}$	121,8	2,07				

Dalam perhitungan distribusi log normal dibutuhkan nilai curah hujan rata-rata dan standar deviasi, yakni :

a. Rata-rata Curah Hujan ( $\bar{X}$ )

$$\text{Log } X = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} = \frac{20,72}{10} = 2,07 \text{ mm}$$

b. Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\left[ \frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \text{Log } X)^2}{n-1} \right]} = \sqrt{\left[ \frac{0,13}{9} \right]} = 0,12$$

c. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\text{Log } X} = \frac{0,12}{2,07} = 0,058$$

d. Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \times \sum (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10 \times (-0,002)}{(10-1)(10-2)0,12^3} = -0,16$$

e. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Cs = \frac{n^2 \times \sum (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{100 \times 0,002}{(10-1)(10-2)(10-3)0,12^4} = 1,91$$

Maka untuk periode ulang 2,5,10,25,50 didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

- T : 2 Tahun

$$\log X_T = \bar{X} + (K_T \times S)$$

$$T_2 = 2,07 + (0 \times 0,12) = 2,07 \text{ mm}$$

$$X_2 = 117,49 \text{ mm}$$

- T : 5 Tahun

$$\text{Log } X_T = \bar{X} + (K_T \times S)$$

$$T_5 = 2,07 + (0,84 \times 0,12) = 2,17 \text{ mm}$$

$$X_5 = 147,91 \text{ mm}$$

- T : 10 Tahun

$$\text{Log } X_T = \bar{X} + (K_T \times S)$$

$$T_{10} = 2,07 + (1,28 \times 0,12) = 2,22 \text{ mm}$$

$$X_{10} = 165,95 \text{ mm}$$

- T : 25 Tahun

$$\text{Log } X_T = \bar{X} + (K_T \times S)$$

$$T_{25} = 2,07 + (1,64 \times 0,12) = 2,26 \text{ mm}$$

$$X_{25} = 181,97 \text{ mm}$$

- T : 50 Tahun

$$\text{Log } X_T = \bar{X} + (K_T \times S)$$

$$T_{50} = 2,07 + (2,05 \times 0,12) = 2,31 \text{ mm}$$

$$X_{50} = 204,17 \text{ mm}$$

Tabel 4.7: Hasil analisis curah hujan dengan distribusi log normal.

No	Periode Ulang (T) Tahun	KT	Log $\bar{X}$	Log S	Log $X_T$	Curah Hujan ( $X_T$ ) (mm)
1	2	0	2,07	0,12	2,07	117,49
2	5	0,84	2,07	0,12	2,17	147,91
3	10	1,28	2,07	0,12	2,22	165,95
4	25	1,64	2,07	0,12	2,26	181,97
5	50	2,05	2,07	0,12	2,31	204,17

### 3. Distribusi Log Person III

Data-data yang digunakan dalam perhitungan parameter *statistic* dengan sebaran log person III pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Analisis frekuensi distribusi log person III.

Tahun	Curah Hujan (Xi)	Log Xi	Log Xi - Log X	(Log Xi - Log X) <sup>2</sup>	(Log Xi - Log X) <sup>3</sup>	(Log Xi - Log X) <sup>4</sup>
2011	98	1,99	-0,08	0,01	-0,001	0,000
2012	83	1,92	-0,15	0,02	-0,004	0,001
2013	111	2,05	-0,03	0,00	0,000	0,000
2014	165	2,22	0,15	0,02	0,003	0,000
2015	90	1,95	-0,12	0,01	-0,002	0,000
2016	84	1,92	-0,15	0,02	-0,003	0,000
2017	135	2,13	0,06	0,00	0,000	0,000
2018	147	2,17	0,10	0,01	0,001	0,000
2019	159	2,20	0,13	0,02	0,002	0,000
2020	146	2,16	0,09	0,01	0,001	0,000
Jumlah	1218	20,72	0,00	0,13	-0,002	0,002
Sigma	121,8	2,07				

Dalam perhitungan distribusi Log Person III, dibutuhkan beberapa parameter yakni curah hujan rata-rata  $\bar{X}$  dan standar deviasi (S) dengan perhitungan sebagai berikut:

a. Rata-rata Curah Hujan ( $\bar{X}$ )

$$\text{Log } X = \frac{\sum_{i=1}^n \log Xi}{n} = \frac{20,72}{10} = 2,07 \text{ mm}$$

b. Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\left[ \frac{\sum_{i=1}^n (\log Xi - \text{Log } X)^2}{n-1} \right]} = \sqrt{\left[ \frac{0,13}{9} \right]} = 0,12$$

c. Koefisien Kemencengan

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n (\log xi - \log x)^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10 \times (-0,002)}{(10-1)(10-2)0,12^3} = -0,16$$

d. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\text{Log } \bar{X}} = \frac{0,12}{2,07} = 0,058$$

e. Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \times \sum(Xi - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10 \times (-0,002)}{(10-1)(10-2)0,12^3} = -0,16$$

f. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Cs = \frac{n^2 \times \sum(Xi - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{100 \times 0,002}{(10-1)(10-2)(10-3)0,12^4} = 1,91$$

Maka untuk periode ulang 2,5,10,25,50 dalam Log Person III yaitu:

- T : 2 Tahun

$$\log X_T = \bar{X} + (K_T \times S)$$

$$T_2 = 2,07 + (0 \times 0,16) = 2,07 \text{ mm}$$

$$X_2 = 117,49 \text{ mm}$$

- T : 5 Tahun

$$\text{Log } X_T = \bar{X} + (K_T \times S)$$

$$T_5 = 2,07 + (0,84 \times 0,16) = 2,20 \text{ mm}$$

$$X_5 = 158,49 \text{ mm}$$

- T : 10 Tahun

$$\text{Log } X_T = \bar{X} + (K_T \times S)$$

$$T_{10} = 2,07 + (1,28 \times 0,16) = 2,27 \text{ mm}$$

$$X_{10} = 186,21 \text{ mm}$$

- T : 25 Tahun

$$\text{Log } X_T = \bar{X} + (K_T \times S)$$

$$T_{25} = 2,07 + (1,64 \times 0,16) = 2,33 \text{ mm}$$

$$X_{25} = 213,79 \text{ mm}$$

- T : 50 Tahun

$$\text{Log } X_T = \bar{X} + (K_T \times S)$$

$$T_{50} = 2,07 + (2,05 \times 0,16) = 2,40 \text{ mm}$$

$$X_{50} = 251,18 \text{ mm}$$

Tabel 4.9: Hasil analisa curah hujan distribusi log person III.

No	T	K	Log X	Log X <sub>T</sub>	Log S	Curah Hujan X <sub>T</sub> (mm)
1	2	0	2,07	2,07	0,16	117,49
2	5	0,84	2,07	2,20	0,16	158,49
3	10	1,28	2,07	2,27	0,16	186,21
4	25	1,64	2,07	2,33	0,16	213,79
5	50	2,05	2,07	2,40	0,16	251,18

#### 4. Distribusi Gumbel

Data-data yang digunakan dalam perhitungan parameter statistic dengan sebaran Distribusi Gumbell.

Tabel 4.10: Analisis frekuensi Distribusi Gumbell.

Tahun	Curah Hujan (Xi)	Xi-X	(Xi-X) <sup>2</sup>	(Xi-X) <sup>3</sup>	(Xi-X) <sup>4</sup>
2011	98	-23,8	566,44	-13481,272	320854,2736
2012	83	-38,8	1505,44	-58411,072	2266349,594
2013	111	-10,8	116,64	-1259,712	13604,8896
2014	165	43,2	1866,24	80621,568	3482851,738
2014	165	43,2	1866,24	80621,568	3482851,738
2015	90	-31,8	1011,24	-32157,432	1022606,338

Tabel 4.10: Lanjutan.

Tahun	Curah Hujan (Xi)	Xi-X	(Xi-X) <sup>2</sup>	(Xi-X) <sup>3</sup>	(Xi-X) <sup>4</sup>
2016	84	-37,8	1428,84	-54010,152	2041583,746
2017	135	13,2	174,24	2299,968	30359,5776
2018	147	25,2	635,04	16003,008	403275,8016
2019	159	37,2	1383,84	51478,848	1915013,146
2020	146	24,2	585,64	14172,488	342974,2096
Jumlah	1218	0,00	9273,6	5256,24	11839473,31

Dalam perhitungan Distribusi Gumbell dibutuhkan nilai curah hujan rata-rata dan standard deviasi, yakni:

a. Rata-rata Curah Hujan ( $\bar{X}$ )

$$X = \frac{\sum x}{n} = \frac{1218}{10} = 121,8 \text{ mm}$$

b. Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum(Xi-\bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{9273,6}{10-1}} = 32,09$$

c. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{32,09}{121,8} = 0,26$$

d. Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \times \sum(Xi-\bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10 \times 5256,24}{(10-1)(10-2)32,09^3} = 0,02$$

e. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \times \sum(Xi-\bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{100 \times 11839473,31}{(10-1)(10-2)(10-3)32,09^4} = 2,21$$

Menentukan nilai factor frekuensi ( $K_T$ ) dengan rumus:

$$X_T X = K_T \cdot S$$

Maka untuk periode ulang 2,5,10,25,50 didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

- T : 2 Tahun

$$X_T = \bar{X} + (K_T \times S)$$

$$T_2 = 121,8 + (0 \times 32,09) = 121,8 \text{ mm}$$

- T : 5 Tahun

$$X_T = \bar{X} + (K_T \times S)$$

$$T_5 = 121,8 + (0,84 \times 32,09) = 148,76 \text{ mm}$$

- T : 10 Tahun

$$X_T = \bar{X} + (K_T \times S)$$

$$T_{10} = 121,8 + (1,28 \times 32,09) = 162,87 \text{ mm}$$

- T : 25 Tahun

$$X_T = \bar{X} + (K_T \times S)$$

$$T_{25} = 121,8 + (1,64 \times 32,09) = 174,43 \text{ mm}$$

- T : 50 Tahun

$$X_T = \bar{X} + (K_T \times S)$$

$$T_{50} = 121,8 + (2,05 \times 32,09) = 187,58 \text{ mm}$$

Setelah mendapat nilai rata-rata curah hujan dan simpangan bakunya, maka didapatkan nilai *Reduced Mean* ( $Y_n$ ), *Reduced Standard Deviation* ( $S_n$ ) dan *Reduced Variate* ( $Y_{tr}$ ). Pada tabel 4.11 di dapatkan nilai  $Y_{tr}$ ,  $Y_n$ , dan  $S_n$  sebagai berikut:

Tabel 4.11: Nilai  $Y_n$ ,  $S_n$ , dan  $Y_{tr}$  untuk periode ulang (T).

No	Periode Ulang (T)	Jumlah Tahun (N)	$Y_n$	$S_n$	$Y_{tr}$
1	2	10	0,4952	0,9496	0,3668
2	5	10	0,4952	0,9496	1,5004

Tabel 4.11: *Lanjutan.*

No	Periode Ulang (T)	Jumlah Tahun (N)	Y <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	Y <sub>tr</sub>
3	10	10	0,4952	0,9496	2,251
4	25	10	0,4952	0,9496	3,1993
5	50	10	0,4952	0,9496	3,9028

Selanjutnya menghitung curah hujan periode ulang 2,5,10,25,50 tahun sebagai berikut:

- T : 2 Tahun

$$K = \left( \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} \right)$$

$$= \frac{0,3668 - 0,4952}{0,9496}$$

$$K = -0,135$$

$$X_T = \bar{X} + (K_T \times S)$$

$$T_2 = 121,8 + (-0,135 \times 32,09) = 117,46 \text{ mm}$$

- T : 5 Tahun

$$K = \left( \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} \right)$$

$$= \frac{1,5004 - 0,4952}{0,9496}$$

$$K = 1,058$$

$$X_T = \bar{X} + (K_T \times S)$$

$$T_2 = 121,8 + (1,058 \times 32,09) = 155,75 \text{ mm}$$

- T : 10 Tahun

$$K = \left( \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} \right)$$

$$= \frac{2,2510 - 0,4952}{0,9496}$$

$$K = 1,848$$

$$X_T = \bar{X} + (K_T \times S)$$

$$T_2 = 121,8 + (1,848 \times 32,09) = 181,10 \text{ mm}$$

- T : 20 Tahun

$$K = \left( \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} \right)$$

$$= \frac{2,9709 - 0,4952}{0,9496}$$

$$K = 2,607$$

$$X_T = \bar{X} + (K_T \times S)$$

$$T_2 = 121,8 + (2,607 \times 32,09) = 205,46 \text{ mm}$$

- T : 50 Tahun

$$K = \left( \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} \right)$$

$$= \frac{0,3668 - 0,4952}{0,9496}$$

$$K = 3,588$$

$$X_T = \bar{X} + (K_T \times S)$$

$$T_2 = 121,8 + (3,588 \times 32,09) = 236,94 \text{ mm}$$

Tabel 4.12: Analisa curah hujan Distribusi Gumbell.

No	Periode Ulang (T)	Yn	Sn	Ytr	K	$\bar{X}$	S	Curah Hujan ( $X_T$ )
1	2	0,4952	0,9496	0,3668	-0,135	121,8	32,09	117,46
2	5	0,4952	0,9496	1,5004	1,059	121,8	32,09	155,75
3	10	0,4952	0,9496	2,251	1,849	121,8	32,09	181,10
4	25	0,4952	0,9496	3,1993	2,607	121,8	32,09	205,46
5	50	0,4952	0,9496	3,9028	3,588	121,8	32,09	236,94

Tabel 4.13: Rekapitulasi hasil analisa curah hujan rencana maksimum.

No	Periode Ulang (T) Tahun	Normal	Log Normal	Log Person III	Gumbell
1	2	121,80	117,49	117,49	117,46
2	5	148,76	147,91	158,49	155,75
3	10	162,87	165,95	186,21	181,10
4	25	174,43	181,97	213,79	205,46
5	50	187,58	204,17	251,18	236,94

#### 4.4.2. Koefisien Aliran Permukaan

Berdasarkan tabel 2.4 hal. 23, telah ditentukan nilai dari koefisien limpasan terhadap kondisi karakter permukaannya yaitu berhubung keterbatasan data penggunaan lahan yang tidak saya miliki, maka saya memutuskan untuk menggunakan Koefisien penggunaan lahan = 0,90 (Jalan Beton dan Aspal) di sesuaikan dengan kondisi penggunaan lahan terbesar di lokasi penelitian.

#### 4.4.3. Koefisien Manning

Suatu saluran tidak harus memiliki satu nilai  $n$  saja untuk setiap keadaan. Sebenarnya nilai  $n$  sangat bervariasi dan tergantung pada berbagai faktor. Dalam memilih nilai  $n$  yang sesuai untuk berbagai kondisi perancangan maka adanya pengetahuan dasar tentang faktor-faktor tersebut akan sangat banyak membantu. Berikut adalah koefisien kekerasan *manning* pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14: Koefisien kekerasan *manning* (Triadmojo, 2010).

Bahan	Koefisien Manning
Besi tuang dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapis mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu padas	0,040

Untuk mengetahui parameter apa saja yang mempengaruhi perbedaan nilai  $n$  Manning tersebut pengamat mencoba beberapa percobaan diantaranya percobaan yang pertama yaitu dengan mengubah  $S$  kemiringan dari setiap saluran dengan asumsi 0,001 dengan keterangan asumsi tersebut yaitu dari setiap bentang panjang saluran 1000 meter memiliki keturunan hilir 1 meter (Sanusi, 2019).

Tabel 4.15: Nilai kemiringan dinding saluran sesuai bahan (Triadmojo, 2010).

Bahan Saluran	Kemiringan Dinding (m)
Batuan/cadas	0
Tanah lumpur	0,25
Lumpur keras/tanah	0,5
Tanah dengan pasangan batu	1
Lempung	1,5
Tanah berpasir	2
Lumpur berpasir	3

#### 4.5. Debit Banjir

Perhitungan debit rencana saluran drainase didaerah perkotaan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus rasional. Analisis penampang drainase menghitung luas basah dan keliling basah penampang di drainase tersebut dan menganalisis volume penampang dengan persamaan Manning. Selanjutnya menghitung debit saluran yang terjadi. Tabel berikut ini menyajikan standar desain saluran drainase berdasarkan Pedoman Drainase Perkotaan dan Standar Desain Teknis.

Tabel 4.16: Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan (Supirin, 2004).

Luas DAS (ha)	Periode Ulang (T) Tahun	Metode Perhitungan Debit Banjir
< 10	2	Rasional
10 – 100	2 – 5	Rasional
101 – 500	5 – 20	Rasional

Debit banjir rencana dihitung dengan menggunakan metode rasional dengan faktor parameternya antara lain koefisien limpasan, intensitas hujan daerah dan luas *catchment area*.

#### 4.5.1. Perhitungan Debit Banjir Pada Jalan Tempuling

Perhitungan debit banjir pada jalan tempuling berdasarkan data hidrologi pada tabel 4.17.

Tabel 4.17: Data hidrologi penampang saluran pada jalan tempuling.

No.	Data Hidrologi	Notasi	Satuan	Saluran Sekunder
1	Periode ulang			10
2	Panjang aliran	L	m	200
3	Luas catchment area		Ha	12,37
4	Luas daerah pengaliran	A	Ha	0,16
5	Curah hujan rencana	R	mm/hari	181,10
6	Koef. pengaliran	C		0,90
7	Slope/kemiringan saluran	S		0,001
8	Waktu konsentrasi	Tc	jam	6,78
9	Intensitas hujan	I	mm/jam	17,52
10	Debit banjir rencana	Qp	m <sup>3</sup> /det	0,70

1. Waktu konsentrasi hujan ( $t_c$ ) dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 Tc &= 0,0195 \times L^{0,77} \times S^{-0,385} \\
 &= 0,0195 \times 200^{0,77} \times 0,001^{-0,385} \\
 &= 6,78 \text{ jam} = 406,8 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

2. Intensitas Hujan Menggunakan rumus Mononobe

Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan Rumus Mononobe, yaitu :

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{R24}{24} \left( \frac{24}{tc} \right)^{\frac{2}{3}} \\
 &= \frac{181,10}{24} \left( \frac{24}{6,78} \right)^{\frac{2}{3}}
 \end{aligned}$$

$$= 17,52 \frac{mm}{jam}$$

3. Luas *catchment area* pada jalan Tempuling yaitu 12,37 Ha. Jadi, untuk luas daerah pengaliran 0,16 Ha didapat koefisien pengalirannya (C) yaitu 0,90.
4. Debit banjir rencana dihitung dengan menggunakan Metode Rasional, yaitu :

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$= 0,278 \times 0,90 \times 17,52 \times 0,16$$

$$= 0,70 \text{ m}^3/\text{detik}$$

#### 4.5.2. Perhitungan Debit Banjir Pada Jalan Taud

Perhitungan debit banjir pada jalan taud berdasarkan data hidrologi pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18: Data hidrologi penampang saluran pada jalan taud.

No	Data Hidrologi	Notasi	Satuan	Saluran Sekunder
1	Periode ulang			10
2	Panjang aliran	L	m	250
3	Luas <i>catchment area</i>		Ha	13,63
4	Luas daerah pengaliran	A	Ha	0,12
5	Curah hujan rencana	R	mm/hari	181,10
6	Koef. pengaliran	C		0,90
7	Slope/kemiringan saluran	S		0,001
8	Waktu konsentrasi	Tc	jam	8,06
9	Intensitas hujan	I	mm/jam	15,61
10	Debit banjir rencana	Qp	m <sup>3</sup> /det	0,46

1. Waktu konsentrasi hujan (tc) dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Tc = 0,0195 \times L^{0,77} \times S^{-0,385}$$

$$= 0,0195 \times 250^{0,77} \times 0,001^{-0,385}$$

$$= 8,06 \text{ jam} = 483,6 \text{ menit}$$

## 2. Intensitas Hujan Menggunakan rumus Mononobe

Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan Rumus Mononobe, yaitu :

$$\begin{aligned} I &= \frac{R24}{24} \left( \frac{24}{tc} \right)^{\frac{2}{3}} \\ &= \frac{181,10}{24} \left( \frac{24}{8,06} \right)^{\frac{2}{3}} \\ &= 15,61 \frac{mm}{jam} \end{aligned}$$

3. Luas *catchment area* pada jalan Taud yaitu 13.63 Ha. Jadi, untuk luas daerah pengaliran 0,12 Ha didapat koefisien pengalirannya (C) yaitu 0,90.

4. Debit banjir rencana dihitung dengan menggunakan Metode Rasional, yaitu :

$$\begin{aligned} Q &= 0,278 \times C \times I \times A \\ &= 0,278 \times 0,90 \times 15,61 \times 0,12 \\ &= 0,46 \text{ m}^3/\text{detik}. \end{aligned}$$

Tabel 4.19: Hasil evaluasi Q debit banjir periode ulang 10 tahun pada jalan tempuling dan taud.

No	Saluran Drainase	Q Debit Banjir (m <sup>3</sup> /det)
1	Jalan Tempuling	0,70
2	Jalan Taud	0,46

## 4.7. Analisa Kapasitas Penampang Saluran Drainase (eksisting)

### 4.7.1. Jalan Tempuling

Analisa kapasitas penampang saluran drainase berdasarkan kondisi eksisting saluran drainase yang berada di lokasi penelitian, yang tunjukkan pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20: Kondisi eksisting saluran drainase pada jalan tempuling.

No	Parameter Satuan			Nama Saluran
	Keterangan Dimensi Saluran	Notasi	Satuan	
1	Bentuk			Trapeسيوم
2	Konstruksi			Beton
3	Lebar bawah	B	m	0,9
4	Lebar atas	b	m	1
5	Kedalaman air	h	m	0,4
6	Dalam saluran total	H	m	0,5
7	Free board (tinggi jagaan)	F	m	0,1
8	Talud (kemiringan dinding saluran)	m	m	0,5
9	Slope	S		0,001
10	Koefisien <i>manning</i>	n		0,013
11	Luas penampang	A	m <sup>2</sup>	0,48
12	Keliling basah	P	m	1,89
13	Jari-jari hidrolis	R	m	0,25
14	Kecepatan aliran	V	m/det	0,96
15	Debit saluran	Qs	m <sup>3</sup> /det	0,46

Perhitungan menentukan luas penampang, keliling basah, jari-jari hidrolis, kecepatan aliran dan debit saluran:

- a. Luas Penampang (A) =  $(b + mh) h$   
 $= (1 + 0,5 \times 0,4) \times 0,4$   
 $= 0,48 \text{ m}^2$
- b. Keliling Basah (P) =  $b + 2h \sqrt{m^2 + 1}$   
 $= 1 + 2 (0,4) \sqrt{0,5^2 + 1}$   
 $= 1,89 \text{ m}$
- c. Jari-jari Hidrolis (R) =  $\frac{A}{P}$   
 $= \frac{0,48}{1,89}$   
 $= 0,25 \text{ m}$
- d. Kecepatan Aliran (V) =  $\frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$   
 $= \frac{1}{0,013} \times 0,25^{\frac{2}{3}} \times 0,001^{\frac{1}{2}}$   
 $= 0,96 \text{ m/detik}$

$$\begin{aligned}
 \text{e. Debit Saluran (Qp)} &= A \times V \\
 &= 0,48 \times 0,96 \\
 &= 0,46 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

#### 4.4.3. Jalan Taud

Analisa kapasitas penampang saluran drainase berdasarkan kondisi eksisting saluran drainase yang berada di lokasi penelitian, yang tunjukkan pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21: Kondisi eksisting saluran drainase pada jalan taud.

No	Parameter Satuan			Nama Saluran
	Keterangan Dimensi Saluran	Notasi	Satuan	
1	Bentuk			Trapesium
2	Konstruksi			Beton
3	Lebar bawah	B	m	0,8
4	Lebar atas	b	m	1,2
5	Kedalaman air	h	m	0,3
6	Dalam saluran total	H	m	0,5
7	Free board (tinggi jagaan)	F	m	0,1
8	Talud (kemiringan dinding saluran)	m	m	0,5
9	Slope	S		0,001
10	Koefisien <i>manning</i>	n		0,013
11	Luas penampang	A	m <sup>2</sup>	0,40
12	Keliling basah	P	m	1,87
13	Jari-jari hidrolis	R	m	0,21
14	Kecepatan aliran	V	m/det	0,85
15	Debit saluran	Qs	m <sup>3</sup> /det	0,34

Perhitungan menentukan luas penampang, keliling basah, jari-jari hidrolis, kecepatan aliran dan debit saluran:

$$\begin{aligned}
 \text{a. Luas Penampang (A)} &= (b + mh) h \\
 &= (1,2 + 0,5 \times 0,3) \times 0,3 \\
 &= 0,40 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

b. Keliling Basah (P) =  $b + 2h \sqrt{m^2 + 1}$   
=  $1,2 + 2 (0,3) \sqrt{0,5^2 + 1}$   
= 1,87 m

c. Jari-jari Hidrolis (R) =  $\frac{A}{P}$   
=  $\frac{0,40}{1,87}$   
= 0,21 m

d. Kecepatan Aliran (V) =  $\frac{1}{n} x R^{\frac{2}{3}} x S^{\frac{1}{2}}$   
=  $\frac{1}{0,013} x 0,21^{\frac{2}{3}} x 0,001^{\frac{1}{2}}$   
= 0,85 m/detik

e. Debit Saluran (Qp) = A x V  
= 0,40 x 0,85  
= 0,34 m<sup>3</sup>/detik

Tabel 4.22: Hasil Qp eksisting pada jalan tempuling dan jalan taud.

No	Saluran Drainase	Q Eksisting (m <sup>3</sup> /det)
1	Jalan Tempuling	0,46
2	Jalan Taud	0,34

Tabel 4.23: Hasil perbandingan Q eksisting debit saluran drainase dengan Q debit banjir periode ulang 10 tahun pada jalan tempuling dan taud.

No	Saluran Drainase	Q Eksisting (m <sup>3</sup> /det)	Q Debit Banjir (m <sup>3</sup> /det)	Keterangan
1	Jalan Tempuling	0,46	0,70	Meluap
2	Jalan Taud	0,34	0,46	Meluap

Dari hasil evaluasi perhitungan diatas, debit banjir (Q) untuk periode ulang 10 tahun di dapatkan seluruh saluran drainasenya tidak dapat menampung air dalam saluran. Untuk itu perlu dilakukan perubahan dimensi penampang pada saluran

drainase tersebut, dikarenakan saluran drainasenya tidak mampu menampung air hujan sehingga kawasan tersebut terjadi banjir.

#### 4.8. Perhitungan Perencanaan Kapasitas Daya Tampung Saluran Drainase

Perhitungan kapasitas daya tampung saluran drainase yang telah direncanakan di jalan tempuling dan jalan taud berdasarkan tabel 4.24.

Tabel 4.24: Hasil perencanaan saluran drainase pada jalan tempuling dan taud.

No	Saluran Drainase	Ukuran Saluran				Panjang Saluran (Km)	Kondisi Eksisting Saluran
		B (m)	b (m)	m (%)	h (m)		
1	Jl. Tempuling	0,9	1,1	0,5	0,5	1,48	Beton Semen
2	Jl. Taud	1	1,2	0,5	0,5	1,32	Beton Semen

Perhitungan menentukan luas penampang, keliling basah, jari-jari hidrolis, kecepatan aliran dan debit saluran pada jalan tempuling :

- a. Luas Penampang (A) =  $(b + mh) h$   
 $= (1,1 + 0,5 \times 0,5) \times 0,5$   
 $= 0,67 \text{ m}^2$
- b. Keliling Basah (P) =  $b + 2h \sqrt{m^2 + 1}$   
 $= 1,1 + 2 (0,5) \sqrt{0,5^2 + 1}$   
 $= 2,21 \text{ m}$
- c. Jari-jari Hidrolis (R) =  $\frac{A}{P}$   
 $= \frac{0,67}{2,21}$   
 $= 0,30 \text{ m}$
- d. Kecepatan Aliran (V) =  $\frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$   
 $= \frac{1}{0,013} \times 0,30^{\frac{2}{3}} \times 0,001^{\frac{1}{2}}$   
 $= 1,09 \text{ m/detik}$

$$\begin{aligned}
 \text{e. Debit Saluran (Qp)} &= A \times V \\
 &= 0,67 \times 1,09 \\
 &= 0,73 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Perhitungan menentukan luas penampang, keliling basah, jari-jari hidrolis, kecepatan aliran dan debit saluran pada jalan taud :

$$\begin{aligned}
 \text{a. Luas Penampang (A)} &= (b + mh) h \\
 &= (1,2 + 0,5 \times 0,5) \times 0,5 \\
 &= 0,72 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. Keliling Basah (P)} &= b + 2h \sqrt{m^2 + 1} \\
 &= 1,2 + 2 (0,5) \sqrt{0,5^2 + 1} \\
 &= 2,31 \text{ m}
 \end{aligned}$$

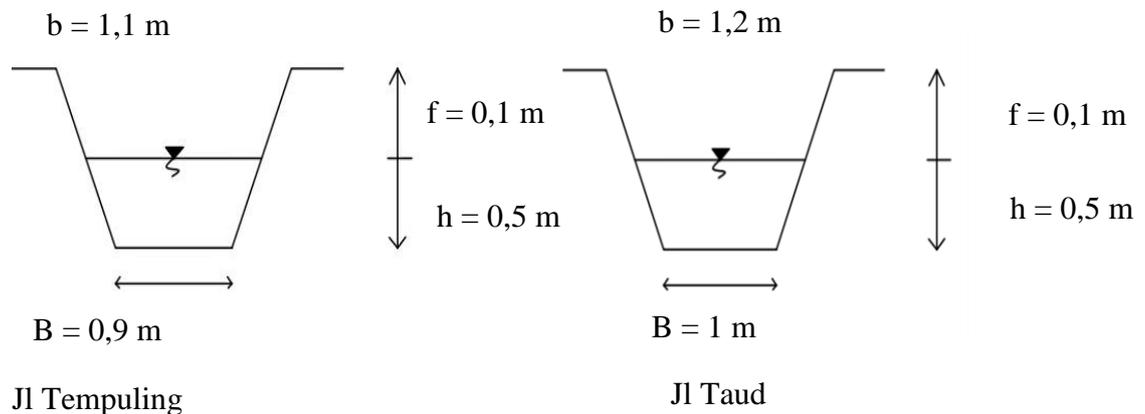
$$\begin{aligned}
 \text{c. Jari-jari Hidrolis (R)} &= \frac{A}{P} \\
 &= \frac{0,72}{2,31} \\
 &= 0,31 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{d. Kecepatan Aliran (V)} &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \\
 &= \frac{1}{0,013} \times 0,31^{\frac{2}{3}} \times 0,001^{\frac{1}{2}} \\
 &= 1,11 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{e. Debit Saluran (Qp)} &= A \times V \\
 &= 0,72 \times 1,11 \\
 &= 0,79 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.25: Perhitungan Q analisis tampung penampung dan Q analisis rancangan debit banjir di jalan tempuling dan jalan taud.

No	Saluran Drainase	Q Eksisting (m <sup>3</sup> /det)	Q Debit Banjir (m <sup>3</sup> /det)	Keterangan
1	Jalan Tempuling	0,73	0,70	Aman
2	Jalan Taud	0,79	0,46	Aman



Gambar 4.2: Perencanaan penampang saluran drainase.

#### 4.9. Alternatif Untuk Mengatasi Banjir Tanpa Mengaliri Air Ke Sungai Sei Kera

Untuk mengatasi pembuangan saluran air selain dialiri ke sungai sei kera dapat dilakukan dengan membuat daerah resapan ataupun sumur resapan. Daerah resapan air adalah daerah masuknya air dari permukaan tanah ke dalam zona jenuh air sehingga membentuk suatu aliran air tanah yang mengalir ke daerah yang lebih rendah. Sumur resapan merupakan sumur atau lubang pada permukaan tanah yang dibuat untuk menampung air hujan agar dapat meresap ke dalam tanah.

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan daerah resapan air yaitu:

1. Kondisi hidrogeologi yang serasi meliputi arah aliran air tanah, adanya lapisan pembawa air, kondisi tanah penutup, curah hujan.
2. Kondisi morfologi/medan/topografi, semakin tinggi dan datar suatu lahan maka semakin baik sebagai daerah resapan air.
3. Tata guna lahan, lahan yang tertutup vegetasi lebat lebih baik dan menjadi daerah resapan air.

Adapun untuk menentukan zona resapan dan pelepasan air perlu diperhatikan:

1. Aliran air permukaan dan air tanah
2. Iklim, terutama curah hujan
3. Karakteristik hidrogeologi

#### 4. Topografi

Persyaratan umum sumur resapan yang harus dipenuhi antara lain sebagai berikut:

1. Sumur resapan air hujan ditempatkan pada lahan yang relatif datar.
2. Air yang masuk ke dalam sumur resapan adalah air hujan tidak tercemar.
3. Penetapan sumur resapan air hujan harus mempertimbangkan keamanan bangunan sekitarnya.
4. Harus memperhatikan peraturan daerah setempat.
5. Hal-hal yang tidak memenuhi ketentuan ini harus disetujui instansi yang berwenang.

## BAB 5

### KESIMPULAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan data-data yang dikumpulkan serta hasil pengamatan yang dilakukan secara langsung dilapangan, baik perhitungan secara teknis maupun program, maka dapat mengambil beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian debit banjir rencana yang dilakukan dengan metode rasional adalah sebagai berikut:

Jalan Tempuling : 0,70 m<sup>3</sup>/detik

Jalan Taud : 0,46 m<sup>3</sup>/detik

2. Besar debit eksisting saluran drainase yang menampung debit banjir rencana pada:

Jalan Tempuling : 0,46 m<sup>3</sup>/detik

Jalan Taud : 0,34 m<sup>3</sup>/detik

Setelah dilakukan perhitungan ternyata debit banjir rencana lebih besar dari debit eksisting saluran drainase sehingga tidak mampu/meluap.

3. Setelah dilakukan evaluasi maka besar debit eksisting saluran drainase mampu menampung debit banjir rencana:

Jalan Tempuling : 0,73 m<sup>3</sup>/detik

Jalan Taud : 0,79 m<sup>3</sup>/detik

#### 5.2. Saran

1. Perlunya mendesain ulang eksisting pada jalan Tempuling dengan lebar atas 1,1 m, lebar bawah 0,9 m, dan tingginya 0,6 m. Pada jalan Taud dengan lebar atas 1,2 m, lebar bawah 1 m, dan tingginya 0,6 m. Sehingga dapat menampung debit banjir seperti yang telah di uji pada tugas akhir ini.
2. Perlunya kesadaran masyarakat untuk merawat dan melakukan gotong royong untuk membersihkan saluran drainase agar tidak terjadinya banjir di wilayah tersebut.

3. Hasil penulisan penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan kepada pihak terkait untuk merencanakan sistem saluran drainase pada daerah penelitian ini dikemudian hari.

## DAFTAR PUSTAKA

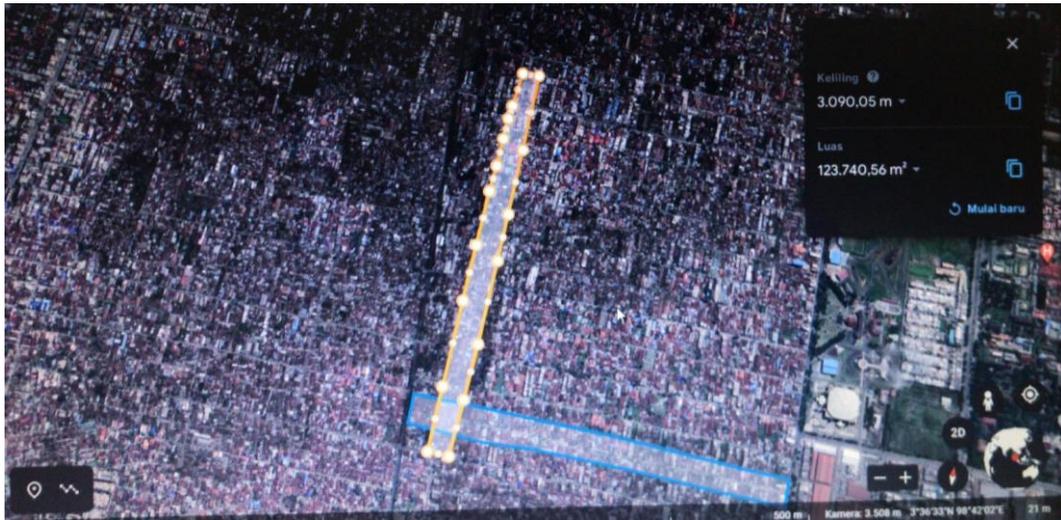
- Akhirianto, N. A. (2018). Pengetahuan Dan Kesiapsiagaan Masyarakat Terhadap Bencana Banjir Di Kota Bekasi. *jurnal alami*, 2(1), 548–562.
- Anwar, S. (2015). Pengaruh Dukungan Psikososial terhadap Tingkat Kecemasan Anak Usia Sekolah di Daerah Rawan Banjir di Kelurahan Bandar Durian Kab. Labuhanbatu Utara Tahun 2015. *Jurnal Diversita*, 1(1), 76–87.
- Laoh, G. L., Tanudjaja, L., Wuisan, E. M., & Tangkudung, H. (2013). Perencanaan Sistem Drainase Di Kawasan Pusat Kota Amurang. *Jurnal Sipil Statik*, 1(5), 341–349.
- Lucyana. (2020). Analisis Sistem Saluran Drainase Pada Perumahan Baturaja Permai Di kota Baturaja Kabupaten Ogan Komering Ulu. *Jurnal Deformasi*, 5(1), 28–42.
- 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.
- Putra, A. E. (2021). Pengendalian Sumber Daya Air. *Jurnal Ilmu Teknik*, 1(2), 1–7.
- Qintana, M. R., Pandjaitan, N. H., & Sutoyo. (2019). Analisis Kapasitas Sistem Saluran Drainase Di Perumahan Dramaga Cantik 2 Kabupaten Bogor. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 4(2), 79–89.
- Rosyidie, A. (2013). Banjir: Fakta dan Dampaknya, Serta Pengaruh dari Perubahan Guna Lahan. *Journal of Regional and City Planning*, 24(3), 241.
- Saefuloh, W., Anwar, S., & Nurdiyanto. (2016). Analisis Hidrologi Dan Ekonomi Bendungan Situ Patok. *Jurnal Konstruksi*, 5(2), 211–219.
- Sinaga, R. M., & Harahap, R. (2016). Analisis Sistem Saluran Drainase Pada Jalan Perjuangan Medan. *Educational Building*, 2(2), 41–49.

- Suhudi, & Koten, S. W. (2020). Perencanaan Sistem Drainase Perumahan Istana Safira di Jalan Jambu Semanding Sumber Sekar, Dau, Kabupaten Malang. *Reka Buana : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 5(2), 147–158.
- Usup, F. M. H., Franklin, P. J. C., & Karongkong, H. H. (2019). Analisis Aspek Kebencanaan Di Kecamatan Bolangitang Barat Kabupaten Bolaang Mongondow Utara. *Spasial*, 6(1), 113– 125.
- Wicaksono, D.P, dkk (2020) Analisis Dan Evaluasi Sistem Drainase (Studi Kasus: Ruas Jl. Coklat, Kel. Bongkaran Kec. Pabean Cantikan, Kota Surabaya). *Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil*. Volume 03 No 02 September 2020.

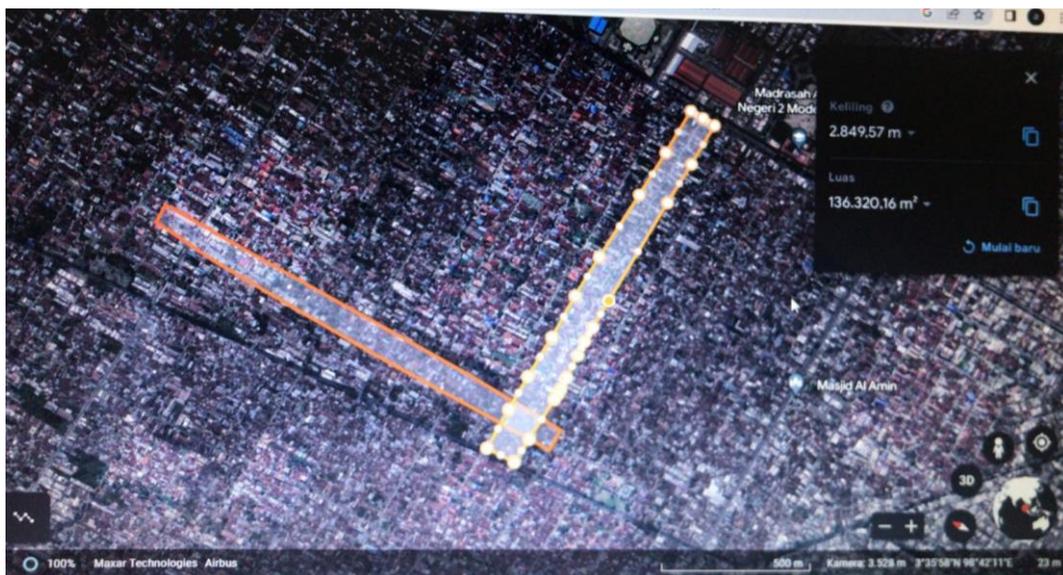
## LAMPIRAN







Luas catchment area Jalan Tempuling



Luas catchment area Jalan Taud

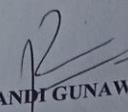


LEMBAR ASISTENSI

Nama : ISMAIL FAHMI  
NPM : 1807210105  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul : Evaluasi Sistem Saluran Drainase Studi Kasus  
Kelurahan Sidorejo Kecamatan Medan Tembung

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
	13/05-2023	Telur telur di 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 841. 842. 843. 844. 845. 846. 847. 848. 849. 850. 851. 852. 853. 854. 855. 856. 857. 858. 859. 860. 861. 862. 863. 864. 865. 866. 867. 868. 869. 870. 871. 872. 873. 874. 875. 876. 877. 878. 879. 880. 881. 882. 883. 884. 885. 886. 887. 888. 889. 890. 891. 892. 893. 894. 895. 896. 897. 898. 899. 900. 901. 902. 903. 904. 905. 906. 907. 908. 909. 910. 911. 912. 913. 914. 915. 916. 917. 918. 919. 920. 921. 922. 923. 924. 925. 926. 927. 928. 929. 930. 931. 932. 933. 934. 935. 936. 937. 938. 939. 940. 941. 942. 943. 944. 945. 946. 947. 948. 949. 950. 951. 952. 953. 954. 955. 956. 957. 958. 959. 960. 961. 962. 963. 964. 965. 966. 967. 968. 969. 970. 971. 972. 973. 974. 975. 976. 977. 978. 979. 980. 981. 982. 983. 984. 985. 986. 987. 988. 989. 990. 991. 992. 993. 994. 995. 996. 997. 998. 999. 1000.	

DOSEN PEMBIMBING

  
RANDI GUNAWAN, ST, M.Si



LEMBAR ASISTENSI

Nama : ISMAIL FAHMI  
Npm : 1807210105  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul : Evaluasi Sistem saluran Drainase Studi kasus :kelurahan  
siderejo Kecamatan Medan Tembung

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	09/01 - 2022	Ac proposal layanan ke Bab kesuburan	

Dosen Pembimbing I

(Sayed Iskandar Muda, ST, MT)





FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan Telp. (061)6622400

LEMBAR ASISTENSI

Nama : ISMAIL FAHMI  
NPM : 1807210105  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul : Evaluasi Sistem Saluran Drainase Studi Kasus  
Kelurahan Sidorejo Kecamatan Medan Tembung

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	19/05-2023	- Perbaiki hasil Rehitung  - Pelajar Perma-PUK no. p. thn 2014  - Perbaiki jurnal berjudul Fuzzy.	
2.	21/05-2023		

DOSEN PEMBANDING I

SAYED ISKANDAR MUDA, ST, MT

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA DIRI

Nama : Ismail Fahmi  
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 20 September 2000  
Alamat : Jl. Raya Menteng No. 346 A Medan  
Agama : Islam  
No Hp : 081260389354  
Email : ismailfahmi6033@gmail.com

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1807210105  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat : Jl. Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama Dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	SD	SD Muhammadiyah 17	2012
2	SMP	MTs Al-Ulum	2015
3	SMA	SMA Swasta Eria	2018
4	Melanjutkan kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2018 sampai selesai.		