

**SKRIPSI**  
**ANALISIS JARINGAN DRAINASE TERHADAP BENCANA BANJIR KAWASAN**  
**PEMUKIMAN KELURAHAN TANGKAHAN, KECAMATAN**  
**MEDAN LABUHAN, KOTA MEDAN**  
**(Studi Kasus)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat  
Memperoleh Gerlar Sarjana Teknik Sipil  
Program Studi Teknik Sipil*

**Disusun Oleh:**

**PRAMUDITYA BAGAS SURYA**

**1707210057**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**2021**

## **LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

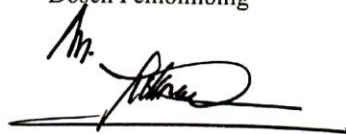
Nama : Pramuditya Bagas Surya  
Npm : 1707210057  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Analisis Jaringan Drainase Terhadap Bencana Banjir Kawasan Pemukiman  
Kelurahan Tangkahan, Kecamatan Medan Labuhan, Kota Medan  
Bidang Ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan di terima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

**DISETUJI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA  
PANITIA UJIAN SKRIPSI**

Medan, 25 Oktober 2021

Dosen Pembimbing



Randi Gunawan S.T, M.Si

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

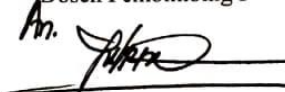
Nama : Pramuditya Bagas Surya  
Npm : 1707210011  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Analisis Jaringan Drainase Terhadap Bencana Banjir Kawasan Pemukiman  
Kelurahan Tangkahan, Kecamatan Medan Labuhan, Kota Medan  
Bidang Ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan di terima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 25 Oktober 2021

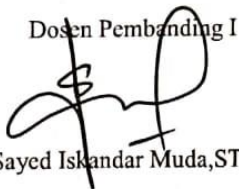
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I



Randi Gunawan S.T, M.Si

Dosen Pembimbing I



Sayed Iskandar Muda, ST.M.T

Dosen Pembimbing II



Dr Fahrizal Zulkarnain

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



Dr Fahrizal Zulkarnain

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Pramuditya Bagas Surya  
Npm : 1707210057  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Analisis Jaringan Drainase Terhadap Bencana Banjir Kawasan Pemukiman  
Kelurahan Tangkahan, Kecamatan Medan Labuhan, Kota Medan  
Bidang Ilmu : Transportasi

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul :

“Analisis Jaringan Drainase Terhadap Bencana Banjir Kawasan Pemukiman Kelurahan Tangkahan, Kecamatan Medan Labuhan, Kota Medan.”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

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

Medan, 25 Oktober 2021

Saya yang menyatakan

  
Pramuditya Bagas Surya

## ABSTRAK

### ANALISIS JARINGAN DRAINASE TERHADAP BENCANA BANJIR KAWASAN PEMUKIMAN KELURAHAN TANGKAHAN, KECAMATAN MEDAN LABUHAN, KOTA MEDAN

(STUDI KASUS)

Pramuditya Bagas Surya  
1707210057

Bapak Randi Gunawan S,T,M.Si

Permasalahan yang terjadi pada sistem drainase Kelurahan Tangkahan Kecamatan Medan Labuhan yaitu setiap tahunnya selalu tergenang air, khususnya pada musim penghujan. Pada sejumlah saluran drainase, baik yang ada dalam lingkungan rumah penduduk maupun saluran induk begitu hujan besar terjadi air meluap keluar dan menggenangi pemukiman dan ruas jalan. Luas genangan banjir  $\pm 7233 \text{ m}^2$ , tinggi genangan  $\pm 60 \text{ cm}$ , dan lamanya genangan  $\pm 3-4 \text{ jam}$ . Dari hasil survei dilapangan didapat data-data saluran drainase eksisting yaitu, untuk drainase primer adalah lebar 0,5 meter, tinggi 1 meter dan panjang saluran 250 meter, untuk drainase sekunder memiliki ukuran yang beragam. Pada penelitian ini digunakan metode *Ej Gumbel* dari hasil analisa didapat nilai debit (Q) rancangan untuk kala ulang 2, 5, dan 10 tahun yaitu  $Q_2 = 1,58 \text{ m}^3/\text{detik}$ ,  $Q_5 = 1,78 \text{ m}^3/\text{detik}$ ,  $Q_{10} = 1,89 \text{ m}^3/\text{detik}$ , dari hasil analisa didapat bahwasannya saluran drainase primer sudah tidak mampu untuk menampung besarnya debit curah hujan. Maka dari itu solusi untuk mengatasi masalah banjir ini perlu dilakukannya upaya pemulihan fungsi dan penambahan ukuran penampang drainase agar mampu menampung debit yang lebih besar lagi sehingga tidak terjadi banjir lagi pada saat musim penghujan.

Kata kunci: *Drainase, debit, analisis hidrologi, analisis hidrolika*

**ABSTRACT**  
**ANALYSIS OF DRAINAGE NETWORKS AGAINST FLOOD DISASTER  
SETTLEMENT AREA, KELURAHAN TANGKAHAN, SUB-DISTRICT  
MEDAN LABUHAN, CITY MEDAN**

Pramuditya Bagas Surya

1797210057

Bapak Randi Gunawan S.T., M.Si

*The problem that occurs in the drainage system of Tangkahan Village, Medan Labuhan Subdistrict, is that every year it is always flooded, especially during the rainy season. In a number of drainage channels, both in the residential area and the main canal, after heavy rains occur, water overflows and inundates settlements and roads. The area of the flood inundation is  $\pm 7233$  m<sup>2</sup>, the height of the inundation is  $\pm 60$  cm, and the duration of the inundation is  $\pm 3-4$  hours. From the results of the field survey, data obtained from the existing drainage channel, namely, for primary drainage it is 0.5 meters wide, 1 meter high and 250 meters long, for secondary drainage it has various sizes. In this study, the E<sub>j</sub> Gumbel method was used. From the results of the analysis, the design discharge ( $Q$ ) values for 2, 5, and 10 year return periods were  $Q_2 = 1.58$  m<sup>3</sup>/second,  $Q_5 = 1.78$  m<sup>3</sup>/second,  $Q_{10} = 1.89$  m<sup>3</sup>/second, from the analysis it was found that the primary drainage channel is no longer able to accommodate the amount of rainfall discharge. Therefore, the solution to overcome this flood problem needs to be an effort to restore the function and increase the size of the drainage cross-section to be able to accommodate a larger discharge so that flooding does not occur again during the rainy season.*

*Keywords: Drainage, discharge, hydrological analysis, hydraulic analysis*

## **KATA PENGANTAR**

Dengan nama Allah yang Maha Pengasi lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberi karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir ini yang berjudul “Analisis Jaringan Drainase Terhadap Bencana Banjir Kawasan Pemukiman Kelurahan Tangkahan, Kecamatan Medan Labuhan, Kota Medan” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian proposal Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, dukungan dan bantuan dari semua pihak baik secara moral maupun material. Untuk itu, pada bagian ini penulis ingin memberikan apresiasi serta ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Randi Gunawan, S.T, M.Si selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
  2. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
  3. Ibu Hj. Irma Dewi, S.T, M.Si. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
  4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M,T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
  5. Seluruh Bapak/ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara yang telah banyak memberi ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
  6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
  7. Yang teristimewa, kedua orang tua penulis, Ayahanda dan Ibunda tercintah yang telah mendukung penulis dalam doa dan menyemangatin penulis
- 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.

Medan, 31 Maret 2021

Pramuditya Bagas Surya



## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xi</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
<b>BAB 2 LANDASAN TEORI</b>	<b>5</b>
2.1 Umum	5
2.2 Siklus Hidrologi	6
2.2.1 Intensitas Hujan	6
2.2.2 Banjir	8
2.2.3 Faktor Banjir	8
2.2.4 Waktu Konsentrasi	9
2.2.5 Koefisien Pengaliran	10
2.3 Drainase	12

2.3.1 Jenis-Jenis Drainase	13
2.3.2 Fungsi Drainase	15
2.4.3 Pola Drainase	16
2.4 Analisis Hidrologi	18
2.4.1 Analisa Frekuensi	19
2.5 Uji Data	27
2.5.1 Uji Distribusi Frekuensi	27
2.5.2 Uji Chi-Square	28
2.6 Analisa Hidrolika	30
2.6.1 Dimensi Saluran	30
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>32</b>
3.1 Bagan Alir	32
3.2 Lokasi Penelitian	33
3.3 Pengumpulan Data	34
3.4 Rencana Pengembangan Drainase	34
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>36</b>
4.1 Data Primer	36
4.2 Data Sekunder	37
4.3 Analisis Hidrologi	37
4.3.1 Mengurutkan Data $ch$ dari terbesar ke terkecil	37
4.3.2 Menghitung Koefisien	38
4.3.3 Cek distribusi yang memenuhi	38
4.3.4 Menghitung $Ch$ kala ulang	39
4.3.5 Menghitung $Ch$ kala ulang dengan Log 2-100 tahun	39
4.3.6 Uji kesesuaian distribusi	41

4.4 Intensitas Curah Hujan	45
4.4.1 Metode Rasional	48
4.5 Analisa Hidrolika	49
4.5.1 Perhitungan Kapasitas Tampung Saluran Drainase	49
4.5.2 Perencanaan Kapasitas Tampungan Saluran Drainase	56
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>59</b>
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	60
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>61</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>63</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 : Kemiringan melintang normal perkerasan jalan	10
Table 2.2 : Harga n untuk rumus <i>manning</i>	10
Tabel 2.3 : Koefisien Pengaliran	12
Tabel 2.4 : Parameter statistik yang penting	20
Tabel 2.5 : Nilai Variabel Reduksi Gauss	21
Tabel 2.6 : Nilai $K_T$ untuk Distribusi Log-Person III	22
Tabel 2.7 : <i>Reduced mean</i>	24
Tabel 2.8 : <i>Reduced standard deviation</i>	24
Tabel 2.9 : <i>Reduced variate</i>	25
Tabel 2.10 : Karakteristik Distribusi Frekuensi	26
Tabel 2.11 : Nilai kritis $D_0$ untuk uji Smirnov-Kolmogorov	27
Tabel 2.12 : Nilai kritis untuk distribusi Chi-Square	29
Tabel 2.13 : Tipe saluran dan nilai kekasaran $M_{wanning}$	31
Tabel 2.14 : Nilai kemiringan dinding saluran sesuai bahan	31
Tabel 3.1 : Parameter tingkat banjir	33
Tabel 4.1 : Data hasil survei saluran primer	36
Tabel 4.2 : Data hasil saluran sekunder	36
Tabel 4.3 : Data curah hujan harian maksimum	37
Tabel 4.4 : Urutan data terbesar keterkecil	37
Tabel 4.5 : Pemilihan distribusi yang memenuhi syarat	38
Tabel 4.6 : Perhitungan distribusi secara kala ulang 2-100 tahun	39
Tabel 4.7 : Perhitungan distribusi gumbel kala ulang 2-100 tahun	39
Tabel 4.8 : Curah hujan kala ulang log	39
Tabel 4.9 : Perhitungan curah hujan kala ulang dengan log 2-100 tahun	40

Tabel 4.10 : Perhitungan curah hujan kala ulang dengan log 2-100 tahun	40
Tabel 4.11 : Rainfal dan probabilitas metode Chi Kuadrat	41
Tabel 4.12 : Perhitungan uji kesesuaian metode Chi Kuadrat	41
Tabel 4.13 : Harga-harga X-Kritik	42
Tabel 4.14 : Hasil evaluasi data dengan uji Chi Kuadrat	43
Tabel 4.15 : Nilai rainfal dan probabilitas 1	43
Tabel 4.16 : Hasil pembacaan probabilitas II secara grafis	44
Tabel 4.17 : Parameter Uji Kolmogorov	45
Tabel 4.18 : Perhitungan intensitas curah hujan	48
Tabel 4.19 : Perhitungan Q rencana pada kawasan kel.tangkahan	49
Tabel 4.20 : Hasil survei drainase saluran primer	49
Tabel 4.21 : Perhitungan Q analisis tampung penampung	51
Tabel 4.22 : Hasil survei drainase Saluran Skunder	51
Tabel 4.23 : Hasil Q rencana debit banjir dan Q analisa tampung penampung	55
Tabel 4.24 : Hasil perencanaan saluran primer	56
Tabel 4.25 : Perhitungan Q analisa tampung penampung	57

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 : Siklus hidrodologi	6
Gambar 2.2 : Drainase Alamia	14
Gambar 2.3 : Drainase Buatan	14
Gambar 2.4 : Saluran Terbuka	15
Gambar 2.5 : Saluran Tertutup	15
Gambar 2.6 : Jaringan drainase pola alamiah	16
Gambar 2.7 : Jaringan drainase pola siku	16
Gambar 2.8 : Jaringan drainase pola parallel	17
Gambar 2.9 : Jaringan drainase pola grid iron	17
Gambar 2.10 : Jaringan drainase pola radial	18
Gambar 2.11 : Jaringan drainase pola jaring-jaring	18
Gambar 3.1 : Bagan Alir	32
Gambar 3.2 : Lokasi Penelitian	33
Gambar 3.3 : Peta Banjir	34
Gambar 4.1 : Penampang saluran drainase primer	36
Gambar 4.2 : Grafik Uji Smirnov Kolmogorof	44
Gambar 4.3 : Peta Wilayah	48
Gambar 4.4 : Penampang Saluran Drainase Primer	49
Gambar 4.5 : Penampang Saluran Sekunder Jl. Kb Lada kanan	51
Gambar 4.6 : Penampang Saluran Sekunder Jl. Kb Lada kiri	53
Gambar 4.7: Penampang Saluran Sekunder Jl. Tuar 1	54
Gambar 4.8 : Penampang rancangan saluran drainase primer	57
Gambar 4.9 : Potongan melintang saluran rencana	58

## DAFTAR NOTASI

S	= Standart deviasi
X	= Rata-rata hitung
$X_T$	= Besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun
$K_T$	= Faktor frekuensi
Log X	= Harga rata-rata
I	= Intensitas hujan
t	= Lamanya hujan
S	= Kemiringan Saluran Drainase
$T_c$	= Waktu konsentrasi
L	= Panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan
n	= angka kekerasan manning
V	= Kecepatan aliran di dalam saluran
$R_{24}$	= Curah hujan maksimum harian
C	= Koefisien limpasan air hujan
A	= Luas daerah pengaliran
Q	= Debit maksimum
$C_s$	= Koefisien tampang
K	= Jumlah kelas
Dk	= Derajat kebebasan
Oi	= Frekuensi pengamat kelas
$X_{rt}$	= Nilai rata-rata
$Y_{tr}$	= Reduksi sebagai fungsi dari periode ulang

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pemukiman rumah warga di daerah Martubung Kelurahan Tangkahan Kecamatan Medan Labuhan merupakan kawasan pemukiman di Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara yang terletak di dataran rendah. Umumnya daerah dataran rendah merupakan daerah yang kemungkinan besar terjadi genangan atau banjir. Banjir selalu menjadi bencana dan sudah menjadi hal yang lumrah, karena itu sering terjadi bahkan menjadi kegiatan rutin yang terjadi setiap musim hujan di daerah pemukiman.

Secara umum, banjir mengacu pada kejadian di mana biasanya lahan kering (bukan rawa) terendam oleh air, yang disebabkan oleh curah hujan yang tinggi dan kondisi topografi yang rendah di daerah cekungan. Terjadinya bencana banjir juga disebabkan oleh rendahnya kemampuan infiltrasi tanah, sehingga menyebabkan tanah tidak mampu lagi menyerap air. Selain itu terjadinya banjir dapat disebabkan oleh limpasan air permukaan (runoff) yang meluap dan volumenya melebihi kapasitas pengairan sistem drainase atau sistem aliran sungai. (Rizkiah & Tikala, 2017)

Banjir disebabkan oleh dua kategori yaitu banjir akibat alami dan banjir akibat aktivitas 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). (Rizkiah & Tikala, 2017)

Di kota-kota besar, air hujan biasanya tertampung di jalan-jalan dan mengalir melalui saluran, membawanya ke tempat yang dapat dengan aman dialirkan ke sungai, danau, atau lautan. Sistem tersebut mempercepat limpasan permukaan, sehingga meningkatkan emisi puncak di bagian hilir area yang relevan. (Yassir Arafat, 2018)

Maka berdasarkan kondisi lingkungan lokasi serta kesadaran penduduk sekitar lokasi studi kasus ini yaitu Kawasan Kelurahan Tangkahan, Kecamatan Medan



Labuhan, Kota Medan. Maka perlu dilakukan suatu studi kasus untuk menganalisis pengembangan drainase dan sumur resapan pada daerah tersebut.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian pada latar belakang pengembangan drainase Kawasan Kelurahan Tangkahan, Kecamatan Medan Labuhan, Kota Medan terhadap bencana banjir dan genangan, maka perumusan masalah yang dibahas adalah sebagai berikut :

1. Apakah kapasitas saluran drainase pada Kawasan Kelurahan Tangkahan, Kecamatan Medan Labuhan, Kota Medan masih memenuhi
2. Berapakah jumlah debit banjir rencana pada Kawasan Kelurahan Tangkahan, Kecamatan Medan Labuhan, Kota Medan.

### **1.3 Ruang Lingkup Penelitian**

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah :

1. Wilayah tinjauan merupakan daerah yang terdapat di Kawasan Kelurahan Tangkahan, Kecamatan Medan Labuhan, Kota Medan.
2. Pembahasan masalah sistem drainase di Kawasan Kelurahan Tangkahan, Kecamatan Medan Labuhan, Kota Medan.
3. Hanya membahas sistem jaringan drainase di Kawasan Kelurahan Tangkahan, Kecamatan Medan Labuhan, Kota Medan. Guna mencegah terjadinya banjir.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui kapasitas saluran drainase pada Kawasan Kelurahan Tangkahan, Kecamatan Medan Labuhan, Kota Medan.
2. Untuk mengetahui jumlah debit banjir rencana pada Kawasan Kelurahan Tangkahan, Kecamatan Medan Labuhan, Kota Medan.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini diharapkan bisa menjadi referensi untuk pemko Medan.
2. Penelitian ini diharapkan bisa menambah wawasan dan pengetahuan peneliti tentang pengembangan drainase.
3. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pengembangan drainase

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan Laporan Tugas Akhir ini disusun menjadi 5 bab dengan uraian sebagai berikut :

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Pada bab ini berisikan tentang latar belakang yang menjadikan penulis untuk mengambil studi tentang penelitian ini, perumusan masalah dari penelitian, tujuan dari penelitian, ruang lingkup pada penelitian, dan sistematika penulisan dari penelitian ini.

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

Pada bab ini akan dibahas mengenai tinjauan literatur yang berisikan informasi tentang bahan-bahan yang berasal dari berbagai sumber baik berupa dari penelitian secara umum dan juga pada penelitian terdahulu mengenai topik yang berkaitan dengan masalah yang dibahas.

#### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini akan dibahas mengenai metode atau langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan pengambilan data dan pelaksanaan penelitian yang digunakan dalam menganalisis data yang didapat.

#### **BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini berisi tentang pengolahan data dan pembahasan hasil penelitian yang telah didapatkan.

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan kesimpulan yang diambil dari hasil penelitian beserta saran untuk memperbaiki penelitian ini kedepannya.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Umum**

Sistem drainase dapat didefinisikan sebagai usaha untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase perkotaan/terapan merupakan drainase yang diterapkan mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial budaya yang ada di kawasan kota, menurut (Yamali, Syakban, & Sugianto, 2019)

Dalam analisa curah hujan untuk menentukan debit banjir rencana, data curah hujan yang dipergunakan adalah curah hujan maksimum tahunan (*Annual Maximum Series*). Hujan rata-rata yang diperoleh dengan cara ini dianggap mendekati hujan-hujan terbesar yang terjadi. Untuk perhitungan curah hujan rencana, digunakan Metode Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log-Pearson III dan Distribusi Gumbel. Setelah didapat curah hujan rencana dari keempat metode tersebut, maka diambil yang paling ekstrim yang digunakan nantinya pada debit rencana, menurut (Yamali et al., 2019)

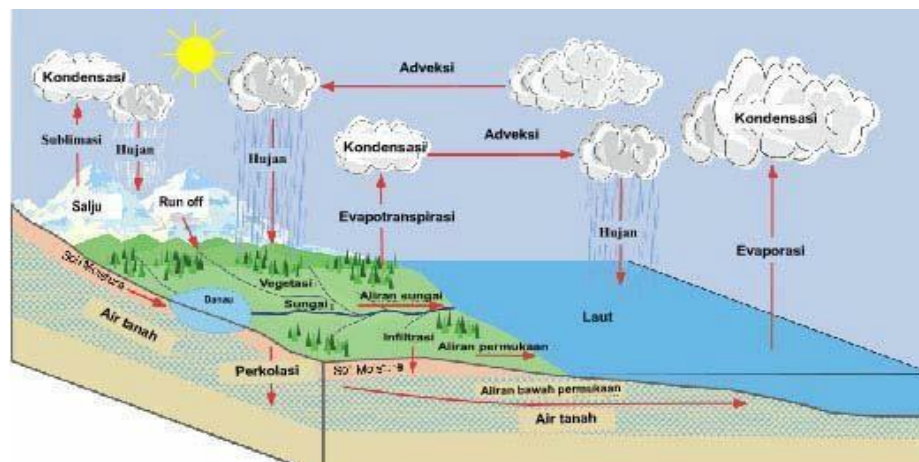
Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya, menurut (Yamali et al., 2019)

Catchment Area (daerah tangkapan) adalah suatu daerah tangkapan hujan dimana batas wilayah tangkapannya ditentukan dari titik-titik elevasi tertinggi sehingga akhirnya merupakan suatu poligon tertutup, yang mana polanya disesuaikan dengan kondisi topografi, dengan mengikuti arah aliran air. Daerah ini umumnya dibatasi oleh batas topografi, yang berarti ditetapkan berdasarkan air permukaan. Batas ini tidak ditetapkan berdasarkan air bawah tanah karena permukaan air tanah selalu berubah sesuai dengan musim dan tingkat kegiatan pemakaian, menurut (Yamali et al., 2019)

Koefisien Pengaliran (C) merupakan perbandingan antara jumlah air yang mengalir disuatu daerah akibat turunnya hujan, dengan jumlah hujan yang turun di daerah tersebut, menurut (Yamali et al., 2019).

## 2.2. Siklus Hidrologi

Menurut (Hilmi, 2018) Siklus hidrologi dimulai dengan penguapan air dari laut. Uap yang dihasilkan dibawah oleh udara yang bergerak. Dalam kondisi yang kemungkinan uap air tersebut terkondensasi membentuk awan, dan pada akhirnya dapat menghasilkan presipitasi. Presipitasi yang jatuh kebumi menyebar dengan arah yang berbedabeda dalam beberapa cara. Sebagagian besar dari presipitasi tersebut untuk sementara tertahan pada tanah di dekat tempat ia jatuh, dan akhirnya dikembalikan lagi ke atmosfer oleh penguapan (evaporasi) dan pemeluhan (transpirasi) oleh tanaman.



Gambar 2.1: Siklus hidrologi (goesmanda.blogspot.com)

Sebagian air mencari jalannya sendiri melalui permukaan dan bagian atas tanah menuju sungai, sementara lainnya menembus masuk lebih jauh kedalam tanah menjadi bagian dari air tanah (*groundwater*). Dibawah pengaruh gaya gravitasi, baik aliran air permukaan (surface streamflow) maupun air dalam tanah bergerak menuju tempat yang lebih rendah yang akhirnya dapat mengaklir ke laut. Namun, sebagian besar air permukaan dan air bawaah tanah dikembalikan ke atmosfer oleh penguapan dan pemeluhan (transpirasi) sebelum sampai kelaut

### 2.2.1. Intensitas Hujan

Menurut (Murtaningsih, 2019) Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung, intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya.

Seandainya data hujan yang diketahui hanya hujan harian, maka oleh Mononobe dapat ditentukan menggunakan Pers.2.1 sebagai berikut:

$$I_1 = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2.1)$$

Dimana :

$I_1$  = Intesitas hujan (mm/jam)

$t$  = Lamanya hujan (jam)

$R_{24}$  = Curah hujan maksimum harian dalam 24 jam (mm)

Jika data yang tersedia adalah data hujan jangka pendek dapat ditentukan menggunakan Pers.2.2 sebagai berikut:

$$I_1 = \frac{a}{t+b} \quad (2.2)$$

Dimana :

$I_1$  = Intesitas hujan (mm/jam)

$t$  = Lamanya hujan (jam)

$a$  dan  $b$  = Konstanta yang tergantung pada lamanya hujan yang terjadi di DAS

Menurut (Murtaningsih, 2019) mengembangkan rumus dalam memperkirakan waktu konsentrasi, dimana dalam hal ini durasi hujan diasumsikan sama dengan waktu konsentrasi. Rumus waktu konsentrasi dapat ditentukan menggunakan Pers.2.3 sebagai berikut

$$t_c = \left( \frac{0,85 \times L^2}{100 \times S} \right)^{0,385} \quad (2.3)$$

Dimana :

$t_c$  = Waktu konsentrasi (jam)

$L$  = Panjang saluran utama dari hulu samapai penguras (km)

$S$  = Kemiringan rata-rata saluran

### **2.2.2. Banjir**

Menurut (Raka Buana, Hadiani, & Suryandari, 2018) Banjir merupakan bencana yang menjadi fenomena rutin di musim penghujan yang merebak di berbagai saluran drainase di sebagian besar wilayah Indonesia. Jumlah bencana banjir dalam musim hujan terus meningkat demikian juga dengan jumlah korban manusia maupun kerugian sarana dan prasarana umum. Banjir itu sendiri merupakan indikasi dari ketidak seimbangan sistem lingkungan dalam proses mengalirkan air permukaan dan dipengaruhi oleh besar debit air yang mengalir melebihi daya tampung daerah pengaliran.

Menurut (Raka Buana et al., 2018) Banjir adalah peristiwa tergenangnya daratan yang biasanya kering oleh karena volume air pada suatu badan air meningkat. Banjir dapat terjadi karena peluapan air yang berlebihan di suatu tempat akibat hujan besar, pecahnya bendungan sungai, es yang mencair atau naiknya permukaan laut. Banjir menjadi suatu bencana ketika terjadi pada daerah yang merupakan tempat aktifitas manusia. Perubahan tataguna lahan, pemanasan global serta air pasang yang tinggi mempercepat terjadinya banjir di beberapa tempat termasuk di Indonesia. Ada dua peristiwa banjir, pertama peristiwa banjir atau genangan yang terjadi pada daerah yang biasanya tidak terjadi banjir dan kedua peristiwa banjir terjadi karena limpasan air banjir dari sungai yang disebabkan oleh debit banjir tidak mampu dialirkan oleh alur sungai atau debit banjir lebih besar dari kapasitas pengaliran sungai yang ada.

### **2.2.3. Faktor Penyebab Banjir**

Menurut (Qodriyatun, 2020) Banjir terjadi ketika ruang untuk meresapnya air limpasan hujan berkurang atau tidak ada lagi sehingga sungai tidak lagi mampu menampung air limpasan hujan dan menggenangi berbagai wilayah seperti permukiman, jalan, dan berbagai tempat yang bukan tempatnya air seharusnya mengalir. Jika dilihat dari tujuan penataan ruang terlihat bahwa munculnya banjir di berbagai wilayah terjadi karena adanya ketidakharmonisan antara lingkungan alam dengan lingkungan buatan sehingga perlindungan fungsi ruang dan pencegahan dampak negatif terhadap lingkungan akibat pemanfaatan ruang tidak terwujud.

Menurut (Budiarti et all, 2017) Bencana banjir disebabkan oleh faktor alam dan kegiatan manusia yang terkait dengan pemanfaatan sumberdaya alam yang menyebabkan degradasi dan kerusakan DAS(5) . Faktor alam terutama disebabkan intensitas curah hujan yang sangat tinggi dan kondisi karakteristik DAS, sedangkan faktor manusia disebabkan adanya perubahan penggunaan lahan, sarana prasarana drainase belum baik serta sosial kelembagaan pemerintah dan masyarakat belum mantap.

#### 2.2.4. Waktu Konsentrasi

Menurut (Hilmi, 2018) Waktu konsentrasi untuk saluran air hujan daerah perkotaan terdiri dari waktu yang diperlukan oleh limpasan untuk mengalir dipermukaan tanah untuk mencapai saluran terdekat ( $t_o$ ) dan waktu pengaliran dalam saluran ke titik yang dimaksud ( $t_d$ ). Dalam penelitian ini drainase yang akan di tinjau sepanjang 153 (m) dibagi menjadi 4 titik tinjauan drainase yang diteliti di sebelah kanan dan kiri badan jalan. Maka untuk menghitung waktu konsentrasinya dapat ditentukan menggunakan Pers. 2.4 Pers. 2.5 dan Pers. 2.6 di bawah ini:

$$\text{Waktu konsentrasi : } T_o = \left[ \frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right] \quad (2.4)$$

$$T_d = \frac{L_s}{60 \times V} \quad (2.5)$$

$$T_c = T_o \text{ dan } T_d \quad (2.6)$$

Dimana :

L = Panjang Lintasan Aliran di atas Permukaan Lahan (m)

L<sub>s</sub> = Panjang Lintasan Aliran di dalam Saluran (m)

S = Kemiringan malang

N = Angka Kekerasan Manning

V = Kecepatan Aliran di dalam Saluran (m/detik)

Dalam hal ini nilai S (Kemiringan Lahan) yang diunakan dalam perhitungan berdasarkan.



Tabel 2.1: Kemiringan melintang normal perkerasan jalan (Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan No. 008/T/BNKT/1990)

No	Jenis Lapis Permukaan Jalan	Kemiringan Normal
1	Beraspal, beton	2%-3%
2	Japat	4%-6%
3	Kerikil	3%-6%
4	Tanah	4%-6%

Sumber (Hilmi, 2018)

Dan harga  $n$  (Angka Kekasaran *Manning*) yang digunakan dalam perhitungan berdasarkan Tabel 2.8.

Table 2.2: Harga  $n$  untuk rumus *manning* (Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan No. 008/T/BNKT/1990)

No	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
1	Saluran tanah, lurus teratur	0,017	0,020	0,023	0,025
2	Saluran tanah dibuat lurus teratur	0,023	0,028	0,030	0,040
3	Saluran pada dinding batuan, lurus, teratur	0,023	0,030	0,033	0,035
4	Saluran pada dinding batuan, tidak lurus, teratur	0,035	0,040	0,045	0,045
5	Saluran bantuan yang dibedakan ada tumbuh	0,025	0,030	0,035	0,040
6	Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0,028	0,030	0,033	0,035
7	Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah	0,020	0,025	0,028	0,035
8	Banyak tumbuh-tumbuhan	0,075	0,100	0,015	0,150

9	Bersih, lurus, tidak perpasir, tidak Berlubang	0,025	0,028	0,030	0,033
10	Melengkung, bersih, berlubang danberdinding pasir	0,033	0,035	0,040	0,045
11	Seperti no 9 tapi ada tambahan atauKerikil	0,030	0,033	0,035	0,040
12	Seperti no 10, dangkal tidak teatur	0,040	0,045	0,050	0,055
13	Seperti no 10, berbatu ada tumbuh-Tumbuhan	0,035	0,040	0,045	0,060
14	Seperti no 12, sebagian berbatu	0,045	0,050	0,055	0,060
15	Aliran pelan banyak tumbuhan Danberlubang	0,050	0,060	0,070	0,080
16	Saluran pasangan batutanpafinishing	0,025	0,030	0,033	0,035
17	Saluran pasangan batu dengan Finishing	0,017	0,020	0,025	0,030
18	Saluran beton	0,014	0,016	0,019	0,021
19	Saluran beton, halus dan rata	0,010	0,011	0,012	0,013
20	Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0,013	0,014	0,014	0,015

### 2.2.5. Koefisien Pengaliran

Menurut (Murtaningsih, 2019) Koefisien pengaliran (*run-off coefficient*) adalah perbandingan antara jumlah air hujan yang mengalir atau melimpas di atas permukaan tanah (*surface run-off*) dengan jumlah air hujan yang jatuh dari atmosfer. Nilai koefisien pengaliran berkisar antara 0 sampai dengan 1 dan bergantung dari jenis tanah, jenis vegetasi, karakteristik tata guna lahan dan konstruksi yang ada di permukaan tanah seperti jalan aspal, atap bangunan dan lain-lain, yang menyebabkan air hujan tidak sampai secara langsung ke permukaan tanah sehingga tidak dapat berinfiltrasi, maka akan menghasilkan limpasan permukaan hampir

100%. Koefisien pengaliran dapat ditentukan berdasarkan curah hujan. Adapun rumus untuk menentukan koefisien pengaliran dapat ditentukan menggunakan Pers.2.7 sebagai berikut ;

$$C = \frac{Q}{R} \quad (2.7)$$

Dimana :

C = Koefisien limpasan

Q = Jumlah limpasan

R = Jumlah curah hujan

Besarnya koefisien pengaliran C untuk daerah perumahan berdasarkan penelitian oleh ahli dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut ini;

Tabel 2.3: Koefisien Pengaliran.

No.	Daerah	Koefisien Aliran
1	Taman dan daerah rekreasi	0,20 – 0,30
2	Perumahan tidak begitu rapat (20 rumah/Ha)	0,25 – 0,40
3	Perumahan kerapatan sedang (20-60 rumah/Ha)	0,40 – 0,70
4	Perumahan rapat	0,70 – 0,80
5	Daerah industri	0,80 – 0,90
6	Daerah perkantoran	0,90 – 0,95

### 2.3 Drainase

Menurut (Parse, 2019) Saluran drainase adalah sebuah sistem yang dibuat untuk menangani persoalan kelebihan air, baik kelebihan air yang berada diatas permukaan tanah maupun air berada dibawah permukaan tanah. Semakin berkembangnya suatu daerah, lahan kosong untuk meresapkan air secara alami akan semakin berkurang. Permukaan tanah tertutup oleh beton dan aspal, hal ini akan menambah kelebihan air yang tidak terbuang. Kelebihan air ini jika tidak dapat dialirkan akan menyebabkan genangan. Dalam perencanaan saluran drainase harus memperhatikan tata guna lahan daerah tangkapan air saluran drainase yang bertujuan

menjaga wilayah sekitar drainase tetap kering walaupun terjadi kelebihan air, sehingga air permukaan tetap terkontrol dan tidak mengganggu masyarakat. Dalam pembahasan lebih lanjut akan dititik beratkan pada drainase perkotaan sebab drainase lebih kompleks terdapat pada wilayah perkotaan. Genangan akan mengganggu masyarakat dalam melakukan aktivitas perekonomian. Banjir atau genangan yang terjadi bisa disebabkan oleh beberapa faktor, tapi yang lebih dominan biasanya adalah akibat perubahan tata guna lahan dan dimensi saluran drainase yang tidak memenuhi syarat.

Menurut (Ir. Adiwijaya, 2016) Dalam merencanakan sistem drainase jalan berdasarkan pada keberadaan air permukaan dan bawah permukaan, sehingga perencanaan drainase jalan dibagi menjadi: drainase permukaan (*surface drainage*) drainase bawah permukaan (*sub surface drainage*) Secara umum, pendekatan langkah perencanaan sistem drainase jalan yang berwawasan lingkungan adalah dimulai dengan memplot rute jalan yang akan ditinjau di peta topografi untuk mengetahui daerah layanan sehingga dapat memprediksi kebutuhan penempatan bangunan drainase penunjang seperti saluran samping jalan, fasilitas penahan air hujan dan bangunan pelengkap, dengan memperhatikan keberadaan lingkungan yang berkaitan dengan peluang ditematkannya bangunan peresap air atau penampung air. Juga harus memperhatikan pengaliran air yang ada di permukaan maupun yang ada di bawah permukaan dengan mengikuti ketentuan teknis yang ada tanpa mengganggu stabilitas konstruksi jalan.

### **2.3.1 Jenis-Jenis Drainase**

Menurut (Swandy, 2020) drainase dapat dikelompokkan sebagai berikut :

#### **a. Drainase menurut sejarah terbentuknya**

##### **1. 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 relative bagus akan membantukan perlindungan yang lebih sedikit daripada daerahdaerah rendah

yang bertindak sebagai kolam penampung bagi aliran dari daerah anak-anak sungai yang luas.



Contoh Gambar 2.2 : Drainase Alamia

## 2. Drainase buatan

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



Contoh Gambar 2.3 : Drainase Buatan

### b. Drainase menurut konstruksinya

#### 1. Saluran terbuka

Saluran terbuka 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.



Contoh Gambar 2.4: Saluran Terbuka

## 2. Saluran tertutup

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



Contoh Gambar 2.5: Saluran Tertutup

### 2.3.2 Fungsi Drainase

Drainase dalam kota mempunyai fungsi sebagai berikut menurut (Sinaga & Harahap, 2016)

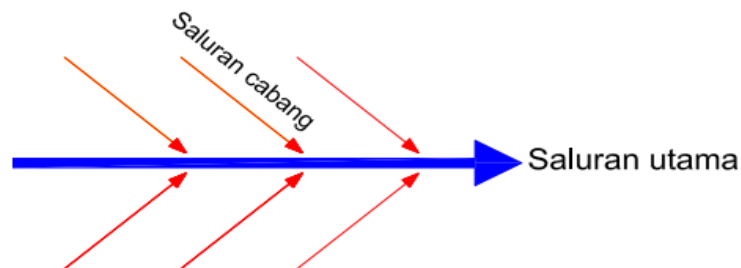
- a. Untuk mengalirkan genangan air atau banjir ataupun air hujan dengan cepat dari permukaan jalan.
- b. Untuk mencegah aliran air yang berasal dari daerah lain atau daerah di sekitar jalan yang masuk ke daerah perkerasan jalan
- c. Untuk mencegah kerusakan jalan dan lingkungan yang diakibatkan oleh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

### 2.3.3 Pola Jaringan Drainase

Menurut (Fathurrahman, 2020) Pola jaringan drainase adalah perpaduan antara satu saluran dengan saluran lainnya baik yang fungsinya sama maupun berbeda dalam suatu kawasan tertentu. Dalam perencanaan sistem drainase yang baik bukan hanya membuat dimensi saluran yang sesuai tetapi harus ada kerjasama antar saluran sehingga pengaliran air lancar. Beberapa contoh model pola jaringan yang dapat diterapkan dalam perencanaan jaringan drainase meliputi:

a. Pola alamiah

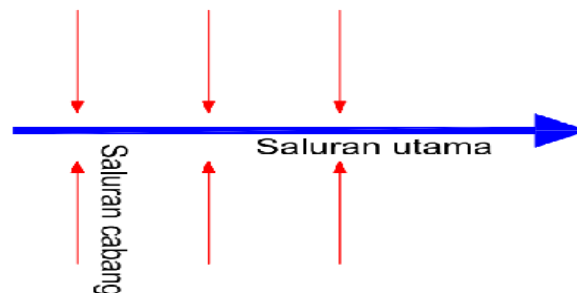
Sama seperti pola siku, hanya beban sungai pada pola alamiah lebih besar. dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut ini :



Gambar 2.6: Jaringan drainase pola alamiah.

b. Pola siku

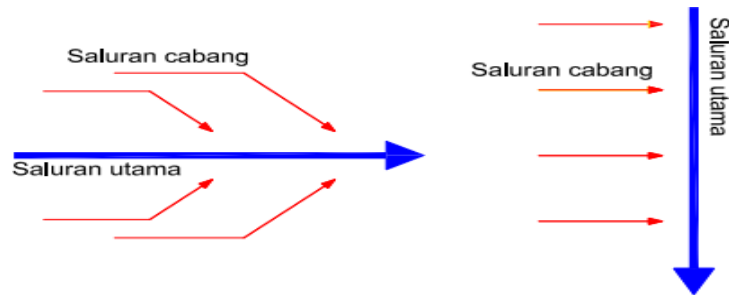
Pembuatannya pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai. Sungai sebagai saluran pembuang akhir berada di tengah kota. dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut ini :



Gambar 2.7: Jaringan drainase pola siku.

c. Pola paralel

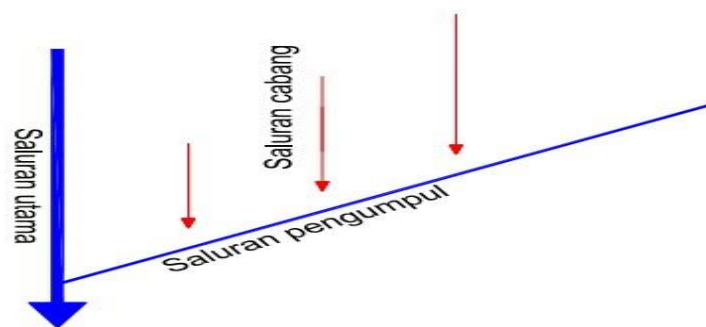
Saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek-pendek, apabila terjadi perkembangan kota, saluran-saluran akan dapat menyesuaikan diri. dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut ini :



Gambar 2.8: Jaringan drainase pola paralel.

d. Pola grid iron

Untuk daerah dimana sungainya terletak di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpulan. Dapat dilihat pada gambar 2.4 berikut ini :

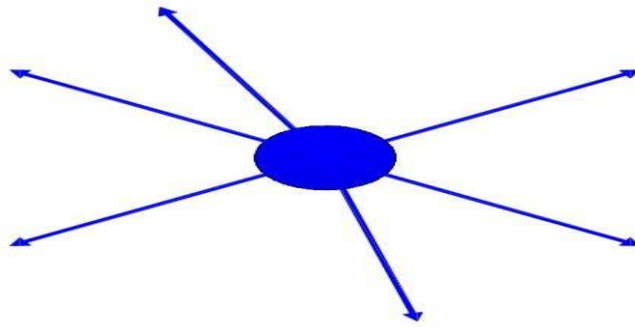


Gambar 2.9: Jaringan drainase pola grid iron.

e. Pola radial

Pada daerah berbukit, sehingga pola saluran memencar ke segala arah. dapat dilihat pada gambar 2.5 berikut ini :

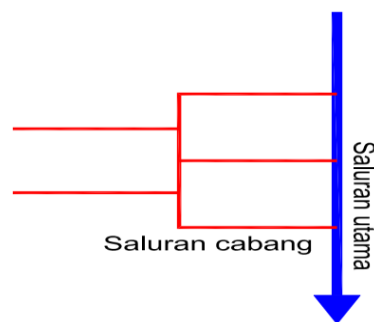




Gambar 2.10: Jaringan drainase pola radial.

f. Pola jaring-jaring

Mempunyai saluran-saluran pembuang yang mengikuti arah jalan raya dan cocok untuk daerah dengan topografi datar. Dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut ini :



Gambar 2.11: Jaringan drainase pola jaring-jaring

## 2.4 Analisis Hidrologi

Menurut (Untuk, Syarat, Sarjana, & Sipil, 2016) Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari seluk beluk air, kejadian dan distribusinya, sifat alami dan sifat kimianya, serta reaksinya terhadap kebutuhan manusia. Pada mula air hujan ada yang mengalir di permukaan tanah sebagai air run off atau aliran permukaan dan sebagian (infiltrasi) meresap kedalam lapisan tanah. Air run off mengalir kepermukaan air di laut, danau . Air infiltrasi meresap kedalam lapisan tanah kearah muka air terendah, akhirnya juga kemungkinan sampai dilaut, danau, sungai. Menghitung hujan rencana antara lain, metode Distribusi Normal, Metode Distribusi Log Normal, Metode Distribusi Log–Person III, dan Metode Distribusi Gumbel.

Pengumpulan data dan informasi, terutama data untuk perhitungan hidrologi sangat diperlukan dalam analisa penentuan debit banjir rancangan yang selanjutnya dipergunakan sebagai dasar rancangan suatu bangunan air. Semakin banyak data yang terkumpul berarti semakin menghemat biaya dan waktu, sehingga kegiatan analisis dapat berjalan lebih cepat, selain itu akan didapatkan hasil perhitungan yang lebih akurat. Secara keseluruhan pengumpulan data hidrologi ini dapat dilakukan dengan tahapan-tahapan pengumpulan data dasar dan pengujian (kalibrasi) data-data yang terkumpul. Menurut (Mulyono, 2018) Pemakaian rumus-rumus acuan, berdasarkan data curah hujan yang tersedia, untuk menentukan curah hujan area rerata dapat ditentukan menggunakan Pers. 2.7 sebagai berikut;

$$R_H = \frac{H_1 + H_2}{2} \quad (2.7)$$

Dengan :

$R_H$  = curah hujan area harian rata-rata (mm/hari)

$H_{1,2}$  = curah hujan pada stasiun 1,2

#### 2.4.1 Analisa Frekuensi

Menurut (-, Kusumawardani, & Prakasa, 2017) Analisis frekuensi hujan dimaksudkan untuk mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas. Frekuensi merupakan jumlah kejadian dari sebuah varian, dengan analisis frekuensi akan diperkirakan interval kejadian tertentu, seperti 10 tahunan, 100 tahunan atau 1000 tahunan

Untuk analisis diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan, baik secara manual maupun otomatis. Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistic data kajian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan dimasa yang akan datang. Dengan anggapan bahwa sifat statistic kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistic kejadian hujan dimasa lalu.

Berdasarkan pengalaman yang ada, penggunaan periode ulang digunakan untuk perencanaan wasli dalam (Hilmi, 2018)

- Saluran kwarter: Periode ulang 1 tahun
- Saluran tersier: Periode ulang 2 tahun

- Saluran sekunder: Periode ulang 5 tahun

Dalam statistik dikenal beberapa parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi, dan koefisien skewness (kemencengan).

Tabel 2.4: Parameter statistik yang penting

Parameter	Sampel	Populasi
Rata-rata	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$	$\mu = E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx$
Simpangan Baku	$S = \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$	$\sigma = \{E[(x - \mu)^2]\}^{\frac{1}{2}}$
Koefisien Variasi	$CV = \frac{S}{\bar{x}}$	$CV \frac{\sigma}{\mu}$
Koefisien Skewness	$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$	$Y = \frac{E[(x - \mu)^3]}{\sigma^3}$

Sumber:(Hilmi, 2018)

Sedangkan frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan empat jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi, antara lain:

1. Distribusi Normal

Distribusi normal disebut pula distribusi Gauss. Secara sederhana, persamaan distribusi normal dapat ditentukan menggunakan Pers. 2.8 di bawah ini

$$X_T = \bar{X} + K_T \times S \quad (2.8)$$

Dengan :

$X_T$  = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan

$\bar{X}$  = nilai rata-rata hitung variat

S = deviasi standar nilai variat

$K_T$  = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang.

Nilai  $K_T$  dapat dilihat pada Tabel 2.5 nilai variabel reduksi Gauss sebagai berikut ;

Tabel 2.5 Nilai Variabel Reduksi Gauss

No	Periode Ulang	Peluang	$K_T$
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,010	0,990	-2,33
4	1,050	0,950	-1,64
5	1,110	0,900	-1,28
6	1,250	0,800	-0,84
7	1,330	0,750	-0,67
8	1,430	0,700	-0,52
9	1,670	0,600	-0,25
10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0,25

No	Periode Ulang	Peluang	$K_T$
12	3,330	0,300	0,52
13	4,000	0,250	0,67
14	5,000	2,00	0,84
15	10,000	0,100	1,28
16	20,000	0,050	1,64
17	50,000	0,020	2,05
18	100,000	0,010	2,33
19	200,000	0,005	2,58
20	500,000	0,002	2,88
21	1000,000	0,001	3,09

## 2. Distribusi Log Normal

Jika variabel acak  $Y = \log X$  terdistribusi secara normal, maka  $X$  dikatakan mengikuti distribusi Log Normal. Persamaan distribusi log normal dapat ditentukan menggunakan Pers. 2.9 di bawah ini:

$$Y_r = \bar{Y} + K_T \times S \quad (2.9)$$

Dengan :

$X_T$  = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang  $T$  tahunan

$$Y_T = \text{Log } X$$

$\bar{Y}$  = nilai rata-rata hitung variat

$S$  = deviasi standar nilai variat

$K_T$  = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang.

### 3. Distribusi Log-Person III

Persamaan distribusi Log-Person III hampir sama dengan persamaan distribusi Log Normal, yaitu sama-sama mengkonversi ke dalam bentuk logaritma, dapat ditentukan menggunakan Pers. 2.10 di bawah ini:

$$Y_r = \bar{Y} + K_T \times S \quad (2.10)$$

Dimana besarnya nilai  $K_T$  tergantung dari koefisien kemencengan  $G$ . Tabel 2.6 memperlihatkan harga  $K_T$  untuk berbagai nilai kemencengan  $G$ . Jika nilai  $G$  sama dengan nol, distribusi kembali ke distribusi Log Normal.

Tabel 2.6 Nilai  $K_T$  untuk Distribusi Log-Person III

Koef. G	Interval kejadian (periode ulang)							
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
	Persentase peluang terlampaui							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,892	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029

Tabel 2.6 : Lanjutan

Koef. G	Interval kejadian (periode ulang)							
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
	Persentase peluang terlampaui							
	99	80	50	20	10	4	2	1
-0,6	2,755	0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	2,891	0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	3,022	0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	2,149	0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	2,271	0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	2,388	0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	3,499	0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	3,605	0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	3,705	0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	3,800	0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	3,889	0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	3,973	0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	7,051	0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

#### 4. Distribusi Gumbel

Bentuk dari persamaan distribusi Gumbel dapat ditentukan menggunakan Pers. 2.11 di bawah ini:

$$Y_{Tr} = \bar{X} + K \cdot S \quad (2.11)$$

Besarnya faktor frekuensi dapat ditentukan menggunakan Pers. 2.12 di bawah ini:

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \quad (2.12)$$

Dengan :

$X_T$  = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang  $T_r$  tahun

(mm)

$T_r$  = Periode tahun berulang (*return period*) (tahun)

$\bar{X}$  = curah hujan maksimum rata-rata selama tahun pengamatan (mm)

S = standard deviasi

K = faktor frekuensi

$Y_{Tr}$  = *reduced variate*

$Y_a$  = *reduced mean*

$S_n$  = *reduced standard*

Besarnya nilai  $S_n$ ,  $Y_n$ , dan  $Y_{Tr}$  dapat dilihat dalam Tabel 2.7; 2.8; 2.9 sebagai berikut:

Tabel 2.7 Reduced mean ( $Y_n$ )

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	0,5396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

Tabel 2.8 Reduced standard deviation ( $S_n$ )

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	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	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 2.9 *Reduced variate* ( $Y_{Tr}$ )

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

Sebelum menganalisis data hujan dengan salah satu distribusi di atas, perlu pendekatan dengan parameter-parameter statistik untuk menentukan distribusi yang tepat digunakan. Parameter-parameter tersebut dapat ditentukan menggunakan Pers.2.13 , Pers. 2.14 , Pers.2.15, Pers 2.16 , Pers.2.17.di bawah ini:

$$- \text{Rata-rata } (\bar{X}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2.13)$$

$$- \text{Simpang baku (S)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.14)$$

$$- \text{Koefisien Variasi (Cv)} = \frac{S}{\bar{x}} \quad (2.15)$$

$$- \text{Koefisien skewness (Cs)} = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2).S^3} \quad (2.16)$$

$$- \text{Koefisien ketajaman (Ck)} = \frac{n^2 \sum (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3).S^4} \quad (2.17)$$



Tabel 2.10 Karakteristik Distribusi Frekuensi

Jenis distribusi frekuensi	Syarat distribusi
Distribusi Normal	$C_s = 0$ dan $C_k = 3$
Distribusi Log Normal	$C_s > 0$ dan $C_k > 3$
Distribusi Gumbel	$C_s = 1,139$ dan $C_k = 5,402$
Distribusi Log-Person III	$C_s$ antara $0 - 0,9$

Untuk menilai besarnya penyimpangan maka dibuat batas kepercayaan dari hasil perhitungan  $X_T$  dengan uji Smirnov-Kolmogorov. Uji Smirnov- Kolmogorov sering juga disebut juga uji kecocokan non parametik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedur pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2)$$

$$X_3 = P(X_3) \text{ dan seterusnya.}$$

Urutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya).

$$X_1 = P'(X_1)$$

$$X_2 = P'(X_2)$$

$$X_3 = P'(X_3) \text{ dan seterusnya.}$$

Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih terbesarnya antar peluang pengamatan dengan peluang teoritis dengan menggunakan Pers.2.18 dibawah ini

$$D_{\text{maksimum}} = P(X_n) - P'(X_n) \quad (2.18)$$

Berdasarkan Tabel 2.11 nilai kritis (Smirnov-Kolmogorov test) tentukan harga  $D_0$ .

Tabel 2.11 Nilai kritis Do untuk uji Smirnov-Kolmogorov

N	Derajat kepercayaan ( $\alpha$ )			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N>50	$\frac{1,07}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

Apabila nilai Dmaksimum lebih kecil dari Do, maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima. Apabila Dmaksimum lebih besar dari Do, maka secara teoritis pula distribusi yang digunakan tidak dapat diterima.

## 2.5 Uji Data

### 2.5.1. Uji Distribusi Frekuensi

Menurut Subarkah (1980) Uji distribusi frekuensi dimaksudkan untuk mengetahui apakah jenis distribusi yang dipilih sudah tepat, yaitu:

1. Kebenaran antara hasil dengan model distribusi yang diharapkan atau yang diperoleh secara teoritis.
2. Kebenaran hipotesa (diterima atau ditolak). Hipotesa adalah rumusan sementara mengenai suatu hal yang dibuat untuk menjelaskan hal tersebut dan menuntun atau mengarahkan penelitian selanjutnya.

Untuk mengadakan uji ini terlebih dahulu harus dilakukan plotting data pengamatan pada kertas probabilitas Log Pearson Tipe III dan garis durasi yang sesuai. Plotting data dilakukan dengan tahapan sabagai berikut:

1. Data curah hujan maksimum harian rata – rata tiap tahunan dari kecil ke besar.
2. Hitung probabilitas dengan rumus Weibull
3. Plot data hujan (Xi) dengan probabilitas (P)

Dalam penelitian ini dilakukan uji kesesuaian distribusi yang berguna untuk mengetahui apakah data yang ada sesuai dengan jenis sebaran teoritis yang dipilih, maka perlu dilakukan pengujian lebih lanjut. Pengujian ini dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu Chi-Square dan Uji Smirnov Kolmogorov.

### 2.5.2. Uji Chi-Square

Uji Chi-Square dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter  $X_h^2$ . Parameter  $X_h^2$  dapat dihitung dengan rumus: (Ramadhana, 2021)

1. Menghitung jumlah kelas dengan pers. 2.14 :

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

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 2.15 :

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

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 2.16 :

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

Dimana :

$Dk$  = 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

Tabel 2.12: Nilai kritis untuk distribusi Chi-Square (Dr.Ir.Lily Montarcih L, M.Sc,2009).

Dk	$\alpha$ derajat kepercayaan							
	$t_{0.995}$	$t_{0.99}$	$t_{0.975}$	$t_{0.95}$	$t_{0.05}$	$t_{0.025}$	$t_{0.01}$	$t_{0.005}$
1	0.039	0.16	0.098	0.393	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.1	0.201	0.506	0.103	5.991	6.783	9.21	10.6
3	0.717	0.115	0.216	0.352	7.815	9.348	11.35	12.84
4	0.207	0.297	0.484	0.711	9.488	11.143	13.28	14.86
5	0.412	0.554	0.831	1.145	11.07	12.832	15.09	16.75
6	0.676	0.872	1.237	1.635	12.59	14.449	16.81	18.55
7	0.989	1.239	1.69	2.167	14.07	16.013	18.48	20.28
8	1.344	1.646	2.18	2.733	15.51	17.535	20.09	24.96
9	1.735	2.088	2.7	3.325	16.92	19.023	21.67	23.59
10	2.156	2.558	3.247	3.94	18.31	20.483	23.21	25.19
11	2.603	3.053	3.816	4.575	19.68	21.92	24.73	26.76
12	3.074	3.571	4.404	5.226	21.03	23.337	26.22	28.3
13	3.565	4.107	5.009	5.892	22.36	24.736	27.69	29.82
14	4.075	4.66	5.629	6.571	23.69	26.119	29.14	31.32
15	4.601	5.229	6.262	7.261	25	27.488	30.58	32.8

16	5.142	5.812	6.908	7.962	26.3	28.845	32	34.27
17	5.697	6.408	7.564	8.672	27.59	30.191	33.41	35.72
18	6.265	7.015	8.231	9.39	28.87	31.526	34.81	37.16
19	6.884	7.633	8.907	10.117	30.14	32.852	36.19	38.58
20	7.434	8.26	9.591	10.851	34.41	34.17	37.57	40
21	8.034	8.897	10.283	11.591	32.67	35.479	38.93	41.4
22	8.643	9.542	10.982	12.338	33.92	36.781	40.29	42.8
23	9.26	10.196	11.689	13.091	36.17	38.076	41.64	44.18
24	9.886	10.856	12.401	13.848	36.42	39.364	42.98	45.56
25	10.52	11.524	13.12	14.611	37.65	40.646	44.31	46.93
26	11.16	12.198	13.844	15.379	38.89	41.923	45.64	48.92
27	11.808	12.879	14.573	16.151	40.11	43.194	46.96	49.65
28	12.461	13.565	15.308	16.928	41.34	44.461	48.28	50.99

## 2.6 Analisa Hidrolika

Menurut (Hilmi, 2018) Zat cair dapat diangkat dari suatu tempat ke tempat lain melalui bangunan pembawa alamiah ataupun bantuan manusia. Bangunan pembawa ini dapat terbuka maupun tertutup bagian atasnya. Saluran yang tertutup bagian atasnya disebut saluran tertutup (closed conduits), sedangkan yang terbuka bagian atasnya disebut saluran terbuka (open channels). Sungai, saluran irigasi, selokan merupakan saluran terbuka, sedangkan terowongan, pipa, aquaduct, goronggorong merupakan saluran tertutup.

### 2.6.1 Dimensi Saluran

Menurut (Hilmi, 2018) Perhitungan dimensi saluran didasarkan pada debit harus ditampung oleh saluran ( $Q_s$  dalam  $m^3 / \text{det}$ ) lebih besar atau sama dengan debit rencana yang diakibatkan oleh hujan rencana ( $Q_r$  dalam  $m^3 / \text{det}$ ). Kondisi demikian dapat dirumuskan dengan persamaan 2.19 berikut:

$$Q_s \geq Q_r \quad (2.19)$$

- Debit yang mampu ditampung oleh saluran ( $Q_s$ ) dapat ditentukan dengan Pers. 2.20 seperti di bawah ini:

$$Q_s = A_s \cdot V \quad (2.20)$$

Dimana:

$A_s$  = Luas penampang saluran ( $m^2$ )

$V$  = Kecepatan rata-rata aliran dalam saluran (m/det)

- Kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran dapat ditentukan menggunakan rumus Manning dengan Pers. 2.21 dan Pers 2.22 seperti di bawah ini sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad (2.21)$$

$$R = \frac{A_s}{P} \quad (2.22)$$

Dimana:

V = kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran (m/det)

N = koefisien kekaasaran Manning

R = Jari-jari hidrolis (m)

S = kemiringan dasar saluran

A<sub>s</sub> = luas penampang saluran (m<sup>2</sup>)

P = keliling basah saluran (m)

Nilai koefisien kekasaran Manning n, untuk gorong-gorong dan saluran pasangan dapat dilihat pada table 2.12 sebagai berikut:

Tabel 2.13: Tipe saluran dan nilai kekasaran Manning (n) (Wesli, 2008)

Tipe Saluran	Koefisien Manning (n)
a. Baja	0,011-0,014
b. Baja Permukaan Gelombang	0,021-0,030
c. Semen	0,010-0,013
d. Beton	0,011-0,015
e. Pasangan Batu	0,017-0,030
f. Kayu	0,010-0,014
g. Bata	0,011-0,015
h. Aspal	0,013

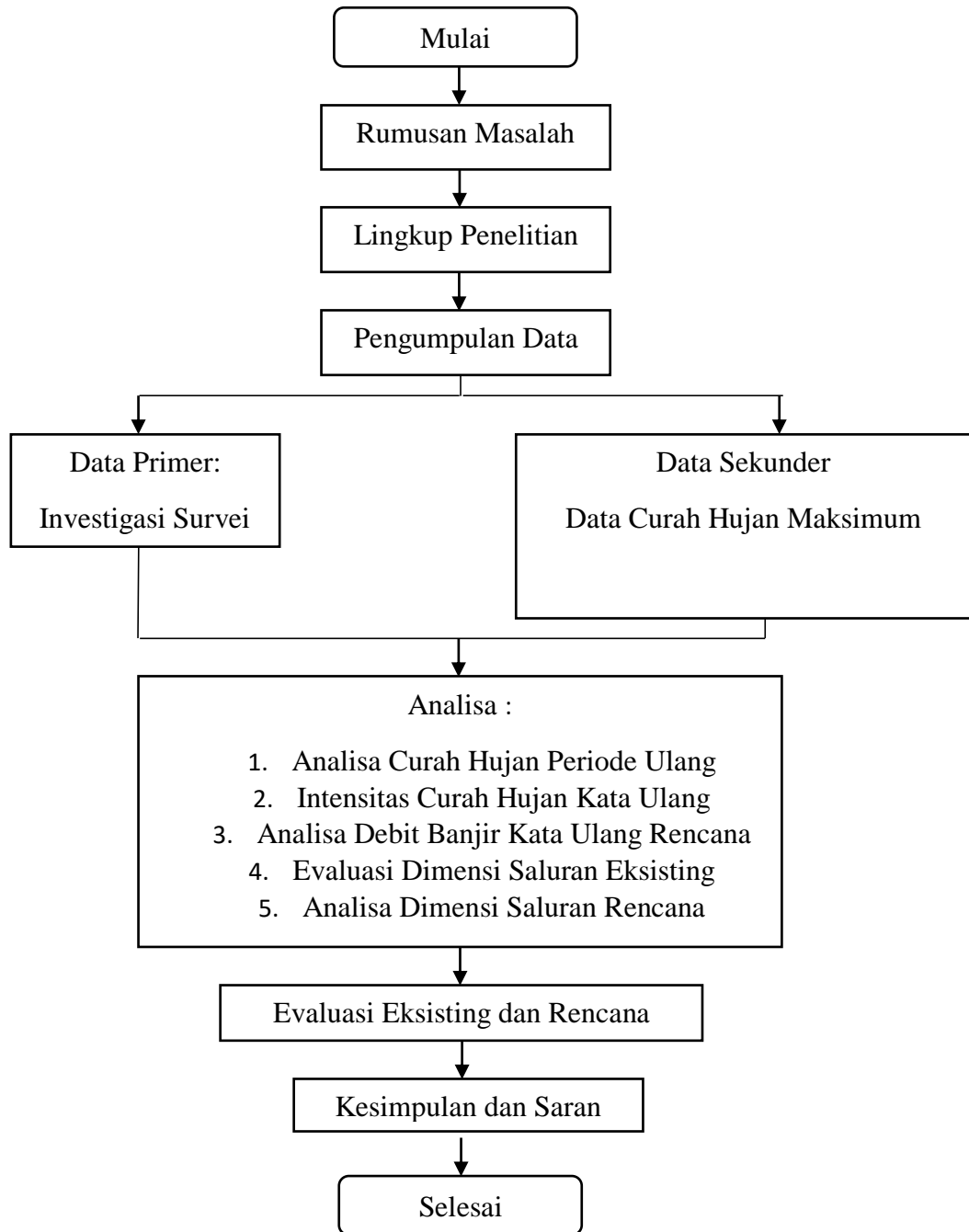
Tabel 2.14 Nilai kemiringan dinding saluran sesuai bahan (ISBN : 970 – 8382 -49-8)

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

### BAB III METODELOGI PENELITIAN

#### 3.1 Bagan Alir

Berdasarkan studi pustaka yang sudah dibahas sebelumnya, maka untuk memudahkan dalam pembahasan dan analisa dibuat suatu bagan alir, dapat dilihat pada Gambar 3.1.



### 3.2 Lokasi Penelitian



Lokasi Banjir

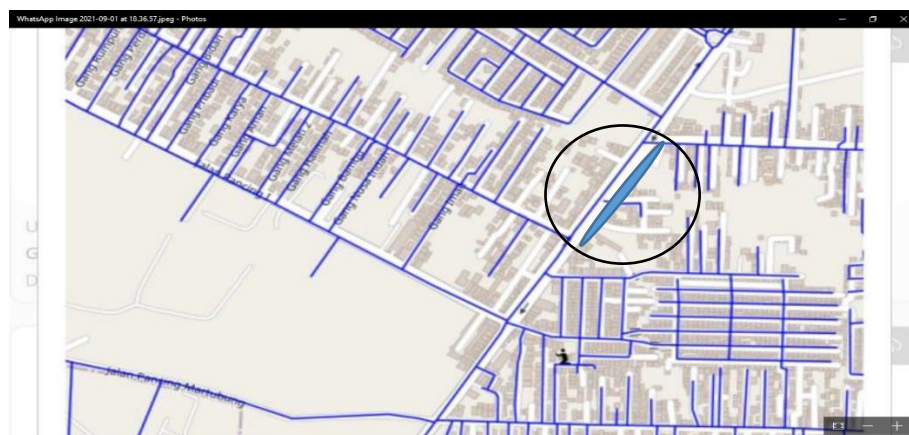
Gambar 3.2 : Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan Kawasan Kelurahan Tangkahan, Kecamatan Medan Labuhan, Kota Medan. Penelitian di mulai dari survei kondisi daerah penelitian, pengumpulan data-data, analisis hidrologi, analisis sistem pengaliran, evaluasi sistem drainase yang ada, rencana pengembangan sistem drainase untuk kondisi sistem drainase yang tidak memenuhi kriteria standar.

Parameter tingkat banjir di Kelurahan Tangkahan, Kecamatan Medan Labuhan, Kota Medan 2021. Parameter tersebut adalah tinggi genangan, lama genangan dan luas genangan

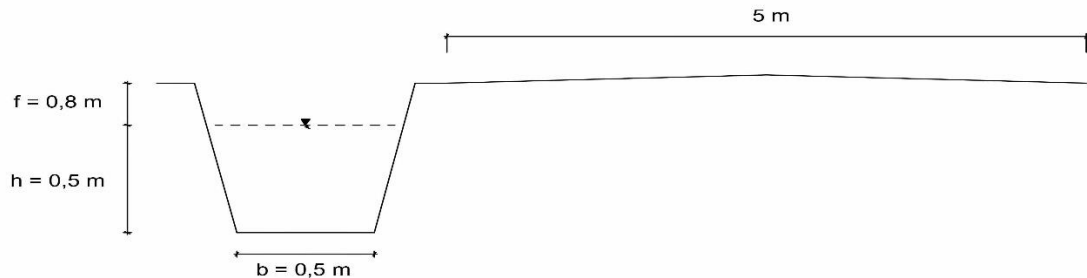
Tabel 3.1: Parameter tingkat banjir

No	Tinggi Genangan	Lama Genangan	Luas Genangan
1	± 60 cm	± 3-4 Jam	7.233,87 m <sup>2</sup>



3.3 Peta Banjir





### 3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data-data yang mendukung dalam penelitian ini, yaitu :

#### 1. Survei Lapangan

Peninjauan langsung ke lapangan dengan tujuan mengetahui kondisi terkini dari daerah penelitian.

### 3.4 Rencana Pengembangan Drainase

Perencanaan sistem drainase suatu daerah, terlebih dahulu harus ditentukan dasar-dasar atau kriteria-kriteria perencanaan. Hal ini berguna sebagai bahan pemikiran bagi penetapan alternatif saluran dan perencanaan drainase modern. Dasar-dasar perencanaan yang diterapkan merupakan rumus-rumus dan ketentuan-ketentuan yang umumnya dipakai dalam merencanakan sistem penyaluran air hujan. Pemakaian rumus-rumus serta ketentuan-ketentuan tersebut disesuaikan dengan kondisi lokal, berupa kondisi topografi, geologi, klimatologi, dan tata guna lahan.

Hasil yang diharapkan dari alternatif terpilih adalah tercapainya perencanaan sistem drainase yang berdasarkan sistem drainase modern, yaitu sistem drainase yang berwawasan lingkungan, sehingga selain masyarakat terhindar dari bahaya banjir, ataupun genangan air yang merugikan masyarakat, juga turut serta dalam konservasi sumber daya air.

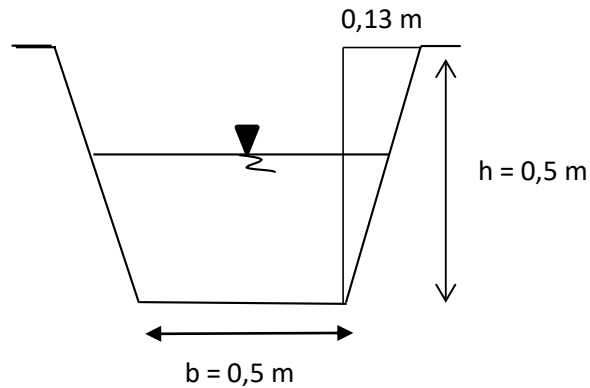
Tahapan rencana pengembangan sistem drainase di Kawasan Kelurahan Tangkahan, Kecamatan Medan Labuhan, Kota Medan , yaitu :

1. Menentukan debit rencana saluran drainase.
2. Mengembangkan jalur saluran drainase.

**BAB IV**  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Data Primer**

Data primer adalah data yang diperoleh dari survei langsung ke lokasi penelitian di kawasan Kelurahan Tangkahan. Data tersebut sebagai berikut:



Gambar 4.1 Penampang saluran drainase primer

Tabel 4.1 Data hasil survei saluran primer

No	Saluran Primer	Ukuran Saluran			Panjang Saluran (Km)	Kondisi Eksisting Saluran
		b (m)	m	h (m)		
1	Saluran	0,5	0,26	0,5	0,5	Semen

Tabel 4.2 Data hasil saluran sekunder

No	Saluran Sekunder	Ukuran Saluran		Panjang Saluran (Km)	Kondisi Eksisting Saluran
		b (m)	h (m)		
1	Jl. Kb Lada Kanan	0,64	0,10	1,10	Semen
2	Jl. Kb Lada Kiri	0,83	0,15	1,10	Semen
3	Jl. Tuar 1	0,60	0,15	0,36	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 34 Curah Hujan Harian Maksimum selama 10 Tahun Terakhir dari tahun 2009 s/d 2018 sebagai

berikut:

Tabel 4.3 Data curah hujan harian maksimum(Badan Klimatologi dan Geofisika)

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
2008	76
2009	87
2010	84
2011	60
2012	97
2013	78
2014	70
2015	69
2016	69
2017	73
N = 10 tahun	Total = 763
$\bar{X}$	76,3

## 4.3 Analisis Hidrologi

### 4.3.1. Mengurutkan Data ch dari terbesar ke terkecil

Tabel 4.4 Urutan Data terbesar ke terkecil

No	$X_i$ (mm)
1	97
2	87
3	84
4	78
5	76
6	73
7	70
8	69
9	69
10	60

Nilai Maksimum ( $X_{max}$ )	= 97
Nilai Minimum ( $X_{mm}$ )	= 60
Nilai Rata-Rata ( $X_r$ )	= 76,3
Jumlah ( $X_{sum}$ )	= 763

#### 4.3.2. Menghitung Koefisien

Standar Deviasi ( $S$ ) = 10,6879995

Koef. Varians ( $C_v$ ) = 7,138847639

Koef. Skewness ( $C_s$ ) = 0,587150063

Koef. Kurtosis ( $C_k$ ) = 0,313720167

Rumus Menghitung koefisien diatas sebagai berikut:

$$S = \left[ \frac{1}{(n-1)} \sum (X_i - X_r)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$C_v = \frac{S}{X_r}$$

$$C_k = \frac{n}{(n-1) - (n-2)S^3} \sum (X_i - X_r)^3$$

$$C_s = \left\{ \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum \left( \frac{X_i - X_r}{S} \right)^4 \right\} - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$$

#### 4.3.3. Cek distribusi yang memenuhi

Tabel 4.5 Pemilihan Distribusi yang memenuhi syarat

Distribusi Normal	Distribusi Gumbel	Distribusi Log Pearson
-0.05 < $C_s$ < 0.05	$C_s > 1.1395$	
2,7 < $C_k$ < 3,3	$C_k > 5,4002$	
$C_s = 0,587$	$C_s = 0,587$	tidak ada batasan
<i>Hasil: tidak memenuhi</i>	<i>Hasil: tidak memenuhi</i>	
$C_k = 0,314$	$C_k = 0,314$	tidak ada batasan
<i>Hasil: tidak memenuhi</i>	<i>Hasil: tidak memenuhi</i>	

#### 4.3.4. Menghitung Ch Kala Ulang 2,5,10,20,25,50,100 Tahun

##### a. Distribusi Normal

Tabel 4.6 Perhitungan distribusi normal kala ulang 2-100 tahun

X	Xr	S	p	1/(p <sup>2</sup> )	w	Kt	Xt
2	76,3	10,6879995	0,5	4	1,17741	-1,01007E-07	76,3
5	76,3	10,6879995	0,2	25	1,794123	0,841456717	85,29349
10	76,3	10,6879995	0,1	100	2,145966	1,281728757	89,99912
20	76,3	10,6879995	0,05	400	2,447747	1,64521144	93,88402
25	76,3	10,6879995	0,04	625	2,537272	1,751076531	95,01551
50	76,3	10,6879995	0,02	2500	2,79715	2,054188589	98,25517
100	76,3	10,6879995	0,01	10000	3,034854	2,326785333	101,1687

##### b. Distribusi Gumbel

Tabel 4.7 Perhitungan Distribusi Gumbel kala ulang 2-100 Tahun

X	Xr	S	Sqrt(6)/phi	Kt	Xt
2	76,3	10,6879995	-0,78009227	-0,16436	74,54337
5	76,3	10,6879995	-0,78009227	0,719822	83,99346
10	76,3	10,6879995	-0,78009227	1,305225	90,25024
20	76,3	10,6879995	-0,78009227	1,866757	96,2519
25	76,3	10,6879995	-0,78009227	2,044883	98,1557
50	76,3	10,6879995	-0,78009227	2,593603	104,0204
100	76,3	10,6879995	-0,78009227	3,138272	109,8418

#### 4.3.5. Menghitung Ch Kala Ulang Dengan Logaritmik 2,5,10,20,25,50,100 Tahun

$$\text{Log Xrt} = 1,882525$$

Tabel 4.8 Curah hujan kala ulang logaritmik

NO	Xi (mm)	Log Xi	Log Xi - Log Xrt	(Log Xi - Log Xrt) <sup>2</sup>	(Log Xi - Log Xrt) <sup>3</sup>	Probabilitas
1	97	1,986772	0,104247196	0,010867478	0,001132904	9,09090909
2	87	1,939519	0,056994715	0,003248397	0,000185141	18,1818182
3	84	1,924279	0,041754748	0,001743459	7,27977E-05	27,2727273
4	78	1,892095	0,009570065	9,15861E-05	8,76485E-07	36,3636364
5	76	1,880814	-	2,92734E-06	-5,00851E-09	45,4545455
6	73	1,863323	-	0,000368704	-7,07974E-06	54,5454545
7	70	1,845098	-	0,001400743	-5,24249E-05	63,6363636

8	69	1,838849	- 0,043675447	0,001907545	-8,33129E-05	72,7272727
9	69	1,838849	- 0,043675447	0,001907545	-8,33129E-05	81,8181818
10	60	1,778151	- 0,104373288	0,010893783	-0,00113702	90,9090909
Jumlah		18,78775	-0,03749658	0,032432168	2,85644E-05	

Rerata = 1,878775

Maksimum = 1,986772

Minimum = 1,778151

Standar Deviasi (S) = 0,0599

Skewness (Cs) = 0,253547

Koef, Kurtosis (Ck) = 0,118068

a. Distribusi Log Normal

Tabel 4.9 Perhitungan curah hujan kala ulang dengan logaritmik 2-100 Tahun

X	Yr	S	p	1/(p <sup>2</sup> )	w	Kt	Yt	Xt
2	1,87877488	0,059899516	0,5	4	1,17741	-1,01007E-07	1,878775	75,64407
5	1,87877488	0,059899516	0,2	25	1,794123	0,841456717	1,929178	84,95281
10	1,87877488	0,059899516	0,1	100	2,145966	1,281728757	1,95555	90,27132
20	1,87877488	0,059899516	0,05	400	2,447747	1,64521144	1,977322	94,91225
25	1,87877488	0,059899516	0,04	625	2,537272	1,751076531	1,983664	96,30826
50	1,87877488	0,059899516	0,02	2500	2,79715	2,054188589	2,00182	100,4199
100	1,87877488	0,059899516	0,01	10000	3,034854	2,326785333	2,018148	104,2673

b. Distribusi Log Person III

Tabel 4.10 Perhitungan curah hujan kala ulang dengan logaritmik 2-100 Tahun

X	Log Xr	G	Logx	Xt
2	1,87877488	-0,011907459	1,87806163	75,51994
5	1,87877488	0,837797367	1,92895854	84,90994
10	1,87877488	1,289004388	1,95598562	90,36196
20	1,87877488	1,612878074	1,9753855	94,48992
25	1,87877488	1,774814918	1,98508543	96,62409
50	1,87877488	2,091123254	2,00403215	100,9328
100	1,87877488	2,377832468	2,02120589	105,004

### 4.3.6. Uji Kesesuaian Distribusi

#### 1. Uji Kesesuaian Metode Chi-Kuadrat

Tabel 4.11 Rainfal dan Probabilitas Metode Chi Kuadrat

n	Rainfall	Prob
1	97	9,09
2	87	18,18
3	84	27,27
4	78	36,36
5	76	45,45
6	73	54,55
7	70	63,64
8	69	72,73
9	69	81,82
10	60	90,91
Total	763	mm

Menentukan jumlah kelas dengan pers. Sturgerst:

$$K = 1 + 3,322 \log n$$

Maka,  $K = 4,322$ , ambil 5

Menentukan nilai jajaran dalam kelas masing-masing:

$R = \text{nilai maks.} - \text{nilai min.}$

Maka  $R = 37$

Menentukan interval kelas :

$$I = R/K, \text{ maka } I = 8,560851$$

Selanjutnya dihitung dalam tabel berikut ini;

Tabel 4.12. Perhitungan Uji kesesuaian metode Chi-Kuadrat

Class	Prob			Ef	Of	Of-Ef	(Of-Ef) <sup>2</sup>
1	60,00	< P <	68,56	2,00	1,00	-1,000	1,00
2	68,56	< P <	77,12	2,00	5,00	3,000	9,00
3	77,12	< P <	85,68	2,00	2,00	0,000	0,00
4	85,68	< P <	94,24	2,00	1,00	-1,000	1,00
5	94,24	< P <	97,00	2,00	1,00	-1,000	1,00
	<b>N</b>			<b>10</b>	<b>10</b>	<b>SX<sup>2</sup></b>	<b>12,00</b>

$$\text{CHI-X}^2 = 1,20$$

Tabel harga  $X^2_{\text{kritik}}$  untuk berbagai nilai DK dan a



$Dk =$  derajat kebebasan didapat dengan persamaan ,  $Dk = K-(P+1)$ , Maka  $Dk = 5-(2+1) = 2$

Dimana :

$K =$  Banyaknya Kelas

$P =$  banyaknya keterikatan atau sama dengan banyaknya parameter, yang untuk sebaran *Chi-Square* adalah sama dengan 2

$\alpha =$  nilai probabilitas kala ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100

Tabel 4.13 Harga-Harga X-kritik

DK	Distribusi $X^2_{kritik}$											
	0.99	0.95	0.90	0.80	0.70	0.50	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
1	0,0016	.004	.0158	.0642	.148	0.455	1.074	1.642	2.706	3.841	6.635	10.827
2	.0201	.103	0,211	0,446	0,713	<b>1,386</b>	<b>2,408</b>	<b>3,219</b>	<b>4,604</b>	<b>5,991</b>	<b>9,210</b>	<b>13.815</b>
3	0,115	0,352	0,584	1,005	1,424	2,366	3,665	4,642	6,251	7,815	11,345	16,268
4	.297	.711	1.084	1.649	2.195	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	13.277	18.465
5	.554	1.145	1.610	2.343	3.000	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	15.089	20.517
6	.872	1.635	2.204	3.070	3.828	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	16.812	22.457
7	1.239	2.167	2.833	3.822	4.671	6.346	8.383	9.803	12.017	14.067	18.475	24.322
8	1.646	2.733	3.290	4.594	5.527	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	20.090	26.425
9	2.038	3.325	4.168	5.380	6.393	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	21.666	27.877
10	2.558	3.940	4.791	6.179	7.267	9.342	11.781	13.442	15.987	18.307	23.209	29.588
11	3.053	4.575	5.578	6.989	8.148	10.341	12.899	14.641	17.275	19.675	24.725	31.264
12	3.571	5.226	6.304	7.807	9.034	11.340	14.011	15.812	18.549	21.026	26.217	32.909
13	4.107	5.892	7.042	8.634	9.926	12.340	15.119	16.985	19.812	22.362	27.688	34.528
14	4.660	6.571	7.790	9.467	10.821	13.339	16.222	18.151	21.064	23.685	29.141	36.123
15	5.229	7.261	8.547	10.307	11.721	14.339	17.322	19.311	22.307	24.996	30.578	37.697
16	5.812	7.962	9.312	11.152	12.624	15.338	18.418	20.465	23.542	26.296	32.000	39.252
17	6.408	8.672	10.085	12.002	13.531	16.338	19.511	21.615	24.769	27.587	33.409	40.790
18	7.005	9.390	10.865	12.857	14.440	17.338	20.601	22.760	25.989	28.869	34.809	42.312
19	7.635	10.117	11.651	13.716	15.352	18.338	21.689	23.900	27.204	30.141	36.191	43.820
20	8.260	10.851	12.443	14.578	16.266	19.337	22.775	25.038	28.412	31.410	37.566	45.315
21	8.897	11.501	13.240	15.445	17.182	20.337	23.858	26.171	29.615	32.671	38.932	46.797
22	9.542	12.338	14.041	16.314	18.101	21.337	24.939	27.301	30.823	33.924	40.289	48.268
23	10.196	13.091	14.848	17.187	19.021	22.337	26.018	28.429	32.007	35.175	41.638	49.728
24	10.856	13.848	15.659	18.062	19.943	23.337	27.096	29.553	33.196	36.415	42.980	51.179
25	11.524	14.611	16.473	18.940	20.867	24.337	28.172	30.675	34.382	37.652	44.314	52.620
26	12.198	15.379	17.292	19.820	21.792	25.336	19.246	31.795	35.563	38.885	45.642	54.052
27	12.879	16.151	18.114	20.703	22.719	26.336	30.319	32.912	36.741	40.113	46.963	55.476
28	13.565	16.928	18.939	21.588	23.647	27.336	31.391	34.027	37.916	41.337	48.278	56.893
29	14.256	17.708	19.768	22.457	14.577	28.336	32.461	35.139	39.087	42.557	49.588	58.302

30	15.953	18.493	20.599	23.364	25.508	29.336	33.530	36.250	40.256	43.773	50.892	59.703
----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Tabel 4.14 Hasil Evaluasi Data dengan Uji Chi Kuadrat

Tr	n	Prob.	Dk	$\alpha$	$X^2_{\text{kritik}}$	CHI- $X^2$	Result
2	1	0,500	5	0,500	1,386	1,20	Ok
5	2	0,200	5	0,200	3,219	1,20	Ok
10	3	0,100	5	0,100	4,604	1,20	Ok
20	4	0,060	5	0,100	6,251	1,20	Ok
25	5	0,040	5	0,050	6,635	1,20	Ok
50	6	0,020	5	0,050	8,566	1,20	Ok
100	7	0,010	5	0,010	9,210	1,20	Ok

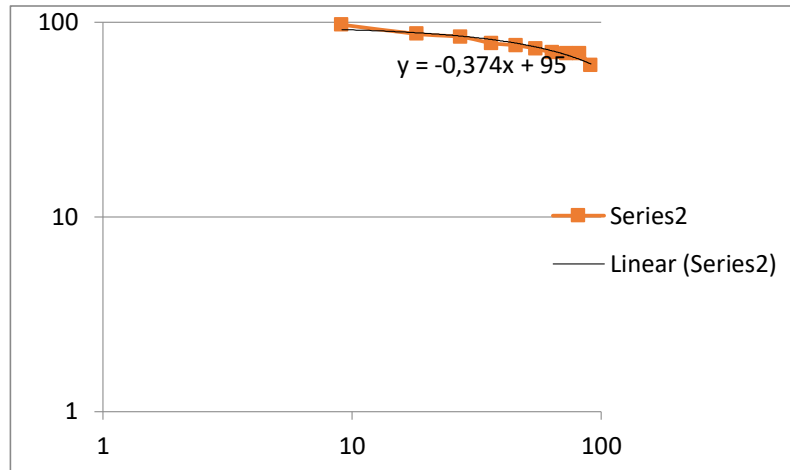
Kesimpulan : Hasil perhitungan curah hujan kala ulang 2 sampai 50 tahun dapat diterima.

## 2. Uji Smirnov Kolmogorov

Berikut nilai rainfall dan probabilitas I :

Tabel 4.15 Nilai Rinfal dan Probabilitas I

n	Rainfall	Prob
1	97	9,09
2	87	18,18
3	84	27,27
4	78	36,36
5	76	45,45
6	73	54,55
7	70	63,64
8	69	72,73
9	69	81,82
10	60	90,91
Total	763	mm



Gambar 4.2 Garifik Uji Smirnov Kormogorov

Plot nilai Rainfall sebagai sumbu y dan nilai probabilitas sebagai nilai x pada sumbu berskala logaritma. Setelah didapat grafiknya, tentukan nilai probabilitas II dengan membuat garis regresi linier. Tentukan persamaan garis tersebut. Pada gambar grafik di atas diketahui bahwa persamaan linier data prob I adalah  $y = -0,374x + 95$ . Dengan memasukkan nilai  $y = \text{Rainfall}$  didapat nilai  $x = \text{Prob II}$ . Berikut Hasil perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov thdp Hasil Hitungan Kala Ulang Curah Hujan

Tabel 4.16 Hasil Pembacaan Probabilitas II Secara Grafis

n	Rainfall	Prob I	Prob II	$\Delta$
1	97	9,09	-5,3	14,44
2	87	18,18	21,4	-3,21
3	84	27,27	29,4	-2,14
4	78	36,36	45,5	-9,09
5	76	45,45	50,8	-5,35
6	73	54,55	58,8	-4,28
7	70	63,64	66,8	-3,21
8	69	72,73	69,5	3,21
9	69	81,82	69,5	12,30
10	60	90,91	93,6	-2,67

$$\Delta_{maks} = \frac{\text{Nilai } \Delta \text{ paling besar pada 4.14}}{100}$$

$$\Delta_{maks} = 14,44/100$$

$$\Delta_{maks} = 0,144 \text{ atau } 0,145$$

$m$  = Urutan data untuk nilai  $\Delta$  paling besar

$m = 1$

$n$  = Jumlah Data

$n = 10$

Tabel 4.17 Parameter Uji Kolmogorov

$n \backslash \alpha$	0,2	0,1	0,05	0,01	$\Delta$
5	0.45	0.51	0.56	0.67	
<b>10</b>	<b>0.32</b>	<b>0.37</b>	<b>0.41</b>	<b>0.49</b>	0,145
15	0.27	0.30	0.34	0.40	
20	0.23	0.26	0.29	0.36	
25	0.21	0.24	0.27	0.32	
30	0.19	0.22	0.24	0.29	
35	0.18	0.20	0.23	0.27	
40	0.17	0.19	0.21	0.25	
45	0.16	0.18	0.20	0.24	
50	0.15	0.17	0.19	0.23	
$n > 50$	$1,07/n^{0,5}$	$1,22/n^{0,5}$	$1,36/n^{0,5}$	$1,63/n^{0,5}$	

Kesimpulan : Hasil perhitungan curah hujan kala ulang 2 sampai 50 tahun dapat di terima..

#### 4.4 Intesitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan dalam satu waktuan waktu, umpamanya mm/jam untuk curah hujan jangka pendek, dan besarnya intensitas curah hujan tergantung pada lamanya curah hujan. Beberapa rumus yang menyatakan hubungan antara intensitas dan lamanya curah hujan adalah sebagai berikut.

$$I = \frac{R}{24} \times \frac{24^{2/3}}{tc}$$

Dimana:

$I$  = Intensitas curah hujan (mm/jam)

$tc$  = Lamanya curah hujan (menit)

R24 = Curah hujan yang memungkinkan terjadi berdasarkan masa ulang tertentu (curah hujan maksimum dalam 24 jam)

Waktu konsentrasi dihitung menggunakan rumus yang dikembangkan oleh Kirpich(1940) yang dapat ditulis sebagai berikut

$$T_c = 0,0133Lxi^{-0,6}$$

Dimana :

$T_c$  = Waktu Konsetrasi

L = Panjang Saluran Drainase

S = Kemiringan Saluran Drainase

$$T_c = 0,0133Lxi^{-0,6}$$

$$T_c = 0,0133 \times 0,0225 \times 0,0006^{-0,6}$$

$$T_c = 0,25$$

$$I = \frac{R}{24} \times \frac{24^{2/3}}{tc}$$

Perhitungan intensitas hujan dengan menggunakan  $t_c$  0,08 jam di periode 2 tahun:

$$I = \frac{75,51}{24} \times \frac{24^{2/3}}{0,08}$$

$$I = 327,22$$

Perhitungan intensitas hujan dengan menggunakan  $t_c$  0,08 jam di periode 5 tahun:

$$I = \frac{84,90}{24} \times \frac{24^{2/3}}{0,08}$$

$$I = 367,91$$

Perhitungan intensitas hujan dengan menggunakan  $t_c$  0,08 jam di periode 10 tahun:

$$I = \frac{90,36}{24} \times \frac{24^{2/3}}{0,08}$$

$$I = 391,57$$

Perhitungan intensitas hujan dengan menggunakan  $t_c$  0,25 jam di periode 2 tahun:

$$I = \frac{75,51}{24} \times \frac{24^{\frac{2}{3}}}{0,25}$$

$$I = 104,71$$

Perhitungan intensitas hujan dengan menggunakan  $t_c$  0,25 jam di periode 5 tahun:

$$I = \frac{84,90}{24} \times \frac{24^{\frac{2}{3}}}{0,25}$$

$$I = 117,73$$

Perhitungan intensitas hujan dengan menggunakan  $t_c$  0,25 jam di periode 10 tahun:

$$I = \frac{90,36}{24} \times \frac{24^{\frac{2}{3}}}{0,25}$$

$$I = 125,30$$

Perhitungan intensitas hujan dengan menggunakan  $t_c$  0,5 jam di periode 2 tahun:

$$I = \frac{75,51}{24} \times \frac{24^{\frac{2}{3}}}{0,5}$$

$$I = 52,35$$

Perhitungan intensitas hujan dengan menggunakan  $t_c$  0,5 jam di periode 5 tahun:

$$I = \frac{84,90}{24} \times \frac{24^{\frac{2}{3}}}{0,5}$$

$$I = 58,86$$

Perhitungan intensitas hujan dengan menggunakan  $t_c$  0,5 jam di periode 10 tahun:

$$I = \frac{90,36}{24} \times \frac{24^{\frac{2}{3}}}{0,5}$$

$$I = 62,65$$

Tabel 4.18: Perhitungan Intensitas Curah Hujan

t (Jam)	R24		
	R 2	R 5	R 10
	75,51	84,90	90,36
0,08	327,22	367,91	391,57
0,25	104,71	117,73	125,30
0,5	52,35	58,86	62,65

#### 4.4.1. Metode Rasional

Luas catchment area drainase kawasan Kelurahan Tangkahan Medan Labuhan adalah 6,8 Km<sup>2</sup>. koefisien pengaliran (C) = 0,9 (jalan beton dan aspal), 0,8 (pemukiman padat penduduk)

Debit banjir rancangan untuk kala ulang 2 tahun adalah:

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



Gambar 4.3 Peta Wilayah

$$\text{Dimana : } C = \frac{(\text{Luas Jalan} \times 0,9) + (\text{Luas Pemukiman} \times 0,8)}{\text{Luas Jalan} + \text{Luas Pemukiman}}$$

$$C = \frac{(441,08 \times 0,9) + (6310 \times 0,8)}{441,08 + 6310}$$

$$C = 0,8$$

$$Q = 0,278 \times 0,8 \times 104,71 \times 0,068$$

$$Q = 1,58 \text{ m}^3/\text{detik.}$$

Tabel 4.19: Perhitungan Q rencana pada kawasan Kelurahan Tangkahan.

No	Periode		C	Tc (jam)	I	A	Q
						(Km)	(m <sup>3</sup> /det)
1	2	0.278	0,8	0,25	104,71	0,068	1,58
2	5	0.278	0,8	0,25	117,73	0,068	1,78
3	10	0.278	0.8	0,25	125,30	0,068	1,89

#### 4.5 Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika penampang saluran drainase di kawasan Kelurahan Tangkahan dilakukan dengan melakukan perbandingan besarnya debit banjir rancangan dengan besarnya kemampuan saluran menampung debit banjir. Apabila  $Q$  rancangan debit banjir  $<$   $Q$  tampung saluran maka saluran tidak akan mampu menampung besarnya banjir.

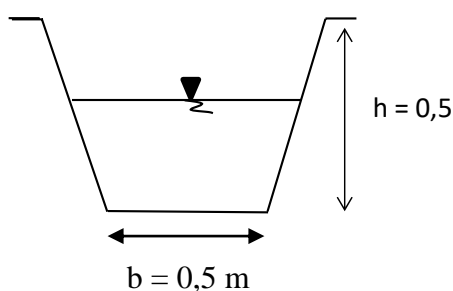
##### 4.5.1. Perhitungan Kapasitas Tampung Saluran Drainase

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan didapatkan data saluran primer dan saluran sekunder. Dalam hal ini saluran primer diartikan sebagai saluran utama yang mengalir di sepanjang jalan kawasan kelurahan Tangkahan dan saluran sekunder diartikan sebagai saluran yang berasal dari jalan kecil atau gang yang terhubung masuk ke dalam saluran primer.

##### a. Saluran Primer

Tabel 4.20: Hasil survei drainase Saluran Primer (SP) di kawasan Kelurahan Tangkahan.

No	Saluran Primer	Ukuran Saluran			Panjang Saluran (Km)	Kondisi Eksisting Saluran
		b (m)	m	h (m)		
1	Saluran	0,5	0,26	0,5	0,5	Beton



Gambar 4.4: Penampang saluran drainase primer



Dimensi saluran primer

Diketahui:

Luas permukaan (A) :

$$A = (b + (m \times h)) \times h$$

$$A = (0,5 + (0,26 \times 0,5)) \times 0,5$$

$$A = 0,56 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P) :

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

$$P = 0,5 + 2 \times 0,5\sqrt{0,26^2 + 1}$$

$$P = 1,53 \text{ m}$$

Jari-Jari Hidraulis (R):

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{0,56}{1,53}$$

$$R = 0,36 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

Koefisien Pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari tabel 2.13

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

S = Kemiringan Saluran = (Elevasi hulu- Elevasi hiril)/ Panjang Saluran

$$S = \frac{4,77 - 4,61}{231,74}$$

$$S = 0,0006$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,36^{\frac{2}{3}} \times 0,0006^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,49 \text{ m/detik ,}$$

Jadi kapasitas tampungan saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,49 \times 0,56$$

$$Q = 0,27 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil Q rencana debit banjir dan Q analisa tampungan penampang diatas perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran diatas pada tabel 4.20.

Tabel 4.21: Perhitungan Q analisis tampung penampang dan Q analisis rancangan debit banjir dikawasan Kelurahan Tangkahan

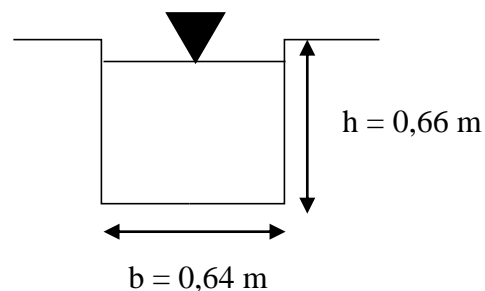
No	Saluran Primer	Q Tampungan m <sup>3</sup> /detik	Q Rencana Debit Banjir			Keterangan
			2 Tahun m <sup>3</sup> /detik	5 Tahun m <sup>3</sup> /detik	10 Tahun m <sup>3</sup> /detik	
1	1	0,27	1,58	1,78	1,89	Tidak Aman

b. Saluran Sekunder

Tabel 4.22: Hasil survei drainase Saluran Sekunder di Kawasan Kelurahan Tangkahan

No	Saluran Sekunder	Ukuran Saluran		Panjang Saluran (Km)	Kondisi Eksisting
		b (m)	h (m)		
1	Jl. Kb Lada Kanan	0,64	0,66	1,10	Semen
2	Jl. Kb Lada Kanan	0,83	0,60	1,10	Semen
3	Jl. Tuar 1	0,60	0,60	0,36	Semen

Dari hasil survei juga didapatkan bentuk saluran drainase sekunder Jl. Kb Lada kanan dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4.5 Penampang Saluran Sekunder Jl. Kb Lada (kanan)

Diketahui :

Luas Permukaan (A)

$$A = b \times h$$

$$A = 0,64 \times 0,66$$

$$A = 0,42 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P)

$$P = (2 \times h) + b$$

$$P = (2 \times 0,66) + 0,64$$

$$P = 1,96 \text{ m}$$

Jari-jari Hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{0,42}{1,96}$$

$$R = 0,21 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

Koefisien Pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari tabel 2.13

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$S = \frac{4,77-4,61}{231,74}$$

$$S = 0,0006$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,21^{\frac{2}{3}} \times 0,0006^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,30 \text{ m/detik}$$

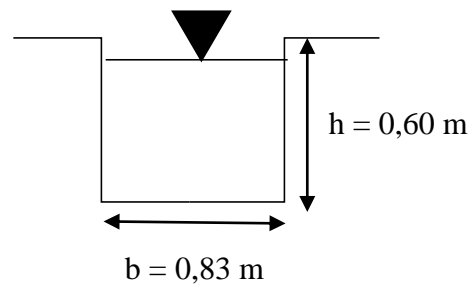
Jadi kapasitas tampung saluran adalah :

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,30 \times 0,4224$$

$$Q = 0,12 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil survei juga di dapat bentuk saluran drainase sekunder Jl. Kb Lada kiri dapat dilihat pada gambar 4.4



Gambar 4.6 Penampang Saluran Sekunder Jl. Kb Lada (kiri)

Diketahui :

Luas Permukaan (A)

$$A = b \times h$$

$$A = 0,83 \times 0,60$$

$$A = 0,49 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P)

$$P = (2 \times h) + b$$

$$P = (2 \times 0,60) + 0,83$$

$$P = 2,03 \text{ m}$$

Jari-jari Hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{0,49}{2,03}$$

$$R = 0,24 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

Koefisien Pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari tabel 2.13

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$S = \frac{4,77 - 4,61}{231,74}$$

$$S = 0,0006$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,24^{\frac{3}{4}} \times 0,0006^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,33 \text{ m/detik}$$

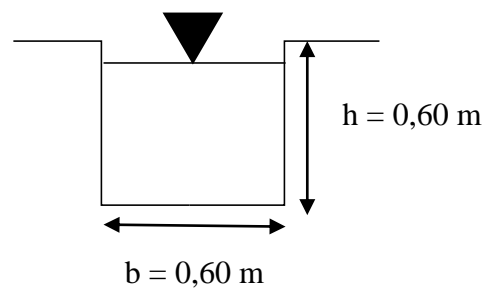
Jadi kapasitas tampung saluran adalah :

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,33 \times 0,49$$

$$Q = 0,16 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil survei juga di dapat bentuk saluran drainase sekunder Jl. Tuar 1 dapat dilihat pada gambar 4.5



Gambar 4.7 Penampang Saluran Sekunder Jl. Tuar 1

Diketahui :

Luas Permukaan (A)

$$A = b \times h$$

$$A = 0,60 \times 0,60$$

$$A = 0,36 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P)

$$P = (2 \times h) + b$$

$$P = (2 \times 0,60) + 0,60$$

$$P = 1,8 \text{ m}$$

Jari-jari Hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{0,36}{1,8}$$

$$R = 0,2 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

Koefisien Pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari tabel 2.13

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$S = \frac{4,77-4,61}{231,74}$$

$$S = 0,0006$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,2^{\frac{2}{3}} \times 0,0006^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,29 \text{ m/detik}$$

Jadi kapasitas tampung saluran adalah :

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,29 \times 0,36$$

$$Q = 0,10 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil Q rencana debit banjir dan Q analisa tampung penampung di atas di buat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada

Tabel 4.23: Hasil Q rencana debit banjir dan Q analisa tampung penampung

No	Saluran Sekunder	Q Tampung Penampung m <sup>3</sup> /detik	Q Rencana Debit Banjir			Keterangan
			2 Tahun m <sup>3</sup> /detik	5 Tahun m <sup>3</sup> /detik	10 Tahun m <sup>3</sup> /detik	
1	Jl. Kb Lada Kanan	0,12	1,58	1,78	1,89	Tidak Aman
2	Jl. Kb Lada Kiri	0,16	1,58	1,78	1,89	Tidak Aman
3	Jl. Tuar 1	0,10	1,58	1,78	1,89	Tidak Aman

#### 4.5.2 Perhitungan Perencanaan Kapasitas Tampungan Saluran Drainase

Saluran Primer

Tabel 4.24: Hasil perencanaan Saluran Primer (SP) di kawasan Kelurahan Tangkahan

No	Saluran Primer	Ukuran Saluran			Panjang Saluran (Km)	Kondisi Eksisting Saluran
		b (m)	m (%)	h (m)		
1	Saluran Drainase	3	0,26	0,5	0,5	Semen

Dimensi saluran primer

Diketahui :

Luas permukaan (A)

$$A = (b + (m \times h) \times h$$

$$A = (3 + (0,26 \times 0,5) \times 0,5$$

$$A = 3,06 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P)

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

$$P = 3 + 2 \times 0,5 \sqrt{0,26^2 + 1}$$

$$P = 4,03 \text{ m}$$

Jari-Jari Hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{3,06}{4,03}$$

$$R = 0,75 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*)

Koefisien Pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari tabel 2.13

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$S = \frac{4,77-4,61}{231,74}$$

$$S = 0,0006$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,75^{\frac{2}{3}} \times 0,0006^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,80 \text{ m/detik}$$

Jadi kapasitas tampungan saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

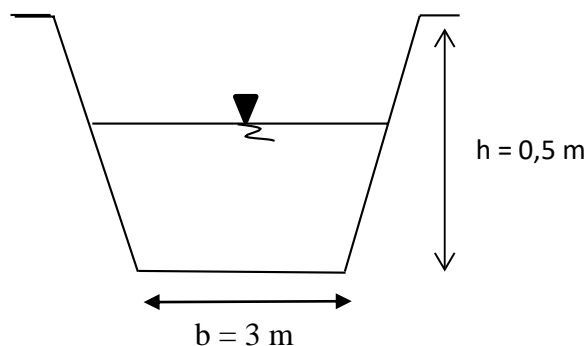
$$Q = 3,06 \times 0,80$$

$$Q = 2,44 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil Q rencana debit banjir dan Q analisa tampung penampung diatas dibuat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada tabel 4.24

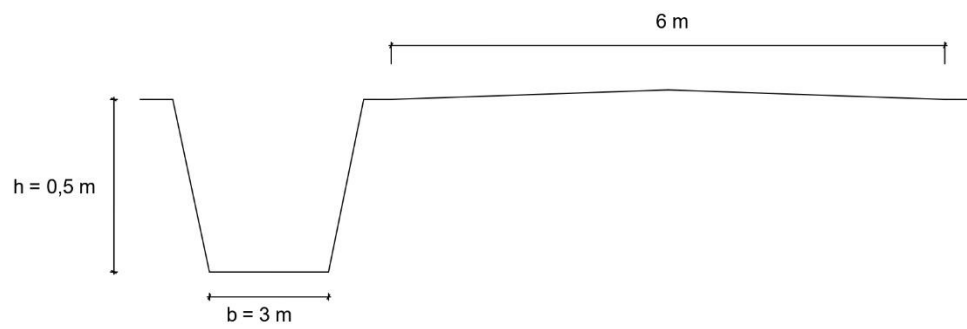
Tabel 4.25: Perhitungan Q analisis tampung penampung dan Q analisis rancangan debit banjir di kawasan Kelurahan Tangkahan

No	Saluran Primer	Q Tampung m <sup>3</sup> /detik	Q Rencana Debit Banjir			Keterangan
			2 Tahun m <sup>3</sup> /detik	5 Tahun m <sup>3</sup> /detik	10 Tahun m <sup>3</sup> /detik	
1	Saluran Drainase	2,44	1,58	1,78	1,89	Aman



Gambar 4.8: Penampung rancangan saluran drainase primer





Gambar 4.9: Potongan melintang saluran rencana

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Pada bab ini akan dijelaskan uraian dan rangkuman berdasarkan data – data yang dikumpulkan serta hasil pengamatan yang dilakukan secara langsung dilapangan, baik perhitungan secara teknis maupun program, maka penyusun dapat mengambil beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Dari hasil analisa distribusi frekuensi hujan dengan berbagai metode, maka yang akan digunakan periode ulang 10 tahun yaitu distribusi Log Person III sehingga distribusi inilah yang mengevaluasi data selanjutnya.
2. Dari hasil perhitungan debit banjir rencana didapat:
  - Kala ulang 2 Tahun : 1,58 m<sup>3</sup> /detik
  - Kala ulang 5 Tahun : 1,78 m<sup>3</sup> /detik
  - Kala ulang 10 Tahun : 1,89 m<sup>3</sup> /detik
3. Dari hasil survei didapat data dimensi saluran primer dengan lebar 0,5 m, tinggi 0,5 m, dan kemiringan 0,26 . dan dapat menampung debit banjir sebesar 0,27 m<sup>3</sup>/detik. Dari data tersebut dapat diketahui bahwasannya drainase tersebut tidak layak atau tidak memenuhi untuk mengatasi banjir.
4. Dari hasil perhitungan dimensi saluran eksisting drainase primer dan sekunder pada kawasan Kelurahan Tangkahan Kecamatan Medan Labuhan pada periode 2, 5, dan 10 tahun tidak dapat menampung besarnya debit banjir rencana pada daerah penelitian.
5. Untuk mengendalikan banjir tersebut direncanakanlah sebuah saluran drainase primer yang layak sekaligus aman terhadap debit banjir yaitu dengan dimensi saluran yang memiliki lebar 3 meter, tinggi 0,5 meter, dengan kemiringan 0,26 dan dapat menampung debit banjir sebesar 2,44 m<sup>3</sup>/detik.

## 5.2. Saran

1. Untuk saluran sekunder perlunya perbaikan dan pengerukan sedimentasi agar laju air ke saluran primer lancar dan tidak terhambat.
2. Perlu adanya kesadaran pada masyarakat untuk menjaga dan merawat saluran drainase agar tetap berfungsi dengan normal.
3. Hasil penulisan penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan kepada pihak terkait untuk merencanakan sistem saluran drainase pada daerah penelitian ini dikemudian hari
4. Dari analisa dan pengamatan dilapangan didapatkan bahwa adanya beberapa titik pada saluran drainase primer dan sekunder yang tidak berfungsi dengan normal sebagai akibat dari kerusakan penampang, terlalu banyaknya sedimen yang mengendap dan banyaknya sampah didalem drainase.
5. Perlu dilakukannya perbaikan atau renovasi karena sesuai kesimpulan daya tampung drainase yang sekarang tidak mampu menampung curah hujan yang terjadi khususnya di saluran primer

## DAFTAR PUSTAKA

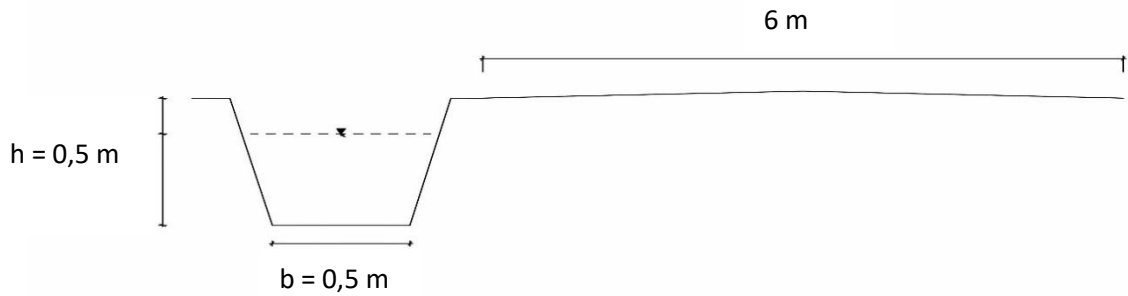
- , L.-, Kusumawardani, R.-, & Prakasa, F.-. (2017). Analisa Distribusi Curah Hujan di Area Merapi Menggunakan Metode Aritmatika Dan Poligon. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 19(1), 39–46.
- Budiarti et all, 2017. (2017). Upaya Mitigasi Banjir di Sub DAS Samin Melalui Pengembangan Masyarakat Tangguh Bencana. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 18(2), 241. <https://doi.org/10.29122/jtl.v18i2.962>
- Fathurrahman. (2020). Perencanaan Saluran Drainase Bawah Tanah di Desa Midang Kecamatan Gunung Sari, Kabupaten Lombok Barat. *Skripsi*. Retrieved from Universitas Muhammadiyah Mataram
- Hilmi, M. F. (2018). *Analisis Sistem Drainase Untuk Menanggulangi Banjir Pada Kawasan Mapoldasu Medan*.
- Ir. Adiwijaya, P. (2016). *Modul perencanaan drainase permukaan jalan*. Bandung.
- Mulyono, D. (2018). Analisis karakteristik curah hujan di wilayah Kabupaten Garut Selatan. *Jurnal Konstruksi*, 13(1), 1–9.
- Murtaningsih. (2019). Analisis Kinerja Saluran Drainase di Daerah Tangkapan Air Hujan Sepanjang Kali Pepe Anyar Kota Surakarta. *Skripsi*.
- Parse, F. A. (2019). Perencanaan Saluran Drainase Dengan Analisis Debit Banjir Metode Rasional (Studi Kasus Desa Petapahan Kecamatan Gunung Toar). *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Qodriyatun, S. N. (2020). Bencana Banjir: Pengawasan dan Pengendalian Pemanfaatan Ruang Berdasarkan UU Penataan Ruang dan RUU Cipta Kerja. *Aspirasi: Jurnal Masalah-Masalah Sosial*, 11(1), 29–42.
- Raka Buana, M. Z., Hadiani, R. R. R., & Suryandari, E. S. (2018). Analisis Banjir Dengan Metode Muskingum Cunge Dan Sistem Informasi Geografis (Sig) Di Kelurahan Banyuanyar, Surakarta. *Matriks Teknik Sipil*, 6(4), 613–620. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v6i4.36534>
- Rizkiah, R., & Tikala, K. (2017). Analisis Faktor-Faktor Penyebab Banjir Di Kecamatan Tikala Kota Manado. *Spasial*, 1(1), 105–112.
- Sinaga, R. M., & Harahap, R. (2016). Analisis Sistem Saluran Drainase Pada Jalan Perjuangan Medan. *Educational Building*, 2(2), 41–49.
- Swandy, I. (2020). *Evaluasi Dimensi Saluran Drainase Pada Kawasan Kelurahan Tanah Enam Ratus Kecamatan Medan Marelan Kota Medan (Studi Kasus)*. Retrieved from <http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/4726>
- Untuk, D., Syarat, M., Sarjana, U., & Sipil, T. (2016). *Tugas Akhir Nugraha Evaluasi Sistem Drainase Di Kawasan Jalan Kabupaten Deli Serdang*.

- Yamali, F. R., Syakban, A., & Sugiarto, E. (2019). Analisis Sistem Drainase Untuk Menanggulangi Banjir pada Kecamatan Jambi Timur. *Jurnal Civronlit Unbari*, 4(1), 10. <https://doi.org/10.33087/civronlit.v4i1.42>
- Yassir Arafat. (2018). Reduksi Beban Aliran Drainase Permukaan Menggunakan Sumur Resapan. *Jurnal SMARTek*, 6(3), 145–153.

## LAMPIRAN

### A. Gambar

Gambar L.1 Hasil survei saluran



### B. Tabel

Tabel L.1: Perhitungan Q rencana pada kawasan Kelurahan Tangkahan

No	Periode		C	Tc (jam)	I	A	Q
						(Km)	(m <sup>3</sup> /det)
1	2	0,278	0,8	0,25	104,71	0,068	1,58
2	5	0,278	0,8	0,25	117,73	0,068	1,78
3	10	0,278	0,8	0,25	125,30	0,068	1,89

Tabel L.2: Perhitungan Q analisis tampung penampung dan Q analisis rancangan debit di kawasan Kelurahan Tangkahan

No	Saluran Primer	Q Tampung m <sup>3</sup> /detik	Q Rencana Debit Banjir			Keterangan
			2 Tahun m <sup>3</sup> /detik	5 Tahun m <sup>3</sup> /detik	10 Tahun m <sup>3</sup> /detik	
1	Saluran Drainase	2,44	1,58	1,78	1,89	Aman

### C. Foto Dokumentasi



Gambar L.2: Saluran primer



Gambar L3: Saluran primer





Gambar L.4: Saluran sekunder



Gambar L.5: Saluran Sekunder



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### INFORMASI PRIBADI

Nama Lengkap : Pramuditya Bagas Surya  
Nama Panggilan : Bagus  
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 08 November 1999  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Alamat : Jl Rawe 1 Lorong Tengah LKVI Kelurahan  
Tangkahan, Kecamatan Medan Labuhan  
Agama : Islam  
Nama Orang Tua  
Ayah : Surya Dharma  
Ibu : Juwita Dewi  
No Hp : 082283376020  
Email : pramuditya83@gmail.com

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1707210057  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Perguruan Tinggi : Jalan Kapten Mughtar Basri No.3 Medan  
20238

### PENDIDIKAN FORMAL

<b>Tingkat Pendidikan Kelulusan</b>	<b>Nama dan Tempat</b>	<b>Tahun</b>
Sekolah Dasar	SD Al-Washliyah 30 Medan	2005 - 2011
Sekolah Menengah Pertama	SMP Pertiwi Medan	2011 –2014
Sekolah Menengah Atas	SMA Dharmawangsa Medan	2014 –2017