

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS SISTEM DRAINASE UNTUK MENANGGULANGI  
BANJIR PADA KAWASAN MAPOLDASU MEDAN**

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

**Disusun Oleh:**

**M. Fahriza Hilmi**

**1407210121**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

**MEDAN**

**2018**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Fahriza Hilmi

NPM : 1407210121

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Sistem Drainase Untuk Menanggulangi Banjir Pada  
Kawasan Mapoldasu Medan (Studi Kasus)

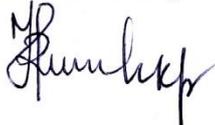
Bidang ilmu : Perairan

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

Medan, Agustus 2018

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



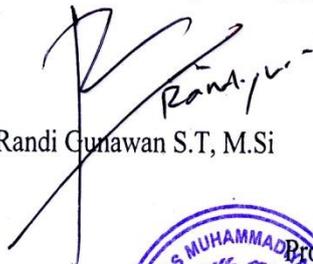
Dr. Rumilla Harahap, M.T.

Dosen Pembimbing II / Penguji



Rizki Efrida, ST,MT

Dosen Pembanding I / Penguji



Randi Gunawan S.T, M.Si

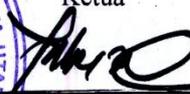
Dosen Pembanding II / Penguji



Dr, Fahrizal Zulkarnain, S.T, M.Sc



Program Studi Teknik Sipil  
Ketua



Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T, M.Sc

-----

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Fahriza Hilmi  
Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 03 Juli 1996  
NPM : 1407210121  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Analisis Sistem Drainase Untuk Menanggulangi Banjir Pada Kawasan  
Mapoldasu Medan(Studi Kasus)”,

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, pada hakekatnya bukan merupakan  
karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

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

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

Medan, 17 Agustus 2018



Saya yang menyatakan,

Muhammad Fahriza Hilmi

## **ABSTRAK**

### **ANALISIS SISTEM DRAINASE UNTUK MENANGGULANGI BANJIR PADA KAWASAN MAPOLDASU MEDAN (STUDI KASUS)**

M. Fahriza Hilmi

1407210121

Dr.Hj. Rumillah Harahap, MT

Rizki Efrida, ST, MT

Kawasan MAPOLDASU adalah salah satu kawasan di provinsi Sumatera Utara yang tak luput dari masalah banjir yang banyak menyebabkan banyak kerusakan. Permasalahan yang terjadi pada kawasan MAPOLDASU yaitu setiap tahunnya selalu tergenang air khususnya pada musim penghujan. Untuk perencanaan pengendalian banjir, pengamanan sungai, dan berbagai bangunan air perlu dilakukan analisis hidrologi untuk mendapatkan besaran banjir rencana. Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk memperoleh besaran banjir rencana dan juga memperoleh kapasitas saluran drainase. Dalam penelitian ini menggunakan metode distribusi normal, log normal, log person iii, dan gumbel. Hasil evaluasi debit saluran dengan debit rencana saluran drainase periode ulang 5 tahun diperoleh untuk saluran drainase 1, 2, 3, 4 dengan  $Q_p$  rencana  $1,0095 \text{ m}^3/\text{det}$  dan  $Q_{\text{max}}$  masing-masing untuk saluran drainase 1 adalah 1,147, saluran drainase 2 adalah 1,123, saluran drainase 3 adalah 1,085 dan saluran drainase 4 adalah 1,059.

Kata kunci: drainase, analisis hidrologi, analisis hidrolika, debit.

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF DRAINAGE SYSTEM TO DISASTER FLOOD IN MAPOLDASU MEDAN AREA (CASE STUDY)**

M. Fahriza Hilmi

1407210121

Dr.Hj. Rumillah Harahap, MT

Rizki Efrida, ST, MT

*The MAPOLDASU area is one of the areas in the province of North Sumatra that does not escape the problem of flooding which caused a lot of damage. For flood control planning, river security, and various water structures, a hydrological analysis is needed to get the magnitude of the flood plan. This final project aims to obtain the magnitude of the flood plan and also obtain the capacity of the drainage channel. In this study using normal distribution method, normal log, log person iii, and gumbel. The results of the evaluation of the channel discharge with the drainage plan discharge for the 5-year return period were obtained for drainage channels 1, 2, 3, 4 with a planned  $Q_p$  of 1.0095 m<sup>3</sup> / sec and the  $Q_{max}$  for drainage channel 1 was 1,147, drainage channel 2 was 1,123 , drainage 3 is 1,085 and drainage channel 4 is 1,059.*

*Keywords: drainage, hydrological analysis, hydraulic analysis, discharge.*

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan Taufik dan Hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Sistem Drainase Untuk Menanggulangi Banjir Pada Kawasan MAPOLDASU Medan (studikasu)” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik , Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ibu Dr. Rumilla Harahap, M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Rizki Efrida, ST, MT. selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Hj. Irma Dewi, S.T, M.Si. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M,T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/ibuDosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara yang telah banyak memberi ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Kedua orang tua penulis: ayahanda Zainuddin dan ibunda Rita Suhartiyang telah membesarkan, mendidik, membimbing, dan selalu memberi dukungan moril maupun material dan serta kasih sayang tulus selama ini kepada penulis.

9. Kekasih penulis: Riska Putri Tamara Nst, Skg yang selalu menemani, membersemangat dan masukan yang sangat berarti bagi saya pribadi.
10. Sahabat-sahabat penulis: Teman-teman Stambuk 2014 spesial kelas A2 siang yang namanya tidak bisa disebutkan satu-persatu.

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, 27 September 2018



Saya yang menyatakan,

Muhammad Fahriza Hilmi

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat penelitian	3
1.6. Sistematika Pembahasan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Umum	5
2.2. Banjir	6
2.2.1. Faktor Penyebab Banjir	6
2.3. Analisa Hidrologi	8
2.3.1. Siklus Hidrologi	8
2.3.2. Analisa Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum.	9
2.3.3. Waktu Konsentrasi (Tc)	17
2.3.4. Analisis Intensitas Curah Hujan	19
2.3.5. Koefisien Limpasan (Runoff)	19
2.3.6. Luas Daerah Pengaliran (A)	21
2.3.7. Analisa Debit Rencana	21

2.4.	Analisa Hidroulika	23
2.4.1.	Saluran Terbuka	23
2.4.2.	Saluran Tertutup	26
2.4.3.	Dimensi Saluran	26
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>		
3.1.	Bagan Alir Penelitian	29
3.2.	Lokasi Penelitian	30
3.3.	Pelaksanaan Penelitian	30
3.4.	Pengambilan Data	31
3.4.1.	Menganalisa Data	31
3.5.	Prosedur Penelitian	31
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1.	Analisis Data	33
4.2.	Analisis Hidrologi	35
4.2.1.	Analisis Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum	35
4.2.2.	Koefisien Aliran Permukaan	45
4.3.	Debit Banjir Rencana	46
4.4.	Analisis Kapasitas Penampang Saluran Drainase	49
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1.	Kesimpulan	56
5.2.	Saran	57
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		58
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>		59

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Parameter statistik yang penting ( <i>suripiin, 2004</i> )	10
Tabel 2.2	Nilai variabel reduksi gauss( <i>Suripin,2004</i> )	11
Tabel 2.3	Nilai K untuk distribusi Log-person III ( <i>Suripin, 2004</i> )	14
Tabel 2.4	<i>Reduced mean, Yn</i> ( <i>Suripin, 2004</i> )	16
Tabel 2.5	<i>Reduced standar deviation, Sn</i>	16
Tabel 2.6	Reduksi Variet sebagai fungsi Periode Ulang Gumbel	16
Tabel 2.7	Kemiringan melintang normal perkerasan jalan (Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan No. 008/T/BNKT/1990).	18
Tabel 2.8	Harga n untuk rumus manning (Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan No. 008/T/BNKT/1990).	18
Tabel 2.9	Koefisien pengaliran (C) (Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan, Direktorat Jakarta Bina Marga)	21
Tabel 2.10	Tipe saluran dan nilai kekasaran Manning (n) (Wesli, 2008)	28
Tabel 2.11	Nilai kemiringan dinding saluran sesuai bahan (ISBN : 970 – 8382 -49 -8)	28
Tabel 4.1	Data curah hujan harian maksimum (Badan Klimatologi dan Geofisika)	34
Tabel 4.2	Analisis curah hujan distribusi normal	35
Tabel 4.3	Analisa hasil curah hujan dengan distribusi normal	36
Tabel 4.4	Analisa hasil curah hujan dengan distribusi log normal	37
Tabel 4.5	Analisa hasil curah hujan rencana dengan distribusi log	39
Tabel 4.6	Analisa curah hujan dengan distribusi log person III	39
Tabel 4.7	Analisa curah hujan rencana dengan distribusi log person III	41
Tabel 4.8	Analisa curah hujan dengan distribusi gumbel	41
Tabel 4.9	Analisa curah hujan rencana dengan distribusi gumbel44	
Tabel 4.10	Rekapitulasi analisa curah hujan rencana maksimum	44
Tabel 4.11	Koefisien pengaliran (C)(Petunjuk desain drainase permukaan jalan Direktorat Jendral BinaMarga)	45
Tabel 4.12	Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan	46

Tabel 4.13	Data hidrologi penampang saluran 1 drainase	47
Tabel 4.14	Data hidrologi penampang saluran 2 drainase	48
Tabel 4.15	Data hidrologi penampang saluran 3 drainase	48
Tabel 4.16	Data hidrologi penampang saluran 4 drainase	49
Tabel 4.17	Kondisi eksisting saluran 1 drainase kawasan	49
Tabel 4.18	Kondisi eksisting saluran 2 drainase kawasan	51
Tabel 4.19	Kondisi eksisting saluran 3 drainase kawasan	52
Tabel 4.20	Kondisi eksisting saluran 4 drainase kawasan	53
Tabel 4.21	Hasil evaluasi debit saluran dengan debit rencana saluran drainase periode ulang 5 tahun yang di tinjau pada drainase kawasan MAPOLDASU(Hasil penelitian)	55

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus Hidrologi	9
Gambar 2.2	Penampang Pesegi Panjang	25
Gambar 2.3	Penampang Saluran Trapesium	26
Gambar 3.1	Bagan Aliran Penelitian	29
Gambar 3.2	Peta Lokasi Penelitian	30

## DAFTAR NOTASI

$X_T$	= Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi periodi ulang T tahun
$X$	= Nilai rata-rata hitung variat
$S$	= Deviasi standar nilai variat
$K_T$	= Faktor Frekuensi
$Y_T$	= Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T tahun
$Y$	= Nilai rata-rata hitungan variat
$S$	= Deviasi standar nilai variat
$X$	= Harga rata-rata sampel
$L$	= Panjang lintasan aliran diatas permukaan lahan (m)
$L_s$	= Panjang lintasan aliran didalam saluran (m)
$S$	= Kemiringan dasar saluran
$n$	= Angka kekasaran manning
$V$	= Kecepatan aliran di dalam saluran (m/dt)
$I$	= Intensitas hujan (mm/jam)
$t$	= Lamanya hujan (jam)
$C$	= Koefisien limpasan air hujan
$I$	= Intersitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)
$A$	= Luas daerah pengaliran (km <sup>2</sup> )
$Q$	= Debit maksimum (m <sup>3</sup> /dt)
$P_2$	= Jumlah penduduk yang diketahui pada tahun terakhir
$t_1$	= Tahun ke 1 yang di ketahui
$t_2$	= Tahun ke 2 yang di ketahui
$C_s$	= Koefisien tampangan oleh cekungan terhadap debit rencana
$T_c$	= Waktu konsentrasi
$T_d$	= Waktu aliran air mengalir di dalam saluran dari hulu hingga ke tempat pengukuran (jam)
$R$	= Jari-jari hidrolis (m)
$A_s$	= Luas penampang saluran (m <sup>2</sup> )
$P$	= Keliling basah saluran (m)

$Q_p$  = Debit banjir rencana  
 $B$  = Lebar bawah  
 $h$  = Kedalaman air  
 $F$  = Freeboard  
 $b$  = Lebar atas  
 $H$  = Dalam saluran total  
 $N$  = Koefisien manning  
 $Q_s$  = Debit saluran

## DAFTAR SINGKATAN

MAPOLDASU	= Markas Polisi Daerah Sumut
DPS	= Daerah Pengaliran Sungai
DAS	= Daerah Aliran Sungai
IPAL	= Instalasi Pengolah Air Limbah

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kota Medan yang menyanggah status pusat pemerintahan, pusat pertumbuhan ekonomi dan pusat pembangunan Provinsi Sumatra Utara menuntut kota ini untuk terus berkembang. Seiring dengan itu tentunya dibutuhkan dukungan sarana-prasarana infrastruktur yang memadai. Pertumbuhan kota dan perkembangan industri menimbulkan dampak yang cukup besar pada siklus hidrologi sehingga berpengaruh besar terhadap sistem drainase perkotaan.

Kecamatan Medan Amplas adalah salah satu 21 kecamatan di Kota Medan, Sumatra Utara, Indonesia. Kecamatan ini mempunyai penduduk sebesar 70.610 jiwa. Luasnya adalah 13,16 km<sup>2</sup> dan kepadatan penduduknya adalah 5.365,5 jiwa/km<sup>2</sup>. Kota Medan secara geografis terletak di antara 22<sup>0</sup>7'-247' lintang utara dan 98<sup>0</sup>35'-9844' bujur timur. Posisi Kota Medan ada di bagian utara dan berada pada ketinggian tempat 2,5-37,5 meter di atas permukaan laut.

Oleh karena itu dalam kajian ini yang akan dibahas kondisi dari drainase yang terdapat di jalan Sisingamangaraja (kawasan MAPOLDASU). Kawasan MAPOLDASU merupakan kawasan padat penduduk yang menyebabkan banyaknya terjadi genangan sampah yang menyebabkan tersumbatnya genangan air di drainase.

Diangkatnya permasalahan tersebut karena genangan yang terjadi di kawasan tersebut karena dipengaruhi kondisi kapasitas saluran drainase. Beberapa dari titik-titik genangan yang ada merupakan daerah cekungan sehingga sulit untuk mengalirkannya dengan konsep drainase sederhana, dengan tingkat kesulitan yang tinggi biasanya menelan biaya yang relatif cukup besar, masyarakat masih menganggap bahwa badan air merupakan tempat pembangunan sampah, sampah dibuang sembarangan di jalan dan kemudian dibawa air hujan masuk ke saluran, air menjadi kotor dan saluran menjadi penuh sampah sehingga tersumbat dan menguap pada musim hujan, penyerobotan lahan umum, mengakibatkan

penampang sungai/lubang berkurang, bukaan/lubang di sisi jalan yang berfungsi untuk menampang dan menyalurkan limpasan air hujan yang berada sepanjang jalan yang menuju ke saluran (*street inlet*) yang tidak terawat dengan baik sehingga menyulitkan air mengalir dari jalan menuju saluran yang ada. Secara khusus penyebab terjadinya banjir/genangan periodik maupun genangan permanen pada sistem drainase Kota Medan adalah kurangnya saluran induk yang melayani sistem drainase makro Kota Medan, sedangkan saluran-saluran induk yang ada sekarang ini beberapa diantaranya dalam kondisi yang terlalu dangkal sehingga sulit untuk menarik air dari daerah sekitarnya.

Pemasalahan yang terjadi pada sistem drainase Kota Medan yaitu setiap tahunnya selalu tergenang air, khususnya pada musim penghujan. Pada sejumlah saluran drainase, baik yang ada dalam lingkaran rumah maupun saluran induk begitu hujan besar terjadi air meluap keluar dan menggenangi ruas jalan. Faktor yang mempengaruhi daya tampung air tersebut, salah satunya adalah banyak saluran yang sudah menebal endapan lumpurnya, ada juga saluran yang sudah tertimbun dengan sampah sehingga air tidak leluasa mengalir dan saluran drainase yang rusak atau tidak berfungsi lagi. Hal ini banyak terlihat pada daerah pada pemukiman penduduk khususnya baik karena material lainnya di atasnya dan ada juga disebabkan karena disengaja, seperti pintu masuk ke rumah atau pertokohan penduduk.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dengan memperhatikan permasalahan-permasalahan yang terjadi serta dampak yang ditimbulkan bagi manusia dan lingkungan sekitar, maka permasalahan dalam kajian ini dapat dirumuskan sebaagai berikut:

1. Bagian Q pada saluran eksisting berdasarkan pengukuran curah hujan selama 10 tahun dimulai dari tahun 2006 sampai tahun 2015?
2. Pengukuran terhadap ukuran saluran drainase, berupa  $Q_{kap}$  aliran maksimum yang dapat ditampung?
3. Bagaimana kapasitas penampang saluran pada debit rencana?

### **1.3 Batasan Masalah**

Untuk mendapatkan hasil pembahasan yang maksimal maka penulis perlu membatasi masalah yang akan dibahas. Pembatasan masalah yang ditinjau dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Menggunakan metode distribusi normal, log normal, log person iii, dan gumbel.
2. Perhitungan kapasitas saluran drainase eksisting ( $Q_{eks}$ ) dan membandingkannya dengan debit banjir hasil analisis ( $Q_{banjir}$ ).
3. Perhitungan debit banjir rencana yang didasarkan pada analisis hidrologi terhadap curah hujan dari tahun 2006 sampai tahun 2015.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tugas akhir ini bertujuan untuk menganalisis debit aliran pada saluran drainase pada kawasan MAPOLDASU dan mengevaluasi  $Q$  rencana dengan  $Q$  yang ada di lapangan untuk mengetahui syarat atau tidak termasuk daerah genangan atau banjir.

### **1.5 Manfaat penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menambah pengetahuan dalam bidang teknik sumber daya air.
2. Dapat mengaplikasikan ilmu yang didapat di kampus.
3. Dapat mengetahui kondisi kapasitas saluran drainase yang dibutuhkan pada kawasan MAPOLDASU.

### **1.6 Sistematika Pembahasan**

#### **BAB 1: PENDAHULUAN**

Meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat penelitian, metode pengumpulan data dan sistematika penulisan.

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

Menyajikan metode pelaksanaan penelitian dari dimulainya penelitian, survei lapangan, pengolahan data, hingga kesimpulan dan saran.

Beberapa cara yang dilakukan antara lain:

1. Data Primer

Untuk memperoleh data primer yang berhubungan dengan jenis, butuh gambaran drainase pada daerah penelitian ini, selanjutnya waktu konsentrasi ( $T_c$ ) sepanjang saluran drainase diperoleh dari hasil survey langsung ke lokasi dengan melakukan ukuran panjang drainase, dimensi drainase mulai dari lebar drainase, tinggi drainase dan kemiringan drainase, serta arah aliran air yang mengalir dalam drainase tersebut.

2. Data sekunder

Data sekunder yang diperlukan dalam menganalisis dimensi penampang drainase diperoleh dari pada meteorology klimatologi dan geofisika berupa data curah hujan harian maksimum untuk 10 tahun ke depan dimulai dari tahun 2006 sampai tahun 2015.

### BAB 3: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang metode yang akan digunakan dan rencana kerja dari penelitian ini serta mendeskripsikan lokasi penelitian yang akan dianalisis.

### BAB 4: ANALISA DATA

Secara khusus membahas penampang drainase yang sudah ada, difokuskan yang terkena banjir diambil sepanjang 153 meter. Menghitung curah hujan berdasarkan data curah hujan dengan menggunakan analisis frekuensi curah hujan, perhitungan debit banjir rencana serta menganalisis kapasitas penampang drainase perkotaan di kawasan MAPOLDASU (analisis hidrolika).

### BAB 5: KESIMPULAN DAN SARAN

Memuat kesimpulan dari analisis perhitungan dari data yang diperoleh serta saran yang berisikan upaya untuk menganalisis sistem drainase untuk menanggulangi banjir pada kawasan MAPOLDASU Medan untuk mengoptimalkan fungsi drainase perkotaan untuk mencegah genangan/banjir.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Umum

Secara umum, sistem drainase dapat didefinisikan sebagai rangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Dirunut dari hulunya, bangunan sistem drainase terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran pembawa (*conveyer drain*), saluran induk (*main drain*), dan badan air penerima (*receiving waters*). Di sepanjang sistem drainase sering dijumpai bangunan lainnya, seperti gorong-gorong, siphon, jembatan air (*aqueduct*), pelimpah, pintu-pintu air, bangunan terjun, kolam tando, dan stasiun pompa. Pada sistem yang lengkap, sebelum masuk ke badan air penerima, air diolah dahulu di instalasi pengolah air limbah (IPAL), khususnya untuk sistem tercampur. Hanya air yang telah memenuhi baku mutu tertentu yang dimasukkan ke badan air penerima, sehingga tidak merusak lingkungan (Suripin, 2004).

Kegunaan dengan adanya saluran drainase ini antara lain:

1. Mengeringkan genangan air sehingga tidak ada akumulasi air tanah.
2. Menurunkan permukaan air tanah pada tingkat yang ideal.
3. Mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan yang ada.
4. Mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi bencana banjir.

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

1. Sistem Drainase Makro

Sistem drainase makro yaitu sistem saluran /badan air yang menampung dengan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan (*Catchment Area*). Pada umumnya sistem drainase makro ini disebut juga sebagai sistem saluran pembuangan utama (*major system*) atau drainase primer. Sistem jaringan ini menampung aliran yang berskala besar dan luas seperti

saluran drainase primer, kanal-kanal atau sungai-sungai. Perencanaan drainase makro ini umumnya dipakai dengan periode ulang antara 5 sampai 10 tahun dan pengukuran topografi yang detail mutlak diperlukan dalam perencanaan sistem drainase ini.

## 2. Sistem Drainase Mikro

Sistem drainase mikro yaitu sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan. Secara keseluruhan yang termasuk dalam sistem drainase mikro adalah saluran di sepanjang sisi jalan, saluran/selokan air hujan disekitar bangunan, gorong-gorong, saluran drainase kota dan lain sebagainya dimana debit air yang didapat ditampung tidak terlalu besar. Pada umumnya drainase mikro ini direncanakan untuk hujan dengan masa ulang 2,5 atau 10 tahun tergantung pada tar guna lahan yang ada. Sistem drainase untuk lingkungan pemukiman lebih cenderung sebagai sistem drainase mikro.

## **2.2. Banjir**

Banjir adalah suatu kondisi di mana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (palungh sungai) atau terhambatnya aliran air didalam saluran pembuang, sehingga meluap menggenangi daerah (dataran banjir) sekitarnya. (suripin, 2004).

Banjir merupakan peristiwa alam yang dapat menimbulkan kerugian harta benda penduduk serta dapat pula menimbulkan korban jiwa. Dikatakan banjir apabila terjadi luapan air yang disebabkan kurangnya kapasitas penampang saluran. Banjir dibagian hulu biasanya arus banjirnya deras, daya gerusnya besar, tetapi durasinya pendek. Sedangkan dibagian hilir arusnya tidak deras (karena landai), tetapi durasi banjirnya panjang.

### **2.2.1. Faktor Penyebab Banjir**

Banyak faktor menjadi penyebab terjadinya banjir. Namun secara umum penyebab terjadinya banjir dapat diklasifikasikan dalam 2 kategori, yaitu banjir

yang disebabkan oleh sebab-sebab alami dan banjir yang diakibatkan oleh tindakan manusia. Yang termasuk sebab-sebab alami banjir diantaranya adalah:

#### 1. Curah Hujan

Curah hujan dapat mengakibatkan banjir apabila turun dengan intensitas tinggi, durasi lama, dan terjadi pada daerah yang luas.

#### 2. Pengaruh Fisiografi

Fisiografi atau geografi fisik sungai seperti bentuk, fungsi dan kemiringan daerah pengaliran sungai (DPS), kemiringan sungai, geometric hidrolis (bentuk penampang seperti lebar, kedalaman, potongan memanjang, material dasar sungai), lokasi sungai dll, merupakan hal-hal yang mempengaruhi terjadinya banjir.

#### 3. Erosi dan Sedimentasi

Erosi dan sedimentasi di DPS berpengaruh terhadap terhadap pengurangan kapasitas penampang sungai. Erosi dan sedimentasi akan mengurangi kapasitas saluran, sehingga timbul genangan dan banjir disungai.

#### 4. Menurunnya Kapasitas Sungai

Pengurangan kapasitas aliran banjir pada sungai dapat disebabkan oleh pengendapan yang berasal dari erosi DPS dan erosi tanggul sungaio yang berlebihan dan sedimentasi di sungai yang dikarenakan tidak adanya vegetasi penutup dan penggunaan lahan yang tidak tepat.

#### 5. Pengaruh Air Pasang

Air pasang laut memperlambat aliran sungai ke laut. Pada waktu banjir bersamaan dengan air pasang yang tinggi maka tinggi genangan atau banjir menjadi besar karena terjadi aliran balik (*backwater*). Contoh ini terjadi di Kota Semarang dan Jakarta. Genangan ini dapat terjadi sepanjang tahun baik dimusim hujan dan maupun dimusim kemarau.

#### 6. Kapasitas Drainase Yang Tidak Memadai

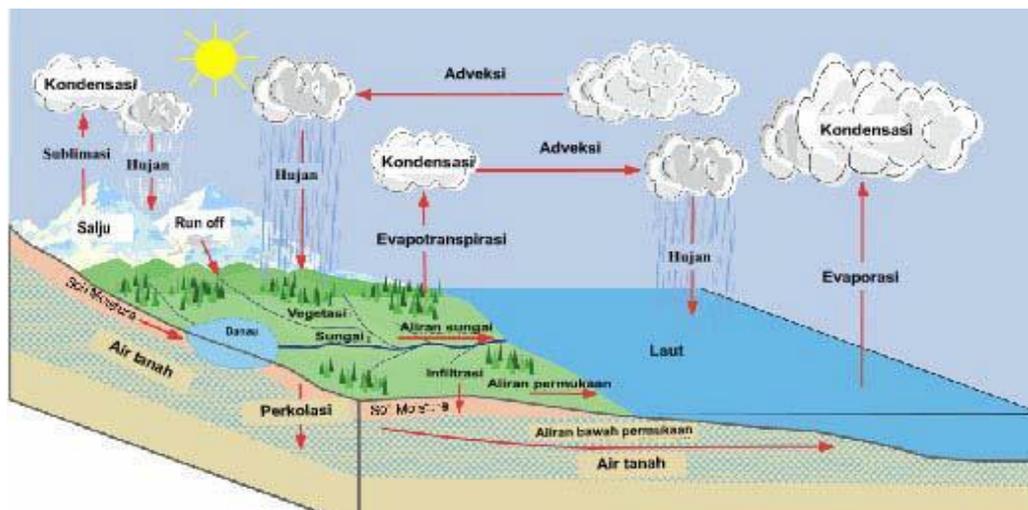
Hampir semua kota-kota di Indonesia mempunyai drainase daerah genangan yang tidak memadai, sehingga kota-kota tersebut sering menjadi langganan banjir dimusim hujan.

### 2.3. Analisa Hidrologi

Analisa Hidrologi merupakan bidang yang sangat rumit dan kompleks. Hal ini disebabkan oleh ketidakpastian dalam hidrologi, keterbatasan teori, dan rekaman data, dan keterbatasan ekonomi. Hujan adalah kejadian yang tidak dapat diprediksi. Artinya, kita tidak dapat memprediksi secara pasti seberapa besar hujan yang akan terjadi pada suatu periode waktu. (Suripin.2003).

#### 2.3.1. Siklus Hidrologi

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 berbeda-beda dalam beberapa cara. Sebagian 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 (Hisbulloh, 2014).



Gambar 2.1: Siklus hidrologi ([goesmanda.blogspot.com](http://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 (JR dan Paulhus, 1986).

### **2.3.2. Analisa Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum**

Sistem hidrologi kadang-kadang dipengaruhi oleh peristiwa-peristiwa yang luar biasa (ekstrim), seperti hujan lebat, banjir, dan kekeringan. Tujuan analisis frekuensicurah hujan adalah berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Analisa frekuensi diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan, baik yang manual maupun otomatis.

Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampui. Sedangkan, kala ulang (*return period*) adalah waktu hipotetik demana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampui. Dalam hal ini tidak terkandung pengertian bahwa kejadian tersebutkan berulang secara teratur setiap kala ulang tersebut (Suripin,2004).

Untuk analisis diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakaran 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,2008*)

- Saluran kwarter: Periode ulang 1 tahun
- Saluran tersier: Periode ulang 2 tahun
- Saluran sekunder: Periode ulang 5 tahun

- Saluran primer: periode ulang 10 tahun

Berdasarkan prinsip dalam penyelesaian masalah drainase berdasarkan aspek hidrologi, sebelum dilakukan analisis frekuensi untuk mendapatkan besaran hujan rencana dengan kala ulang tertentu harus dipersiapkan data hujan berdasarkan pada durasi harian, jam dan menit.

Dalam analisa curah hujan untuk menentukan debit banjir rencana, data curah hujan yang dipergunakan adalah curah hujan maksimum tahunan. Hujan rata-rata yang diperoleh dengan cara ini dianggap similar (mendekati) hujan-hujan tersebut yang terjadi. Untuk perhitungan curah hujan rencana, digunakan Metode Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log-pearson III dan Distribusi Gumbal. Setelah didapat curah hujan rencana dari ke empat metode tersebut maka yang paling ekstrim yang digunakan nantinya pada debit rencana.

Dalam ilmu statistic dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan 4 jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi adalah:

1. Distribusi Normal
2. Distribusi Log Normal
3. Distribusi Log Person III, dan
4. Distribusi Gumbel

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

Tabel 2.1: Parameter statistik yang penting (suripiin, 2004)

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	$S = \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{1/2}$	$\sigma = \{E[(x - \mu)^2]\}^{1/2}$
Koefisien Variasi	$CV = \frac{S}{\bar{x}}$	$CV = \frac{\sigma}{\mu}$

Tabel 2.1 : *Lanjutan*

Koefisien Skewness	$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3}$	$Y = \frac{E[(x - \mu)^2]}{\sigma^3}$
--------------------	--	---------------------------------------

### 1. Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut juga distribusi Gauss. Umumnya rumus tersebut tidak digunakan secara langsung karena telah dibuat table untuk keperluan perhitungan, dan juga dapat didekati dengan:

$$K_T = \frac{xt - x}{s} \quad (2.1)$$

Dimana:

$X_T$  = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi periode ulang T Tahun

X = nilai rata-rata hitung variat

S = deviasi standar nilai variat

$K_T$  = factor frekuensi ( $K_T$ ), umumnya sudah teredia dalam table untuk mempermudah perhitungan, seperti ditunjukkan dalam table berikut, bias disebut sebagai table nilai variable reduksi Gauss.

Tabel 2.2: Nilai variabel reduksi gauss(Suripin,2004)

No	Periode Ulang, T(Tahun)	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

Tabel 2.2 : *Lanjutan*

No	Periode Ulang, T(Tahun)	Peluang	$K_T$
8	1,430	0,700	-0,52
9	1,670	0,600	-0,25
10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0,25
12	3,330	0,300	0,52
13	4,00	0,250	0,67
14	5,000	0,200	0,84
15	10,000	0,100	1,28
16	20,000	0,050	1,64
17	50,000	0,020	2,05
18	100,000	0,010	2,33
19	200,000	0,005	2,58
20	500,000	0,002	2,88

## 2. Distribusi Log Normal

Jika Variabel acak  $Y = \log X$  terdistribusi secara normal, maka  $X$  dikatakan mengikuti distribusi Log Normal. Untuk distribusi Log Normal dapat didekati dengan persamaan:

$$Y_T = Y + K_T S \quad (2.2)$$

$$K_T = \frac{Y_T - Y}{S} \quad (2.3)$$

Dimana:

$Y_T$  = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T tahun

$Y$  = nilai rata-rata hitung variat

$S$  = deviasi standar nilai variat

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

### 3. Distribusi Log Person III

Salah satu distribusi dari serangkaian distribusi yang dikembangkan Person yang menjadi perhatian ahli sumberdaya air adalah Log-Person III. Ada tiga parameter penting dalam Log-Person III, yaitu:

1. Harga rata-rata
2. Simpang baku
3. Koefisien kemencangan

Jika koefisien kemencangan sama dengan nol, distribusi kembali ke distribusi Log Normal. Berikut ini langkah-langkah penggunaan distribusi Log-Person Type III, yaitu:

- Ubah data kedalam bentuk logaritmis,  $X = \log X$
- Hitung harga rata-rata:

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \quad (2.4)$$

- Hitung harga simpang baku:

$$S = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1} \right]^{0,5} \quad (2.5)$$

- Hitung koefisien kemencangan:

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (2.6)$$

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

$$\log X_T = \log \bar{X} + K.S \quad (2.7)$$

K adalah variable standar (standardized variable) untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencangan G, dicantumkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3: Nilai K untuk metode sebaran Log-person III

		Periode ulang (tahun)							
Koef. G		2	5	10	25	50	100	200	1000
		Peluang (%)							
		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

Tabel 2.3 : Lanjutan

Periode ulang (tahun)								
Koef. G	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
2.8	-0.714	-0.666	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.144	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	2.192	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	2.076	3.271
1.2	-1.449	-0.844	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149
-1.0	-3.022	-0.758	0.164	0.852	1.086	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	-2.238	-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	1.305	1.069	1.087
-2.0	-3.065	-0.609	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990
-2.2	-3.705	-0.674	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905
-2.4	-3.800	-0.532	0.351	0.725	0.795	0.823	0.823	0.832
-2.6	-3.889	-0.490	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.796
-2.8	-3.973	-0.469	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714
-0.4	-2.615	-0.816	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029
-0.6	-2.755	-0.800	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880

### 1. Distribusi Gumbel

Gumbel merupakan harga ekstrim untuk menunjukkan bahwa dalam derat harga-harga eksrim  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  mempunyai fungsi distribusi eksponensial ganda.

Apabila jumlah populasi yang terbatas (sampel), maka dapat didekati dengan persamaan, sebagai berikut:

$$\bar{X} = \bar{X} + sK \quad (2.8)$$

Dimana:

$\bar{X}$  = harga rata-rata sampel

S = standar deviasi (simpangan baku) sampel

Factor probabilitas K untuk harga-harga ekstrim Gumbal dapat dinyatakan, dalam persamaan, sebagai berikut:

$$K = \frac{Y_{tr} - Y_n}{s_n} \quad (2.9)$$

Dimana:

Y = *reduced mean* yang tergantung jumlah sampel data ke-n

S<sub>n</sub> = *reduced standard deviation*, yang juga tergantung pada jumlah sampel/data ke-n

T<sub>TR</sub> = *reduced variated*, yang dapat dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$Y_{tr} = -\ln\left\{\frac{-\ln T_{tr} - 1}{T_{tr}}\right\} \quad (2.10)$$

Tabel 2.4 Reduced mean (Y<sub>n</sub>) untuk metode sebaran gumbel tipe I

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.49	0.49	0.50	0.50	0.51	0.51	0.51	0.51	0.52	0.52
20	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
30	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
40	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
50	0.54	0.54	0.54	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
60	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
70	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
80	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
90	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
100	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.55	0.56

Tabel 2.5: Reduced standar deviation ( $S_n$ ) untuk metode sebaran Gumbel tipe I

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.94	0.96	0.99	0.99	1.00	1.02	0.51	0.51	0.52	0.52
20	1.06	1.06	1.07	1.08	1.08	1.09	0.53	0.53	0.53	0.53
30	1.11	1.11	1.11	1.12	1.12	1.12	0.54	0.54	0.54	0.54
40	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
50	1.10	0.54	0.54	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
60	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	0.55	0.55	0.55	0.55
70	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.19	1.19	1.19	1.19
80	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.20
90	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
100	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20

Tabel 2.6: Reduksi Variet ( $Y_{TR}$ ) sebagai fungsi Periode Ulang Gumbel (Suripin, 2004)

Periode Ulang, $T_R$	Reduced Variate, $Y_{TR}$	Periode ulang, $T_R$	Reduced Variate, $Y_{TR}$
2	0.3668	100	4.601
5	1.5004	200	5.2969
10	2.251	250	5.5206
20	2.9709	500	6.2149
25	3.1993	1000	6.9087
50	3.9028	5000	8.5188

Substitusikan persamaan (2.10) ke persamaan (2.11), maka akan didapatkan persamaan berikut:

$$X_{TR} = X + \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} S \quad (2.11)$$

$$= X - \frac{Y_n S}{S_n} + \frac{Y_{tr} S}{S_n} \quad (2.12)$$

Atau

$$XTR = b + \frac{1}{4}YTR \quad (2.13)$$

Dimana

$$a = \frac{Sa}{S} \text{ dan } b = X \frac{YaS}{Su} \quad (2.14)$$

### 2.3.3 Waktu Konsentrasi (Tc)

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 adalah sebagai berikut:

$$\text{Waktu Konsentrasi: } T_o = \left[ \frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right]^{0,167} \quad (2.15)$$

$$T_d = \frac{L_s}{60 \times V} \quad (2.16)$$

$$T_c = T_o \text{ dan } T_d \quad (2.17)$$

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

Ls = 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 2.7: 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%

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

Table 2.8: Harga  $n$  untuk rumus manning (Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan No. 008/T/BNKT/1990)

No	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedan g	Jelek
1	Saluran tanah, lurus teratur	0,017	0,020	0,023	0,025
2	Saluran tanah yang 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-tumbuhan	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

Tabel 2.8 : *lanjutan*

No	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
10	Melengkung, bersih, berlubang dan berdinding pasir	0,033	0,035	0,040	0,045
11	Seperti no 9 tapi ada tambahan atau kerikil	0,030	0,033	0,035	0,040
12	Seperti no 10, dangkal tidak teratur	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 dan berlubang	0,050	0,060	0,070	0,080
16	Saluran pasangan batuan pafinishing	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

#### 2.3.4 Analisis Intensitas Curah Hujan

Intensitas Curah Hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya (Suripin, 2004).

Metode yang dipakai dalam perhitungan intensitas curah hujan adalah Metode Mononobe yaitu apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia yang ada hanya data hujan harian. Persamaan umum yang dipergunakan untuk menghitung hubungan antara intensitas hujan T jam dengan curah hujan maksimum harian sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2.18)$$

Dimana: I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

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

### 2.3.5 Koefisien limpasan (Runoff)

Dalam perencanaan drainase, bagian air hujan yang menjadi perhatian adalah aliran permukaan (*surface runoff*), sedangkan untuk pengendalian banjir tidak hanya aliran permukaan, tetapi limpasan (*runoff*). Limpasan adalah gabungan antar aliran permukaan, aliran-aliran yang tertunda pada cekungan-cekungan, dan aliran bawah permukaan (*subsurface flow*).

Aliran pada saluran atau sungai tergantung dari berbagai factor secara bersamaan. Faktor – factor yang mempengaruhi limpasan aliran pada saluran atau sungai tergantung dari berbagai macam factor secara bersamaan. Faktor yang berpengaruh secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu :

- Faktor meteorologi yaitu karakteristik hujan seperti intensitas hujan, durasi hujan dan distribusi hujan.
- Karakteristik DAS meliputi luas dan bentuk DAS, topografi dan tata guna lahan.

Ketetapan dalam menentukan besarnya debit air sangatlah penting dalam penentuan dimensi saluran. Disamping penentuan luas daerah pelayanan drainase dan curah hujan rencana, juga dibutuhkan besaran harga koefisien pengaliran (C). Pengambilan harga C harus disesuaikan dengan rencana perubahan tata guna lahan yang terjadi pada waktu yang akan datang. Berikut ini koefisien C untuk metode rasional, sebagai berikut:

Tabel 2.9: Koefisien pengaliran (C) (Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan, Direktorat Jakarta Bina Marga)

Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien pengaliran (C)
1. Jalan beton dan jalan aspal	0,70-9,5
2. Jalan kerikil dan jalan tanah	0,40-0,70
3. Bahu jalan :	
- Tanah berbutir halus	0,40-0,65
- Tanah berbutir kasar	0,10-0,20
- Batuan massif keras	0,70-0,85
- Batuan massif lunak	0,60-0,75
4. Daerah perkotaan	0,70-0,95
5. Daerah pinggiran kota	0,60-0,70
6. Daerah industry	0,60-0,90
7. Permukiman padat	0,60-0,80
8. Permukiman tidak padat	0,40-0,60
9. Taman dan kebun	0,20-0,40
10. Persawahan	0,45-0,60
11. Perbukitan	0,70-0,80
12. Pegunungan	0,75-0,90

### 2.3.6 Luas Daerah Pengaliran (A)

Batas-batas daerah pengaliran ditetapkan berdasarkan peta topografi, pada umumnya dalam skala 1 : 50.000 – 1 : 25.000. Jika luas daerah pengaliran relative kecil diperlukan peta dalam skala yang lebih besar. Dalam peraktek sehari-hari, sering terjadi tidak tersedia peta topography ataupun peta pengukuran lainnya yang memadai sehingga menetapkan batas daerah pengaliran merupakan suatu pekerjaan yang sulit. Jika tidak memungkinkan memperoleh peta topography yang memadai, asumsi berikut sebagai bahan pembanding.

### 2.3.7 Analisa Debit Rencana

Debit rencana adalah debit maksimum yang akan dialirkan oleh saluran drainase untuk mencegah terjadinya genangan. Untuk drainase perkotaan dan jalan raya, sebagai debit banjir maksimum tersebut disamai atau dilampaui 1 kali dalam 5 tahun atau 2 kali dalam 10 tahun atau 20 kali dalam 100 tahun. Penetapan debit banjir maksimum periode 5 tahun ini berdasarkan pertimbangan :

1. Resiko akibat genangan yang ditimbulkan oleh hujan relatif kecil dibandingkan dengan banjir yang ditimbulkan meluapnya sebuah sungai.
2. Luas lahan dipertanian relative terbatas apabila ingin direncanakan saluran yang melayani debit banjir maksimum periode ulang lebih besar dari 5 tahun.
3. Daerah perkotaan mengalami perubahan dalam periode tertentu sehingga mengakibatkan perubahan pada saluran drainase.

Perencanaan debit rencana untuk drainase perkotaan dan jalan raya dihadapi dengan persoalan tidak tersedianya data aliran. Umumnya untuk menentukan debit aliran akibat air hujan diperoleh dari hubungan rasional antara air hujan dengan limpasannya (Metode Rasional). Adapun rumusan perhitungan debit rencana Metode Rasional adalah sebagai berikut :

Perhatikan debit rencana Metode Rasional adalah sebagai berikut:

$$Q = 0,000278 CIA \quad (2.19)$$

Dimana C = koefisien limpasan air hujan

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

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

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

Luas daerah pengeringan pada umumnya di wilayah perkotaan terdiri dari beberapa daerah yang mempunyai karakteristik permukaan tanah yang berbeda (*sud marae*) sehingga koefisien pengaliran untuk masing-masing sud area nilainya berbeda dan untuk menentukan koefisien pengaliran pada wilayah tersebut dilakukan penggabungan masing-masing sud area. Untuk penentuan koefisien limpasan harus dipilih dari pengetahuan akan daerah yang ditinjau terhadap pengalaman, dan harus dipilih dengan jenis pembangunan yang ditetapkan oleh

rencana kota. Daerah yang memiliki cekungan untuk menampung air hujan relative mengalirkan lebih sedikit air hujan dibandingkan dengan daerah yang tidak memiliki cekungan sama sekali. Efek tampangan oleh cekungan dengan koefisien tampangan yang diperoleh dengan rumus berikut ini:

$$C_s = \frac{2T_c}{2T_c + T_d} \quad (2.20)$$

Dimana:

Q = Debit rencana dengan periode ulang T tahun (m<sup>3</sup>/det)

C = Koefisien aliran permukaan

C<sub>s</sub> = Koefisien tampangan oleh cekungan terhadap debit rencana

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

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

T<sub>c</sub> = Waktu konsentrasi (jam)

T<sub>d</sub> = Waktu aliran air mengalir di dalam saluran dari hulu hingga ke tempat pengukuran (jam)

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

## 2.4 Analisa Hidraulika

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 (*cloused conduits*), sedangkan yang terbuka bagian atasnya disebut saluran terbuka (*open channels*). Sungai, saluran irigasi, selokan merupakan saluran terbuka, sedangkan terowongan, pipa, aquaduct, gorong-gorong merupakan saluran tertutup (Suripin,2004).

Analisa Hidrolika bertujuan untuk menentukan acuan yang digunakan dalam menentukan dimensi hidrolis dari saluran drainase maupun bangunan pelengkap

lainnya dimana aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran saluran terbuka maupun saluran tertutup.

### 2.4.1 Saluran Terbuka

Pada saluran terbuka terdapat permukaan air yang bebas, permukaanbebas ini dapat dipengaruhi oleh tekanan udara luar secara langsung. Kekentalan dan gravitasi mempengaruhi sifat aliran pada saluran terbuka. Saluran terbuka umumnya digunakan pada daerah yang:

- Lahan yang masih memungkinkan (luas)
- Lalu lintas pejalan kakinya relatif jarang
- Badan di kiri dan kanan saluran relatif ringan

1. Debit aliran bila menggunakan rumus Manning

$$Q = A.V \quad (2.21)$$

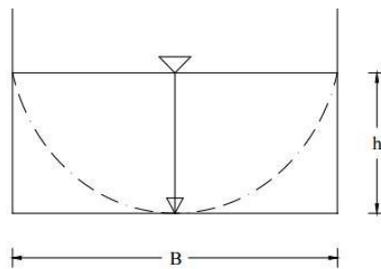
Kondisi debit aliran berfluktuasi sehingga perlu memperhatikan kecepatan aliran. Diupayakan agar pada saat debit pembuangan kecil masih dapat mengangkut sedimen, dan pada keadaan debit besar terhindar dari bahaya erosi.

2. Penampang saluran

Penampang saluran yang paling ekonomis adalah saluran yang dapat melewati debit maksimum untuk luas penampang basah, kekasaran dan kemiringan dasar tertentu. Berdasarkan persamaan kontinuitas, tampak jelas bahwa untuk luas penampang melintang tetap, debit maksimum dicapai jika kecepatan aliran maksimum. Dari rumus Manning maupun Chezy dapat dilihat bahwa untuk kemiringan dasar dan kekasaran tetap, kecepatan maksimum dicapai jika jari-jari hidraulik  $R$  maksimum.

Selanjutnya untuk penampang tetap, jari-jari hidraulik maksimum keliling basah,  $P$  minimum. Kondisi seperti yang telah kita pahami tersebut memberi jalan untuk menentukan dimensi penampang melintang saluran yang ekonomis untuk berbagai macam bentuk seperti penampang trapesium.

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



Gambar 2.2: Penampang Persegi Panjang (Suripin, 2004).

Untuk penampang persegi panjang paling ekonomis:

$$A = B \cdot h \quad (2.22)$$

$$P = B + 2h \quad (2.23)$$

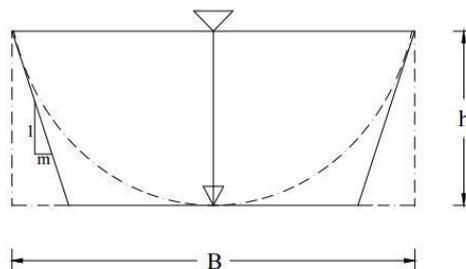
$$B = 2h \text{ atau } h = \frac{B}{2} \quad (2.24)$$

Jari-jari hidrolis R:

$$R = \frac{A}{P} = \frac{B \cdot h}{B + 2h} \quad (2.25)$$

Penampang Saluran Trapesium Paling ekonomis:

Luas penampang melintang A dan keliling basah P, saluran dengan penampang melintang bentuk trapesium dengan lebar dasar b, kedalam h dan kemiringan dinding 1 m (gambar 2.4) dapat dirumuskan sebagai berikut.



Gambar 2.3 Penampang Saluran Trapesium (Suripin, 2004)

$$A = (B+mh)h \quad (2.26)$$

$$P = B+2h \quad (2.27)$$

$$B = P-2h \quad (2.28)$$

X penampang trapesium paling ekonomis adalah jika kemiringan dindingnya m

$$A = (b+mh)h(m^2)$$

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

$$R = \frac{A}{P} \text{ (m)}$$

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

- Kemiringan dinding sauran m (berdasarkan kriteria)
- Luas penampang
- Keliling basah
- Jari-jari hidrolis
- Kecepatan aliran

#### 2.4.2 Saluran Tertutup

Aliran dalam saluran terbuka digerakan oleh gaya penggerak yang dilakukan oleh jumlah berat aliran yang mengalir menuruni lereng, sedangkan pada saluran teertutup gaya penggerak tersebut dilakukan oleh gradient tekanan. Ketentuan-ketentuan mengenai aliran bagi saluran tertutup yang penuh adalah tiak berlaku pada saluran terbuka. Pendekatanyang digunakan di Indonesia dalam merancang drainase perkotaan masih menggunakan cara konvensional, yaitu dengan menggunakan saluran terbuka. Bila digunakan saluran yang ditahan dalam tanah biasanya berbentuk bulat atau persegi , maka diasumsikan saluran tersebut tidak terisi penuh (dalam arti tidak tertekan), sehingga masih dapat dipegunakan persamaan saluran terbuka. Saluran tertutup umumnya digunakan pada:

- Daerah yang lahannya terbatas (pasar, pertokoan)
- Daerah yang lalu lintas pejalan kakinya padat
- Lahan yang digunakan untuk lapangan parker.

### 2.4.3 Dimensi Saluran

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

$$Q_s \geq Q_r \quad (2.31)$$

Debit yang mampu ditampung oleh saluran ( $Q_s$ ) dapat diperoleh dengan rumus seperti di bawah ini:

$$Q_s = A_s \cdot V \quad (2.32)$$

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 dihitung dengan menggunakan rumus Manning sebagai berikut :

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (2.33)$$

$$R = \frac{A_s}{P} \quad (2.34)$$

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

$n$  = koefisien kekaasaran Manning

$R$  = Jari-jari hidrolis (m)

$S$  = kemiringan dasar saluran

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

$P$  = keliling basah saluran (m)

Nilai koefisien kekasaran Manning  $n$ , untuk gorong-gorong dan saluran pasangan dapat dilihat pada table 2.10 sebagai berikut:

Tabel 2.10: 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 2.11 Nilai kemiringan dinding saluran sesuai bahan (ISBN : 970 – 8382 -49 -8)

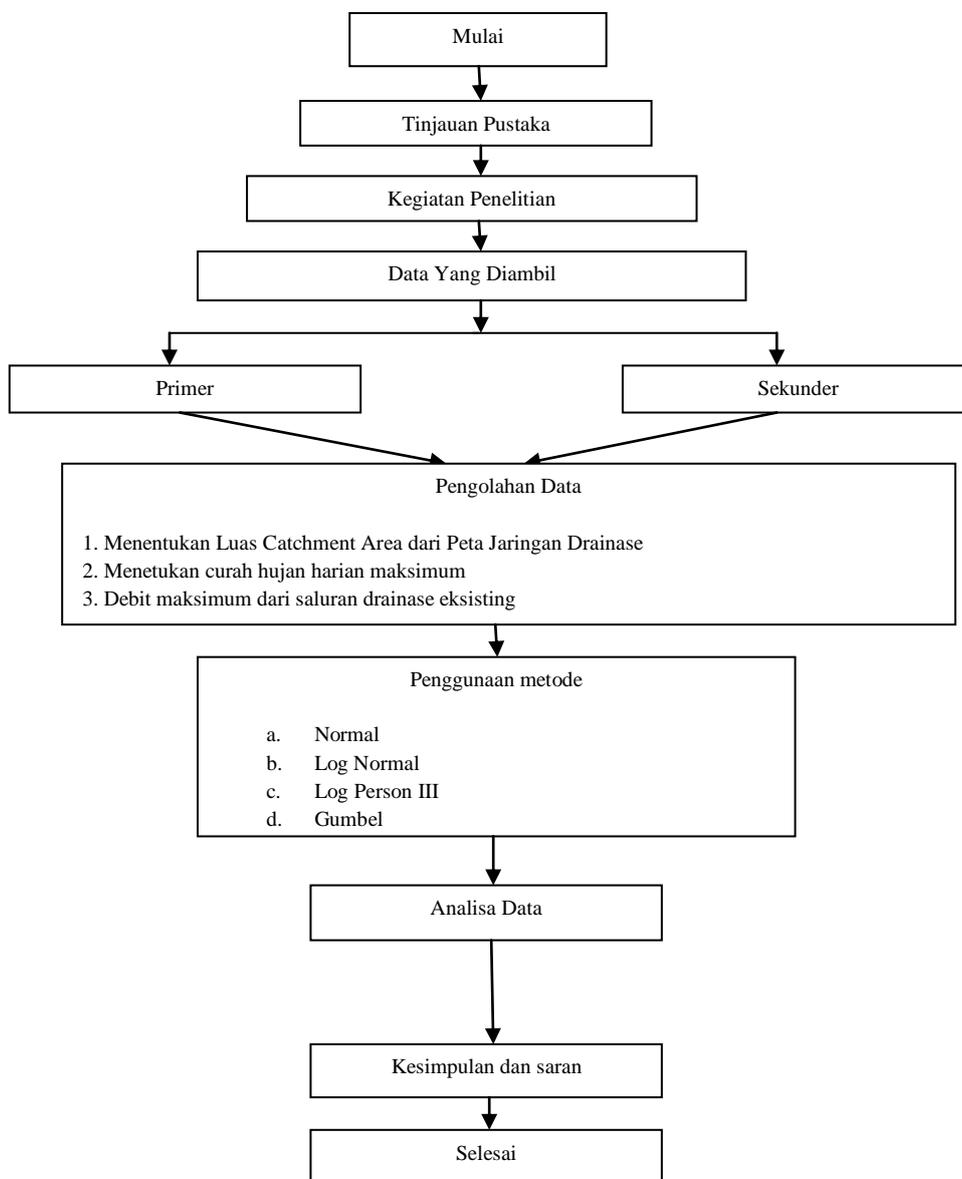
Bahan Saluran	Kemiringan Dinding (m)
Batuan/cadas	0
Tanah lumpur	0,25
Lempung keras/tanah	0,5-1
Tanah dengan pasangan batu	1
Lempung	1,5
Tanah berpasir	2
Lumpur barpsir	3

## BAB 3

### METODOLOGI

#### 3.1. Bagan Alir Penelitian

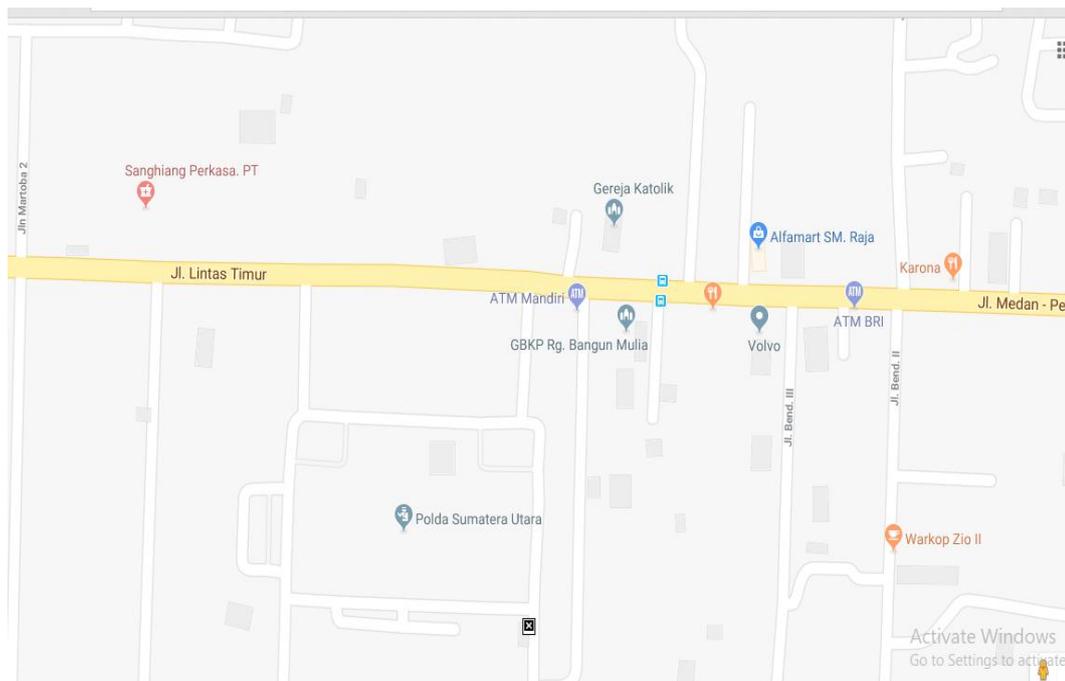
Berdasarkan studi pustaka yang sudah dibahas sebelumnya, maka untuk memudahkan dalam pembahasan dan analisa dibuat suatu bagan alir, dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian

### 3.2. Lokasi Penelitian

Jalan yang menjadi objek penelitian dalam Tugas Akhir ini berada di jalan Sisingamangaraja KM 10,5 (MAPOLDASU) Medan (Lihat Gambar 3.2)



Gambar 3.2: Peta Lokasi Penelitian.

### 3.3. Pelaksanaan Penelitian

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Menentukan lokasi penelitian

Lokasi penelitian langsung di jalan Sisingamangaraja km 10,5 kawasan (MAPOLDASU) Medan. Selain itu, data-data pelengkap diambil di kantor Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika untuk menunjang penulisan tugas akhir ini.

2. Wawancara

Dalam kegiatan ini pengumpulan data dilakukan dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan atau diskusi dengan pihak warga setempat.

### **3.4. Pengambilan Data**

Dalam suatu penelitian tentunya harus memiliki dasar pembahasan dari suatu objek yang akan di teliti, hal ini sangat berkaitan dengan data-data yang akan dikumpulkan untuk menunjang hasil penelitian tersebut.

Data-data yang diperlukan pada Tugas Akhir terbagi menjadi dua, yaitu sebagai berikut:

1. Data Primer → Survey lokasi di jalan Sisingamaraja km 10,5 kawasan (MAPOLDASU) Medan.
2. Data Sekunder → Yaitu curah hujan harian maksimum selama 10 tahun terakhir dari tahun 2006- 2015 yang diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika.

#### **3.4.1. Menganalisa Data**

- a) Analisis hidrologi → Analisis frekuensi curah hujan, koefisien aliran permukaan, analisis waktu konsentrasi, analisa koefisien limpasan, analisa intensitas curah hujan, analisa debit rencana.
- b) Analisis Hidraulika → Analisa kapasitas penampang saluran, evaluasi debit saluran dengan debit rencana.

### **3.5. Prosedur Penelitian**

Pertama menganalisa data sekunder, yaitu menghitung curah hujan rata-rata dan menganalisa curah hujan rencana dengan menggunakan analisa frekuensi Metode Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log-Person III dan Distribusi Gumbel. Selanjutnya intensitas curah hujan rencana hitungan menggunakan persamaan Mononobe.

Data dimensi dan bentuk drainase ditinjau langsung ke lapangan yaitu pada daerah jalan Sisingamaraja km 10,5 (MAPOLDASU) Medan, meliputi: Geometri saluran, kemiringan saluran, dimensi saluran, dan konstruksi saluran. Debit maksimum dari saluran drainase dihitung dengan persamaan Manning. Setelah data sekunder dianalisis, maka langkah berikutnya yaitu mengevaluasi

masing-masing nilai yang dihasilkan dari analisis data sekunder. Saluran drainase dikatakan banjir apabila nilai debit banjir rencana hasil analisis lebih besar daripada nilai debit maksimum saluran drainase yang dihitung dengan slope area metode (persamaan Manning).

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisis Data

Data-data yang digunakan untuk penelitian ini yaitu:

- Data Primer

Data Primer adalah data yang diperoleh dari survey langsung ke lokasi penelitian di kawasan MAPOLDASU. Data tersebut terlampir sebagai berikut:

➤ Panjang Lintasan aliran di dalam saluran yang di teliti adalah 153 m di bagi menjadi 4 titik sepanjang-panjang lintasan tersebut.

a. Saluran 1 Kecepatan aliran pada drainase 1 kita ambil 2 m dibagi dengan waktu yang diperoleh 8 detik. Sehingga diperoleh kecepatan:

$$V = \frac{s}{t} = \frac{2}{8} = 0,25 \text{ m/s}$$

b. Saluran 2 Kecepatan aliran pada drainase 1 kita ambil 2 m dibagi dengan waktu yang diperoleh 9 detik. Sehingga diperoleh kecepatan:

$$V = \frac{s}{t} = \frac{2}{9} = 0,21 \text{ m/s}$$

c. Saluran 3 Kecepatan aliran pada drainase 1 kita ambil 2 m dibagi dengan waktu yang diperoleh 12 detik. Sehingga diperoleh kecepatan:

$$V = \frac{s}{t} = \frac{2}{12} = 0,166 \text{ m/s}$$

d. Saluran 4 Kecepatan aliran pada drainase 1 kita ambil 2 m dibagi dengan waktu yang diperoleh 14 detik. Sehingga diperoleh kecepatan:

$$V = \frac{s}{t} = \frac{2}{14} = 0,143 \text{ m/s}$$

- Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi yang berkaitan dengan suatu penelitian itu. Maka. data yang diperoleh pada penelitian ini hanya data

Curah Hujan Harian Maksimum selama 10 Tahun Terakhir dari tahun 2006 s/d 2015 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data curah hujan harian maksimum(Badan Klimatologi dan Geofisika)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agus	Sept	Okt	Nov	Des	Max (Xi)
2006	49.0	36.6	37.9	73.9	46.8	70.0	81.7	69.2	97.6	37.5	57.4	45.9	97.6
2007	76.3	82.0	100.2	43.6	16.7	77.8	33	80.6	76.2	45.5	34.6	65.2	100.2
2008	44.6	24	56.7	65.9	45	67	56	54	60.2	26.9	87.9	34.2	87.9
2009	56.3	42	84.8	43.2	65.2	68	45	46.9	86.4	69.6	40.8	124.8	124.8
2010	37.3	7.0	26.1	85.2	88.2	37.0	47.0	72.6	59.9	67.6	72.0	57.2	88.2
2011	67.4	6.6	20.3	51.5	50.0	11.6	64.0	28.5	52.2	76.0	82.4	36.2	82.4
2012	71.5	53.4	54.7	79.8	115.4	29.3	58.6	56.4	112.5	55.2	26.4	20.6	1125
2013	58.8	7.4	33.4	41.5	28.5	42.6	59.9	72.4	31.2	40.1	39.8	69.2	72.4
2014	51.8	30.8	69.4	46.0	82.5	34.3	34.6	59.9	53.1	61.4	32.1	65.2	82.5
2015	21.7	30.5	70.4	75.0	81.5	35.0	61.9	32.5	62.2	93.0	44.7	41.1	93

## 4.2 Analisis Hidrologi

### 4.2.1 Analisis Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum

Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan empat jenis distribusi yang paling banyak digunakan dalam bidang hidrologiadalah :

#### ➤ Distribusi Normal

Tabel 4.2: Analisis curah hujan distribusi normal(Hasil penelitian)

Tahun	Curah Hujan (mm) (Xi)	$(Xi - \bar{X})$	$(Xi - \bar{X})^2$
2006	9.6	3.45	11.90

Tabel 4.2 : *Lanjutan*

Tahun	Curah Hujan (mm) (Xi)	( Xi- $\bar{X}$ )	( Xi- $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>
2007	100.2	6.05	36.60
2008	87.9	-6.25	39.06
2009	124.8	30.65	939.42
2010	88.2	-5.95	35.40
2011	82.4	-11.75	138.06
2012	112.5	18.35	336.72
2013	72.4	-21.75	473.06
2014	82.5	-11.65	135.72
2015	93	-1.15	1.32
Jumlah	941.5		2147.29
$\bar{X}$	94.15		
S	15.45		

Dari data-data di atas didapat:

$$\bar{X} = \frac{941.5}{10} = 94.15$$

$$\text{Deviasi Standart (S)} = \sqrt{\frac{\sum(\text{Xi} - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{2147.9}{9}} = 15.45$$

Perhitungan Analisis Curah hujan Rencana Dengan Distribusi Normal:

- Untuk T = 2 Tahun

$$K_T = \frac{X_T - \bar{X}}{S}$$

$$\begin{aligned} X_T &= \bar{X} + (K_T \times S) \\ &= 94.15 + (0 \times 15.49) = 94.15 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Untuk T = 5 Tahun

$$K_T = \frac{X_T - \bar{X}}{S}$$

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

$$= 94.15 + (0.84 \times 15.49) = 107.13 \text{ mm}$$

- Untuk T = 10 Tahun

$$K_T = \frac{X_T - \bar{X}}{S}$$

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

$$= 94.15 + (1.28 \times 15.49) = 113.93 \text{ mm}$$

- Untuk T = 50 Tahun

$$K_T = \frac{X_T - \bar{X}}{S}$$

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

$$= 94.15 + (2.05 \times 15.49) = 125.82 \text{ mm}$$

- Untuk T = 100 Tahun

$$K_T = \frac{X_T - \bar{X}}{S}$$

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

$$= 94.15 + (0 \times 15.49) = 94.15 \text{ mm}$$

Tabel 4.3: Analisa hasil curah hujan dengan distribusi normal

No	Periode Ulang (T) Tahun	$K_T$	$\bar{X}$	<b>S</b>	Curah Hujan ( $X_T$ ) (mm)
1	2	0	94,15	15,45	94,15
2	5	0,84	94,15	15,45	107,13
3	10	1,28	94,15	15,45	113,93
4	20	1,64	94,15	15,45	119,49
5	50	2,05	94,15	15,45	125,82

Tabel 4.3 : *Lanjutan*

No	Periode Ulang (T) Tahun	$K_T$	$\bar{X}$	S	Curah Hujan ( $X_T$ ) (mm)
6	100	2,33	94,15	15,45	130,15

➤ **Distribusi Log Normal**

Data – data yang digunakan dalam perhitungan parameter statistic dengan sebaran logaritmatic dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4: Analisa hasil curah hujan dengan distribusi log normal

No	Curah Hujan (mm) $X_i$	Log $X_i$	$(\text{Log } X_i - \overline{\text{Log} X})$	$(\text{Log } X_i - \overline{\text{Log} X})^2$
1	97,6	1,99	0,02	0,000427
2	100,2	2,00	0,03	0,00103
3	87,9	1,94	-0,02	0,000614
4	124,8	2,09	0,13	0,016241
5	88,2	1,95	-0,02	0,000543
6	82,4	1,92	-0,05	0,002793
7	112,5	2,05	0,08	0,006786
8	72,4	1,86	-0,11	0,011889
9	82,5	1,92	-0,05	0,002737
10	93	1,97	0	0
Jumlah	941,5	19,69		
$\bar{X}$	94,15	1,97		

Dari data–data diatas didapat :  $\bar{X} =$

$$\text{Standar Deviasi : } S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,04}{10-1}} =$$

Perhitungan analisa curah hujan dengan Metode Distribusi Log Normal:

- Untuk ( T ) 2 tahun  
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{x} + ( K_T \times S )$   
 $\text{Log } X_2 = 1,747412 + ( 0 \times 0,067 )$   
 $\text{Log } X_2 = 1,97$   
 $X_2 = 93,32 \text{ mm}$
- Untuk ( T ) 5 tahun  
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{x} + ( K_T \times S )$   
 $\text{Log } X_2 = 1,747412 + ( 0 \times 0,067 )$   
 $\text{Log } X_2 = 1,97$   
 $X_2 = 93,32 \text{ mm}$
- Untuk ( T ) 10 tahun  
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{x} + ( K_T \times S )$   
 $\text{Log } X_2 = 1,747412 + ( 0 \times 0,067 )$   
 $\text{Log } X_2 = 1,97$   
 $X_2 = 93,32 \text{ mm}$
- Untuk ( T ) 20 tahun  
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{x} + ( K_T \times S )$   
 $\text{Log } X_2 = 1,747412 + ( 0 \times 0,067 )$   
 $\text{Log } X_2 = 1,97$   
 $X_2 = 93,32 \text{ mm}$
- Untuk ( T ) 50 tahun  
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{x} + ( K_T \times S )$   
 $\text{Log } X_2 = 1,747412 + ( 0 \times 0,067 )$   
 $\text{Log } X_2 = 1,97$   
 $X_2 = 93,32 \text{ mm}$
- Untuk ( T ) 100 tahun  
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{x} + ( K_T \times S )$   
 $\text{Log } X_2 = 1,747412 + ( 0 \times 0,067 )$   
 $\text{Log } X_2 = 1,97$   
 $X_2 = 93,32 \text{ mm}$

Tabel 4.5: Analisa curah hujan rencana dengan distribusi log normal

No	Periode ulang (T) tahun	$K_T$	Log X	Log S	Log $X_T$	Curah hujan ( $X_T$ ) (mm)
1	2	0	1,97	0,067	1,97	93,32
2	5	0,84	1,97	0,067	2,03	106,24
3	10	1,28	1,97	0,067	2,05	113,69
4	20	1,64	1,97	0,067	2,08	120,75
5	50	2,05	1,97	0,067	2,10	128,04
6	100	2,33	1,97	0,067	2,13	133,69

➤ **Distribusi Log Person III**

Tabel 4.6: Analisa curah hujan dengan distribusi log person III

No	$X_i$	$\bar{X}$	Log $X_i$	$\text{Log}(X_i - \bar{X})$	$\text{Log}(X_i - \bar{X})^2$	$\text{Log}(X_i - \bar{X})^3$
1	97.6	1,97	1,959041392	0,02	0,000427	0,000008
2	100.2	1,97	1,944482762	0,03	0,00103	0,000027
3	87.9	1,97	1,903089987	-0,02	0,000614	0,000008
4	124.8	1,97	1,806179974	0,13	0,016241	0,002197
5	88.2	1,97	1,806179974	-0,02	0,000543	0,000008
6	82,4	1,97	1,69019608	-0,05	0,002793	-0,00013
7	112,5	1,97	1,662757832	0,08	0,006786	-0,000512
8	72,4	1,97	1,380211242	-0,11	0,011889	-0,00133
9	82,5	1,97	1,301029996	-0,05	0,002737	-0,00133
10	93	1,97	1,301029996	0	0	0
$\bar{X}$	94,15	1,97				

Dari data-data di atas di dapat:  $\bar{X} = \frac{19,96}{10} = 1,97$

$$\text{Standar Deviasi} = S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1}} = 0,067$$

$$\text{Koefisien Kemencengan } G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

$$G = 0,53$$

- Untuk ( T ) 2 tahun

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

$$\text{Log } X_2 = 1,747412 + ( 0 \times 0,067 )$$

$$X_2 = 93,32 \text{ mm}$$

- Untuk ( T ) 5 tahun

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

$$\text{Log } X_5 = 1,747412 + ( 0 \times 0,067 )$$

$$X_5 = 93,32 \text{ mm}$$

- Untuk ( T ) 10 tahun

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

$$\text{Log } X_{10} = 1,747412 + ( 0 \times 0,067 )$$

$$X_{10} = 93,32 \text{ mm}$$

- Untuk ( T ) 20 tahun

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

$$\text{Log } X_{20} = 1,747412 + ( 0 \times 0,067 )$$

$$X_{20} = 93,32 \text{ mm}$$

- Untuk ( T ) 50 tahun

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

$$\text{Log } X_{50} = 1,747412 + ( 0 \times 0,067 )$$

$$X_{50} = 93,32 \text{ mm}$$

- Untuk ( T ) 100 tahun

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

$$\text{Log } X_{100} = 1,747412 + ( 0 \times 0,067 )$$

$$X_{100} = 93,32 \text{ mm}$$

Tabel 4.7: Analisa curah hujan rencan dengan distribusi log person iii

No	T	K	Log X	Log $X_T$	Log S	Curah Hujan ( $X_T$ ) (mm)
1	2	0,09	1,97	1,98	0,067	94,63
2	5	-0,81	1,97	1,92	0,067	82,36
3	10	-1,32	1,97	1,88	0,067	76,13
4	20	1,72	1,97	2,08	0,067	121,68
5	50	-2,32	1,97	1,81	0,067	62,25
6	100	-2,71	1,97	1,78	0,067	61,44

➤ **Distribusi Gumbel**

Tabel 4.8: Analisa curah hujan dengan distribusi gumbel

No	Curah hujan (mm) $X_i$	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	97,6	3,45	11,90
2	100,2	6,05	36,60
3	87,9	-6,25	39,60
4	124,8	30,65	939,42
5	88,2	-5,95	35,40
6	82,4	-11,75	138,06
7	112,5	18,35	336,72
8	72,4	-21,75	473,06
9	82,5	-11,65	135,72
10	93	-1,15	1,32
jlh	941,5		2147,29

Dari data-data di atas di dapat :  $\bar{X} = \frac{941,5}{10} = 94,15$

$$\text{Standar Deviasi } : S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N-1}}$$

Dari Tabel 2.4 dan 2.5 ( Suripin, 2004) di peroleh untuk N=10

$$Y_n = 0,4592$$

$$S_n = 0,9496$$

Untuk periode ulang (T) 2 tahun dengan  $Y_{TR} = 0,3668$  yaitu:

$$K = \frac{Y_{TR} - Y_n}{S_n}$$

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

$$K = -0,135$$

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

$$X_T = 94,15 + (-0,135(15,45))$$

$$X_T = 92,14 \text{ mm}$$

Untuk periode ulang (T) 5 tahun dengan  $Y_{TR} = 0,3668$  yaitu:

$$K = \frac{Y_{TR} - Y_n}{S_n}$$

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

$$K = -0,135$$

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

$$X_T = 94,15 + (-0,135(15,45))$$

$$X_T = 92,14 \text{ mm}$$

Untuk periode ulang (T) 10 tahun dengan  $Y_{TR} = 0,3668$  yaitu:

$$K = \frac{Y_{TR} - Y_n}{S_n}$$

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

$$K = -0,135$$

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

$$X_T = 94,15 + (-0,135(15,45))$$

$$X_T = 92,14 \text{ mm}$$

Untuk periode ulang (T) 20 tahun dengan  $Y_{TR} = 0,3668$  yaitu:

$$K = \frac{Y_{TR} - Y_n}{S_n}$$

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

$$K = -0,135$$

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

$$X_T = 94,15 + (-0,135(15,45))$$

$$X_T = 92,14 \text{ mm}$$

Untuk periode ulang (T) 50 tahun dengan  $Y_{TR} = 0,3668$  yaitu:

$$K = \frac{Y_{TR} - Y_n}{S_n}$$

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

$$K = -0,135$$

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

$$X_T = 94,15 + (-0,135(15,45))$$

$$X_T = 92,14 \text{ mm}$$

Untuk periode ulang (T) 100 tahun dengan  $Y_{TR} = 0,3668$  yaitu:

$$K = \frac{Y_{TR} - Y_n}{S_n}$$

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

$$K = -0,135$$

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

$$X_T = 94,15 + (-0,135(15,45))$$

$$X_T = 92,14 \text{ mm}$$

Tabel 4.9: Analisa curah hujan rencana dengan distribusi gumbel.

No	Periode ulang (T) tahun	$Y_{TR}$	$Y_n$	$S_n$	$\bar{X}$	S	Curah Hujan ( $X_T$ )
1	2	0,3668	0,4952	0,9496	94,15	15,45	92,14
2	5	1,5004	0,4952	0,9496	94,15	15,45	110,53
3	10	2,251	0,4952	0,9496	94,15	15,45	122,56
4	20	2,9709	0,4952	0,9496	94,15	15,45	134,32

Tabel 4.9 : *Lanjutan*

No	Periode ulang (T) tahun	$Y_{TR}$	$Y_n$	$S_n$	$\bar{X}$	S	Curah Hujan ( $X_T$ )
5	50	3,9028	0,4952	0,9496	94,15	15,45	149,59
6	100	4,6012	0,4952	0,9496	94,15	15,45	160,95

Tabel 4.10: Rekapitulasi analisa curah hujan rencana maksimum

No	Periode ulang (T) tahun	Normal	Log Normal	Log Person III	Gumbel
1	2	94,15	93,32	94,63	92,14
2	5	107,13	106,24	82,36	110,53
3	10	113,93	113,69	76,13	122,56
4	20	119,49	120,75	121,68	134,32
5	50	125,82	128,04	62,25	149,59
6	100	130,15	133,69	61,44	160,95

#### 4.2.2 Koefisien Aliran Permukaan

Koefisien Aliran Permukaan (C) adalah koefisien yang besarnya tergantung pada kondisi permukaan tanah, kemiringan medan, jenis tanah, lamanya hujan di daerah Pengaliran. (Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan Direktorat Jendral Bina Marga).

Tabel 4.11: Koefisien pengaliran (C)(Petunjuk desain drainase permukaan jalan Direktorat Jendral BinaMarga)

Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (C)
13. Jalan Beton dan Jalan Aspal	0.70-0.95
14. Jalan Kerikil dan Jalan Tanah	0.40-0.70

Tabel 4.11 : *Lanjutan*

Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (C)
15. Bahu Jalan:	
▪ Tanah berbutir halus	0.40-0.65
▪ Tanah berbutir kasar	0.10-0.20
▪ Batuan masif keras	0.70-0.85
▪ Batuan masif lunak	0.60-0.75
16. Daerah Perkotaan	0.70-0.95
17. Daerah Pinggiran Kota	0.60-0.70
18. Daerah Industri	0.60-0.90
19. Permukiman Padat	0.60-0.80
20. Permukiman Tidak Padat	0.40-0.60
21. Taman dan Kebun	0.20-0.40
22. Persawahan	0.45-0.60
23. Perbukitan	0.70-0.80
24. Pegunungan	0.75-0.90

Berdasarkan tabel diatas telah ditentukan nilai dari koefisien limpasan terhadap kondisi karakter permukaannya yaitu berhubung keterbasan data penggunaan lahan yang tidak saya miliki, maka saya memutuskan untuk menggunakan Koefisien penggunaan lahan = 0,80 (Jalan Beton dan Aspal) di sesuaikan dengan kondisi penggunaan lahan terbesar di lokasi penelitian. Nilai tersebut di ambil berdasarkan Tabel 4.11.

### 4.3 Debit Banjir Rencana

Aliran pada saluran atau sungai tergantung dari beberapa faktor-faktor secara bersamaan. Dalam perencanaan saluran drainase dapat dipakai standar yang telah ditetapkan, baik debit rencana (Periode Ulang) dan cara analisis yang dipakai dalam kaitannya dengan limpasan. Faktor yang berpengaruh secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu:

- Faktor Meteorologi yaitu karakteristik hujan seperti intensitas hujan, durasi hujan dan distribusi hujan

- Karakteristik DAS meliputi luas dan bentuk DAS, topografi dan tata guna lahan.

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

Tabel 4.12: Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan(Suripin, Sistem Drainase yang berkelanjutan : 241)

Luas DAS (ha)	Periode Ulang (tahun)	Metode Perhitungan Debit Banjir
< 10	2	Rasional
10-100	2-5	Rasional
101-500	5-20	Rasional
>500	10-25	Hidrogaf satuan

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

Tabel 4.13: Data hidrologi penampang saluran 1 drainase

No	Data	Notasi	Satuan	Satuan Sekunder
	Hidrologi			
1	Periode Ulang			5
2	Luas Catchment Area	A	Km <sup>2</sup>	0,41
3	Panjang Aliran	L	Km	0,817
4	Curah Hujan Rencana	R	mm/hari	110,53
5	Koef. Limpasan Rata-rata	C		0,8
6	Slope/Kemiringan Saluran	S		0,001

1. Waktu konsentrasi hujan ( $t_c$ ) dihitung dengan menggunakan rumus  $t_c = t_o + t_d$

dimana,

$$t_o = \frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{s}} \text{ menit}$$

$$= \frac{2}{3} \times 3,28 \times 153 \times \frac{0,025}{\sqrt{0,001}} \text{ menit}$$

$$= 264,493 \text{ menit}$$

$$t_d = \frac{Ls}{60v}$$

$$= \frac{817}{60 \times 0,25} = 54,467 \text{ menit}$$

2. Intensitas Hujan Menggunakan rumus Mononobe

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

$$I = \frac{R \cdot 24}{24} \left( \frac{24}{t} \right) = \frac{110,53}{24} \left( \frac{24}{5,316} \right)$$

$$= 12,580 \text{ mm/jam}$$

3. Debit rencana dihitung dengan menggunakan Metode Rasional, yaitu :

$$Q_p = 0,278 C \cdot I \cdot A$$

$$= 0,278 \times 0,8 \times 12,580 \times 0,41$$

$$= 1,147 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 4.14: Data hidrologi penampang saluran 2 drainase kawasan MAPOLDASU

No	Data	Notasi	Satuan	Saluran Sekunder
	Hidrologi			
1	Periode Ulang			5
2	Luas Catchment Area	A	Km <sup>2</sup>	0,41
3	Panjang Aliran	L	Km	0,817
4	Curah Hujan Rencana	R	mm/hari	110,53
5	Koef. Limpasan Rata-rata	C		0,8

Tabel 4.14 : Lanjutan

No	Data	Notasi	Satuan	Saluran Sekunder
	Hidrologi			
6	Slope/Kemiringan Saluran	S		0,001
7	Waktu Konsentrasi	Tc	Menit	329,334
8	Intensitas Hujan	I	mm/jam	12,314
9	Debit Banjir Rencana	Qp	m <sup>3</sup> /det	1,122

Tabel 4.15: Data hidrologi penampang saluran3 drainase kawasan MAPOLDASU

No	Data	Notasi	Saluran	Saluran sekunder
	Hidarologi			
1	Periode ulang			5
2	Luas Cathment Area	A	Km <sup>2</sup>	0,41
3	Panjang aliran	L	Km	0,817
4	Curah hujan harian	R	mm/hari	110,53
5	Koef. Limpasan rata-rata	C		0,8
6	Slope/ kemiringan Saluran	S		0,001
7	Waktu konsentrasi	T <sub>C</sub>	Menit	346,521
8	Intensitas hujan	I	mm/jam	11,904
9	Debit banjir rencana	Q <sub>P</sub>	m <sup>3</sup> /det	1,08

Tabel 4.16: Data hidrologi penampang saluran 4 drainase kawasanMAPOLDASU

No	Data	Notasi	Saluran	Saluran sekunder
	Hidarologi			
1	Periode ulang			5
2	Luas Cathment Area	A	Km <sup>2</sup>	0,41
3	Panjang aliran	L	Km	0,817

Tabel 4.16 : *Lanjutan*

No	Data	Notasi	Saluran	Saluran sekunder
	Hidarologi			
4	Curah hujan harian	R	mm/hari	110,53
5	Koef. Limpasan rata-rata	C		0,8
6	Slope/ kemiringan Saluran	S		0,001
7	Waktu konsentrasi	T <sub>C</sub>	Menit	359,714
8	Intensitas hujan	I	mm/jam	11,611
9	Debit banjir rencana	Q <sub>P</sub>	m <sup>3</sup> /det	1,06

#### 4.4 Analisis Kapasitas Penampang Saluran Drainase

Tabel 4.17: Kondisi eksisting saluran 1 drainase kawasan MAPOLDASU

No	Parameter Saluran			Nama Saluran
	Keterangan	Notasi	Satuan	
	Dimensi Saluran			
1	Bentuk			Trapesium
2	Konstruksi			Beton
3	Lebar bawah	B	m	0,6
4	Kedalaman air	h	m	0,6
5	Freeboard	F	m	0,2
6	Talud (1 : m)	m		0,814
7	Lebar atas	b	m	0,9
8	Dalam saluran total	H	m	0,8
9	Slope	S		0,001
10	Koefisien manning	N		0,020
11	Luas penampang	A	m <sup>2</sup>	1,241
12	Keliling basah	P	m	2,963
13	Jari-jari hidrolis	R	m	0,419
14	Kecepatan aliran	V	m/det	0,886
15	Debit saluran	Q <sub>S</sub>	m <sup>3</sup> /det	1,0095

a. Luas Penampang (A)  $= (B + mh)h$   
 $= (0,9 + 0,814 \times 0,8) \times 0,8$   
 $= 1,241 \text{ m}^2$

b. Keliling Basah (P)  $= B + 2h\sqrt{m^2+1}$   
 $= 0,9 + 2(0,8)\sqrt{0,814^2 + 1}$   
 $= 2,963 \text{ m}$

c. Jari-jari Hidrolis (R)  $= \frac{A}{P} = \frac{1,241}{2,963} = 0,419 \text{ m}$

d. Kecepatan Aliran (V)  $= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$   
 $= \frac{1}{0,02} \times 0,419^{2/3} \times 0,001^{1/2}$

e. Tinggi jagaan (Freeboard)  $= 25\% \times H$   
 $= 25\% \times 0,8$   
 $= 0,2 \text{ m}$

f. Debit saluran (Q)  $= A \times V$   
 $= 1,241 \text{ m}^2 \times 0,886/\text{det}$   
 $= 1,0995 \text{ m}^3/\text{det}$

Tabel 4.18: Kondisi eksisting saluran 2 drainase kawasan MAPOLDASU

No	Parameter Saluran			Nama Saluran
	Keterangan	Notasi	Satuan	
	Dimensi Saluran			
1	Bentuk			Trapesium
2	Konstruksi			Beton
3	Lebar bawah	B	m	0,6
4	Kedalaman air	h	m	0,6
5	Freeboard	F	m	0,2

Tabel 4.18 : Lanjutan

No	Parameter Saluran			Nama Saluran
	Keterangan	Notasi	Satuan	
	Dimensi Saluran			
6	Talud (1 : m)	m		0,814
7	Lebar atas	b	m	0,9
8	Dalam saluran total	H	m	0,8
9	Slope	S		0,001
10	Koefisien manning	N		0,020
11	Luas penampang	A	m <sup>2</sup>	1,241
12	Keliling basah	P	m	2,963
13	Jari-jari hidrolis	R	m	0,419
14	Kecepatan aliran	V	m/det	0,886
15	Debit saluran	Q <sub>s</sub>	m <sup>3</sup> /det	1,0095

- a. Luas Penampang (A)  $= (B + mh)h$   
 $= (0,9 + 0,814 \times 0,8) \times 0,8$   
 $= 1,241 \text{ m}^2$
- b. Keliling Basah (P)  $= B + 2h\sqrt{m^2+1}$   
 $= 0,9 + 2(0,8)\sqrt{0,814^2 + 1}$   
 $= 2,963 \text{ m}$
- c. Jari-jari Hidrolis (R)  $= \frac{A}{P} = \frac{1,241}{2,963} = 0,419 \text{ m}$
- d. Kecepatan Aliran (V)  $= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$   
 $= \frac{1}{0,02} \times 0,419^{2/3} \times 0,001^{1/2}$
- e. Tinggi jagaan (Freeboard)  $= 25\% \times H$   
 $= 25\% \times 0,8$   
 $= 0,2 \text{ m}$
- f. Debit saluran (Q)  $= A \times V$

$$= 1,241 \text{ m}^2 \times 0,886/\text{det}$$

$$= 1,0995 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 4.19: Kondisi eksisting saluran 3 drainase kawasan MAPOLDASU

No	Parameter Saluran			Nama Saluran
	Keterangan	Notasi	Satuan	
	Dimensi Saluran			
1	Bentuk			Trapesium
2	Konstruksi			Beton
3	Lebar bawah	B	m	0,6
4	Kedalaman air	h	m	0,6
5	Freeboard	F	m	0,2
6	Talud (1 : m)	m		0,814
7	Lebar atas	b	m	0,9
8	Dalam saluran total	H	m	0,8
9	Slope	S		0,001
10	Koefisien manning	N		0,020
11	Luas penampang	A	m <sup>2</sup>	1,241
12	Keliling basah	P	m	2,963
13	Jari-jari hidrolis	R	m	0,419
14	Kecepatan aliran	V	m/det	0,886
15	Debit saluran	Q <sub>s</sub>	m <sup>3</sup> /det	1,0095

a. Luas Penampang (A)  $= (B + mh)h$   
 $= (0,9 + 0,814 \times 0,8) \times 0,8$   
 $= 1,241 \text{ m}^2$

b. Keliling Basah (P)  $= B + 2h\sqrt{m^2+1}$   
 $= 0,9 + 2(0,8)\sqrt{0,814^2 + 1}$   
 $= 2,963 \text{ m}$

$$c. \text{ Jari-jari Hidrolis (R)} = \frac{A}{P} = \frac{1,241}{2,963} = 0,419 \text{ m}$$

$$d. \text{ Kecepatan Aliran (V)} = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$= \frac{1}{0,02} \times 0,419^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$e. \text{ Tinggi jagaan (Freeboard)} = 25\% \times H$$

$$= 25\% \times 0,8$$

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

$$f. \text{ Debit saluran (Q)} = A \times V$$

$$= 1,241 \text{ m}^2 \times 0,886/\text{det}$$

$$= 1,0995 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 4.20: Kondisi eksisting saluran 4 drainase kawasan MAPOLDASU

No	Parameter Saluran			Nama Saluran
	Keterangan	Notasi	Satuan	
	Dimensi Saluran			
1	Bentuk			Trapesium
2	Konstruksi			Beton
3	Lebar bawah	B	m	0,6
4	Kedalaman air	h	m	0,6
5	Freeboard	F	m	0,2
6	Talud (1 : m)	m		0,814
7	Lebar atas	b	m	0,9
8	Dalam saluran total	H	m	0,8
9	Slope	S		0,001
10	Koefisien manning	N		0,020
11	Luas penampang	A	m <sup>2</sup>	1,241
12	Keliling basah	P	m	2,963
13	Jari-jari hidrolis	R	m	0,419
14	Kecepatan aliran	V	m/det	0,886
15	Debit saluran	Q <sub>s</sub>	m <sup>3</sup> /det	1,0095

a. Luas Penampang (A)  $= (B + mh)h$   
 $= (0,9 + 0,814 \times 0,8) \times 0,8$   
 $= 1,241 \text{ m}^2$

b. Keliling Basah (P)  $= B + 2h\sqrt{m^2+1}$   
 $= 0,9 + 2(0,8)\sqrt{0,814^2 + 1}$   
 $= 2,963 \text{ m}$

c. Jari-jari Hidrolis (R)  $= \frac{A}{P} = \frac{1,241}{2,963} = 0,419 \text{ m}$

d. Kecepatan Aliran (V)  $= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$   
 $= \frac{1}{0,02} \times 0,419^{2/3} \times 0,001^{1/2}$

e. Tinggi jagaan (Freeboard)  $= 25\% \times H$   
 $= 25\% \times 0,8$   
 $= 0,2 \text{ m}$

f. Debit saluran (Q)  $= A \times V$   
 $= 1,241 \text{ m}^2 \times 0,886/\text{det}$   
 $= 1,0995 \text{ m}^3/\text{det}$

Tabel 4.21: Hasil evaluasi debit saluran dengan debit rencana saluran drainase periode ulang 5 tahun yang di tinjau pada drainase kawasan MAPOLDASU

No	Lokasin saluran Drainase	Q <sub>p</sub> rencana (m <sup>3</sup> /det)	Q max (m <sup>3</sup> /det)	Keterangan
1	Saluran Drainase 1	1,0095	1,147	Tidak memenuhi
2	Saluran Drainase 2	1,0095	1,123	Tidak memenuhi
3	Saluran Drainase 3	1,0095	1,085	Tidak memenuhi
4	Saluran Drainase 4	1,0095	1,059	Tidak memenuhi

Dari hasil evaluasi perhitungan diatas untuk debit banjir rencana (QP) untuk periode ulang 5 tahun didapatkan seluruh saluran drainasenya tidak dapat menampung air dalam saluran. Untuk itu perlu dilakukan perubahan dimensi penampang pada seluruh drainase tersebut sehingga saluran tersebut dapat menampung air dalam saluran, untuk menampung air hujan sehingga kawasan tersebut tidak lagi banjir. Selain penambahan dimensi drainase tersebut ada beberapa faktor lain yang menyebabkan banjir, yaitu adanya sedimen yang menumpuk didalam drainase, sampah yang di buang masyarakat kedalam drainase tersebut. Oleh sebab itu, drainase tersebut harus dibenahi ulang.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil studi identifikasi penanggulangan banjir dan rencana desain drainase maka penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil Evaluasi Debit Saluran dengan Debit Rencana Saluran Drainase Periode Ulang 5 Tahun yang di tinjau pada Kawasan MAPOLDASU.

Dari Tabel 4.22 Evaluasi debit saluran dengan debit rencana, diperoleh (Hasil Penelitian).

No	Lokasi saluran Drainase	Q <sub>p</sub> rencana (m <sup>3</sup> /det)	Q max (m <sup>3</sup> /det)	Keterangan
1	Saluran Drainase 1	1,0095	1,147	Tidak memenuhi
2	Saluran Drainase 2	1,0095	1,123	Tidak memenuhi
3	Saluran Drainase 3	1,0095	1,085	Tidak memenuhi
4	Saluran Drainase 4	1,0095	1,059	Tidak memenuhi

2. Kecamatan Medan Tanjung Morawa, dengan debit rencana di peroleh hasil  $Q \text{ ada Max} \leq O_p$  rencana, maka dapat di tarik kesimpulan bahwa drainase tersebut tidak dapat lagi menampung air hujan dengan baik sehingga tidak lagi menimbulkan banjir di kawasan tersebut.
3. Dari pengamatan dan analisa yang dilakukan penyebab terjadinya banjir selain tidak mampu lagi drainase menampung air hujan dikarenakan dimensi drainase tidak baik adalah sedimen dan tumpukan sampah pada saluran, bukaan / lubang sisi-sisi jalan yang berada disepanjang jalan menuju ke saluran (Street Inlet) yang tidak terawatt dengan baik sehingga menyulitkan air untuk mengalir dari jalan ke saluran yang ada.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil studi identifikasi penanggulangan banjir dan rencana desain drainase pada Kawasan MAPOLDASU, penulis mencoba mengemukakan beberapa saran bagi perawatan dan pemeliharaan saluran drainase tersebut :

1. Memperbaiki saluran yang ada agar berfungsi secara optimal
2. Membersihkan saluran drainase dari sampah dan lumpur sehingga dapat mengalirkan air dengan maksimal
3. Memperbaiki dan membersihkan lubang/bukaan di sisi jalan (*Street Inlet*) agar dapat mengalirkan limpasan air hujan ke saluran sungai
4. Membuat sistem dan tempat pembuangan sampah yang efektif untuk mencegah dibuangnya sampah ke saluran sungai
5. Perlunya kesadaran penduduk untuk ikut memelihara saluran drainase yang ada dengan cara tidak membuang sampah pada saluran drainase yang ada

## DAFTAR PUSTAKA

- CD Soemarto., 1997, Hidrologi Teknik, Penerbit Usaha Nasional, Surabaya.
- DEA, CES, Bambang Triatmodjo.Ir.Dr.Prof, 1995. Hidrolika II. BETA Offset, Yogyakarta
- Haryono,S., 1999. Drainase Perkotaan. PT. Mediatama Suptakarya, Jakarta.
- Linsley, R.K. 1989. Hidrologi untuk Insinyur. Edisi ketiga. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- M.Eng, Suripin Ir. Dr, 2003. Sistim Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. ANDI Offset, Yogyakarta.
- Subarkah Imam, Ir. 1978. Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air. Idea Dharma, Bandung.
- Sucipto dan Agung Sutarto, 2007. Analisis Kapasitas Tampung Sistem Drainase Kali Beringin Untuk Pengendalian Banjir. Jurnal Universitas Negeri Semarang.
- Th. Dwiarti Wismarini dan Dewi Handayani Untari Ningsih, 2010. Analisis Sistem Drainase Kota Semarang Berbasis GIS dalam membantu Pengambilan Keputusan bagi Penanganan Banjir. Jurnal Stikubank Semarang. Wesli, 2008, Drainase Perkotaan,
- Wesli, 2008, Drainase Perkotaan, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Zulkarnaen, I., 2012, Evaluasi Sistem Drainase di Kawasan Jalan Bungan Kenanga Kelurahan Padang Bulan Selayang II Kecamatan Medan Selayang. Tugas Akhir, Program Strata 1 Teknik Sipil .USU, Medan.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : M. FAHRIZA HILMI  
Panggilan : REZA  
Agama : Islam  
Tempat, tanggal Lahir : Medan, 03 Juli 1996  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Alamat Sekarang : Jl. Amaliun Gg. Hasan Basri No. 8 Medan  
No. HP/ Telp. Seluler : 0822-7371-1363  
E-mail : mfahriza.hilmi@gmail.com  
Nama Orang Tua  
Ayah : ZAINUDDIN  
Ibu : RITA SUHARTI

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1407210121  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri BA, No.3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	Sekolah Dasar	SD Swasta KARTINI Medan	2008
2	SMP	SMP Swasta Al-ULUM Medan	2011
3	SMA/SMK	SMA Negeri 8 Medan	2014
4	Melanjutkan Kuliah Di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2014 sampai selesai		

