

**TUGAS AKHIR**

**TINJAUAN PERENCANAAN DRAINASE PADA JALAN KARYA  
WISATA KECAMATAN MEDAN JOHOR  
(Studi Kasus)**

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

**DISUSUN OLEH:**

**ADHA AFRINANDA TANJUNG**

**1507210103**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

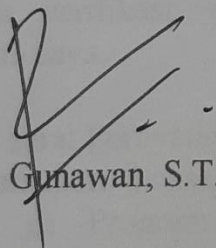
Nama : Adha Afrinanda Tanjung  
NPM : Medan, 16 April 1997  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Tinjauan Perencanaan Drainase pada Jalan Karya Wisata  
Kecamatan Medan Johor  
Bidang ilm : Keairan

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, September 2019

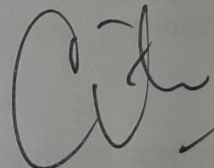
Mengetahui dan menyetujui

Dosen Pembimbing I/Penguji



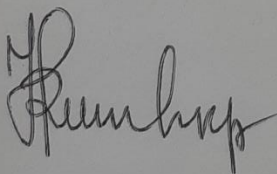
Randi Gunawan, S.T., M.Si

Dosen Pembimbing II/Penguji



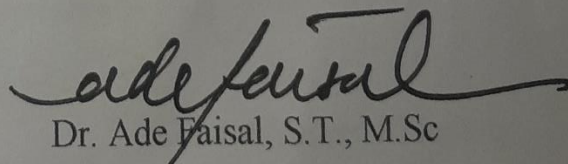
Citra Utami, S.T., M.T

Dosen Pembanding I/Penguji



Dr. Hj. Rumilla Harahap, M.T

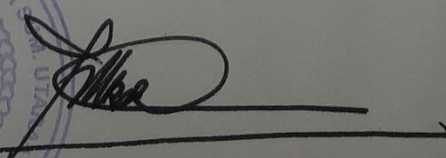
Dosen Pembanding II/Penguji



Dr. Ade Faisal, S.T., M.Sc



Program Studi Teknik Sipil



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

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Adha Afrinanda Tanjung  
Tempat / Tanggal Lahir : Medan, 16 April 1997  
NPM : 1507210136  
Program Studi : Teknik Sipil

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

“TINJAUAN PERENCANAAN DRAINASE PADA JALAN KARYA WISATA  
KECAMATAN MEDAN JOHOR“

Bukan merupakan plagiatisme, 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 Tugas 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 keserjanaan 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 studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, September 2019

Saya yang menyatakan,



Adha Afrinanda Tanjung

## ABSTRAK

### TINJAUAN PERENCANAAN DRAINASE PADA JALAN KARYA WISATA KECAMATAN MEDAN JOHOR (Studi Kasus)

Adha Afrinanda Tanjung  
1507210103

Randi Gunawan, S.T., M.Si

Citra Utami, S.T., M.T

Banjir dan genangan di Jalan. Karya Wisata telah menjadi permasalahan yang serius. Penelitian ini mengkaji mengenai pengelolaan drainase secara terpadu untuk pengendalian banjir dan genangan di Jalan Karya Wisata, yang meliputi desain saluran drainase. Kapasitas tampang saluran saluran tidak mampu menampung air hujan sehingga menyebabkan banjir yang mengganggu aktifitas masyarakat serta arus lalu lintas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kinerja seistem drainase di Jalan Karya Wisata. Dalam analisis digunakan rumus *Mononobe* untuk menghitung intensitas hujan dengan kala ulang tertentu. Curah hujan rancangan dihitung dengan metode *Log Pearson Type III* dan Gumbel. Berdasarkan perhitungan dan kondisi eksisting dilapangan diperoleh hasil, bahwa saluran drainase kanan dan kiri pada jalan Karya Wisata tidak mampu menampung debit rancangan periode ulang 2, 5 dan 10 tahun. Untuk analisa tampang ekonomis saluran drainase yang dilakukan berdasarkan debit banjir rencana, sehingga didapat debit saluran rencana,  $Q$  kanan sebesar  $1,6854 \text{ m}^3/\text{det}$  dan  $Q$  kiri sebesar  $1,8630 \text{ m}^3/\text{det}$ . Dari hasil analisa yang dilakukan maka dapat disimpulkan saluran yang direncanakan dapat menampung debit banjir rancangan periode ulang 2, 5 dan 10 tahun, dengan perbandingan  $Q$  saluran rencana  $> Q$  periode ulang.

Kata kunci: Perencanaan drainase, debit banjir rancangan, metode rasional.

## **ABSTRACT**

### **REVIEW OF DRAINAGE PLANNING IN JALAN KARYA WISATA SUB-DISTRICT MEDAN JOHOR (CASE STUDY)**

Adha Afrinanda Tanjung  
1507210103

Randi Gunawan. S.T., M.Si  
Citra Utami, S.T., M.T

*Flood and inundation in Karya Wisata had become an annual serious problem. This research has an objective to apply an integrated drainage management to controlling flood and inundation at Jalan, Karya Wisata. The capacity of the canal is not able to accommodate rainwater, causing floods that disrupt community activities and traffic flow. The purpose of this research is to analyze the performance of the drainage system. Mononobe formula was used to analyze rainfall intensity during historical floods with several return periods. Design rainfall was analyzed with Log Pearson Type III method. Based on the calculation and the existing condition of the field obtained the results, that the drainage channel right and left on the road Karya Wisata market is not able to accommodate the debit of the return period of 2, 5 and 10 years. Untuk analysis of the economic drainage channel based on flood discharge plans, channel plan, right  $Q$  of  $1,6854 \text{ m}^3/\text{s}$  and  $Q$  left of  $1,8630 \text{ m}^3/\text{s}$ . From the result of the analysis, it can be concluded that the planned channel can accommodate the flood discharge design period of 2, 5 and 10 years, With the  $Q$  field comparison plan  $> Q$  repeated period.*

*Keywords: drainage planning, design flood discharge, rational method.*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Proposal Tugas Akhir ini yang berjudul “TINJAUAN PERENCANAAN DRAINASE PADA JALAN KARYA WISATA KECAMATAN MEDAN JOHOR” 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. Bapak Randi Gunawan, S.T., M.Si selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Citra Utami, S.T., M.T selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Rumilla Harahap, M,T selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini,.
4. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembanding II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini,
5. Bapak Munawar Alfansury S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc, Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.

8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Teristimewa untuk Ayahanda Eddy Sofyan Tanjung S.Sos, dan Ibunda Zuhartini S.Pd, yang telah memberi semangat dan bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
10. Saudara penulis: Dini Novita Tanjung dan Chairuni Mauliqa Tanjung yang selalu memberikan dukungan dan semangat serta doa kepada saya hingga selesainya Tugas Akhir ini.
11. Nur Aliyah Mayana Pratiwi yang telah memberi semangat dan menemani penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
12. Sahabat-sahabat penulis: Ghiffari, Juju, Jaka, Lutfi, Edwin, Yogi, Radid, Hendi, Roni, Rama, Hafis, Alfi, Afif, Ridho dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.
13. Rekan-rekan mahasiswa sipil '15 khususnya kelas A2 Siang atas segala masukan dan saran yang berguna bagi kami.

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 dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, 2019

Adha Afrinanda Tanjung

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	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	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Drainase	5
2.1.1 Sistem Jaringan Drainasse	6
2.1.2 Jenis Drainase	8
2.1.3 Pola Jaringan Drainase	12
2.1.4 Fungsi Saluran Drainase	15
2.1.5 Drainase Perkotaan	16
2.2 Banjir	17
2.2.1 Jenis-Jenis Banjir	18
2.2.2 Banjir Rencana	18
2.3 Analisa Hidrologi	19
2.3.1 Siklus Hidrologi	19



2.3.2 Analisis Frekuensi Curah Hujan	20
2.3.2.1 Distribusi Log Person Tipe III	21
2.3.2.2 Distribusi Gumbel	24
2.3.3 Uji Kecocokan Distribusi	26
2.3.3.1 Uji Chi-Square	26
2.3.3.2 Uji Smirnov-Kolmogorov	28
2.3.4 Daerah Tangkapan Hujan( <i>Catchment area</i> )	30
2.3.5 Koefisien Pengarian (C)	30
2.3.6 Debit Rencana	31
2.3.6.1 Metode Rasional	32
2.3.7 Intensitas Hujan	33
2.3.7.1 Analisa Curah Hujan	35
2.4 Analisa Hidrolika	35
2.4.1 Dimensi Penampang Saluran	37
2.4.2 Dimensi Saluran	39
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Bagan Alir Penelitian	41
3.2 Lokasi Penelitian	42
3.2.1 Kondisi Umum Lokasi Studi	43
3.2.2 Batas-Batas Wilayah	44
3.2.3 Letak Geografis dan Tata Guna Lahan	44
3.2.4 Jaringan Jalan dan Drainase	44
3.3 Pengumpulan Data	45
3.3.1 Data Primer	45
3.3.2 Data Sekunder	45
3.4 Pengolahan Data	46
3.4.1 Analisa Frekuensi Hujan	46
3.4.2 Uji Kecocokan Distribusi	46
3.4.3 Metode Rasional	47

<b>BAB 4 ANALISA DATA</b>	
4.1 Analisa Curah Hujan Rencana	48
4.2 Analisa Frekuensi	49
4.2.1 Distribusi Log Pearson Tipe III	49
4.2.2 Distribusi Gumbel	51
4.3 Pemilihan Jenis Sebaran	54
4.4. Penentuan Jenis Sebaran Secara Grafis (Ploting Data)	55
4.5. Pengujian Keselarasan Sebaran	56
4.5.1 Uji Kecocokan Chi-Square	56
4.5.2. Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov	58
4.6. Pengukuran Curah Hujan Rencana	59
4.7. Analisa Debit Rencana	60
4.7.1. Metode Rasional	61
4.8. Intensitas Curah Hujan	61
4.9. Analisa Hidrolika	63
4.9.1 Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase	63
4.9.2. Perencanaan Ulang Sistem Drainase	67
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran	72

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

RIWAYAT HIDUP

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kriteria Desain Hidrologi Sistem Drainase Perkotaan	17
Tabel 2.2	Distribusi <i>Log Person</i> type III untuk Koefisien Kemencengan <i>G</i>	22
Tabel 2.3	Harga $Y_n$ berdasarkan Banyaknya Sampel $n$	24
Tabel 2.4	Periode Ulang untuk $T$ Tahun	25
Tabel 2.5	Hubungan <i>Reduce Standar Deviasi</i> ( $\sigma_n$ )	25
Tabel 2.6	Nilai Kritis untuk Distribusi Chi-Square	28
Tabel 2.7	Nilai Kritis $D_0$ untuk Uji Smirnov-Kolmogorov	28
Tabel 2.8	Koefisien Limpasan Untuk Metode Rasional	31
Tabel 2.9	Kriteria Desain Hidrologi Sistem Drainase Perkotaan	32
Tabel 2.10	Koefisien Kekasaran Manning	40
Tabel 2.11:	Nilai Kemiringan Dinding Saluran Sesuai Bahan	40
Tabel 3.1	Data curah hujan harian maksimum Kecamatan Medan Johor	45
Tabel 4.1	Data curah hujan harian maksimum dari Stasiun Sampali	48
Tabel 4.2	Perhitungan Analisa Frekuensi untuk Distribusi Log Person Tipe III	49
Tabel 4.3	Perhitungan Analisa Frekuensi untuk Distribusi Gumbel	51
Tabel 4.4	Kombinasi Priode Ulang Tahunan (mm)	54
Tabel 4.5	Parameter Pemilihan Distribusi Curah Hujan	54
Tabel 4.6	Ploting Data	55
Tabel 4.7	Perhitungan Uji Kecocokan Chi-Square dengan Log Person Tipe III	57
Tabel 4.8	Perhitungan Uji Kecocokan Chi-Square dengan Gumbel	58
Tabel 4.9	Perhitungan Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov	58
Tabel 4.10	Analisa Frekuensi Distribusi Log Person Tipe III	59
Tabel 4.11	Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Log Person Tipe III	59
Tabel 4.12	Perhitungan intensitas curah hujan	62
Tabel 4.13	Perhitungan $Q$ rancangan pada Jalan Pasar	63
Tabel 4.14	Hasil Survei Drainase di Jalan Karya Wisata	63

Tabel 4.15	Perbandingan Q Analisis Tampung dan Q Analisis Rancangan Debit Banjir di Jalan Karya Wisata	66
Tabel 4.16	Dimensi Saluran Drainase Perencanaan	67
Tabel 4.17	Perbandingan Q Analisis Tampung dan Q Analisis Rancangan Debit Banjir di Jalan Karya Wisata	70

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Drainase Alamiah Pada Saluran Air	8
Gambar 2.2	Drainase Buatan	9
Gambar 2.3	Pola Jaraingan Siku	12
Gambar 2.4	Pola Jaringan Paralel	13
Gambar 2.5	Jaringan <i>Grid Iron</i>	13
Gambar 2.6	Pola Jaringan Alamiah	14
Gambar 2.7	Pola Jaringan Radial	14
Gambar 2.8	Pola Jaringan Jaring-Jaring	15
Gambar 2.9	Posisi Saluran Interseptor	15
Gambar 2.10	Posisi Saluran Kolektor	16
Gambar 2.11	Posisi Saluran Konveyor	16
Gambar 2.12	Siklus Hidrologi	20
Gambar 2.13	Penampang Persegi Panjang	37
Gambar 2.14	Penampang Trapesium	38
Gambar 3.1	Bagan Alir Penelitian	41
Gambar 3.2	Peta Kecamatan Medan Johor	42
Gambar 3.3	Peta Lokasi Penelitian	43
Gambar 4.1	Grafik curah hujan rencana Metode Log Pearson Tipe III	60
Gambar 4.2	Saluran Drainase (a) Kanan, (b) Kiri	64
Gambar 4.3	Saluran Drainase (a) Kanan, (b) Kiri	67

## DAFTAR NOTASI

A	= Luas daerah aliran (Ha)
DK	= Derajat kebebasan
C	= Koefesien aliran permukaan
$C_s$	= Koefesien tampungan
$E_j$	= Frekuensi teoritis kelas
G	= Koefesien kemenangan
I	= Intensitas curah hujan (mm/jam)
K	= Variabel standart ( <i>standart dized variabel</i> )
$K_T$	= Faktor Frekuensi
k	= Jumlah kelas
n	= Banyaknya tahun pengamatan
n	= Koefesien kekasaran manning
$O_j$	= Frekuensi pengamatan kelas
$\sigma_n$	= <i>Reduce standar deviasi</i> berdasarkan sampel n
P	= Banyaknya parameter untuk Uji Chi-Square
P	= Keliling penampang basah
Q	= Debit ( $m^3/det$ )
$Q_s$	= Debit aliran pada saluran (m/det)
R	= Jari-jari hidrolis (m)
$R_{24}$	= Curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm)
Sd	= Standart devisi
$T_c$	= Waktu konsentrasi (jam)
$T_d$	= Waktu aliran air mengalir di dalam saluran dari hulu hingga ke tempat pengukuran (jam)
T	= Lamanya hujan (jam)
V	= Kecepatan aliran (m/det)
$X^2$	= Parameter chi-kuadrat terhitung
$\bar{x}$	= Curah hujan rata-rata (mm)
$X_i$	= Curah hujan maximum (mm)

- $\bar{X}$  = Nilai rata-rata hitung variat
- $X_T$  = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode T tahunan
- $X_t$  = Besarnya curah hujan untuk t tahun (mm)
- $\bar{Y}$  = Nilai rata-rata hitung variat
- $Y_T$  = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T tahun
- $Y_t$  = Besarnya curah hujan rata-rata untuk t tahun (mm)
- $Y_n$  = *Reduce mean deviasi* berdasarkan sampel n

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Air sangat vital kedudukannya dalam kebutuhan hidup manusia. Tanpa pengaturan yang baik, air akan berubah menjadi gangguan atau bencana yang merugikan manusia. Salah satu gangguan yang sering timbul adalah permasalahan pada saluran drainase. Drainase berasal dari bahasa Inggris yaitu *drainage* yang mempunyai arti mengalirkan, menguras, atau mengalihkan air. Dalam bidang teknik sipil, drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai salah satu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan maupun kelebihan irigasi dari suatu kawasan atau lahan. Jika penanganan drainase kurang baik, maka akan mengakibatkan tergenangnya daerah sekitar saluran drainase.

Pertumbuhan kota dan perkembangan industri menimbulkan dampak yang cukup besar pada siklus hidrologi sehingga berpengaruh besar terhadap sistem drainase perkotaan. Sebagai contoh adalah perkembangan kawasan hunian yang disinyalir sebagai penyebab banjir dan genangan di lingkungan sekitarnya. Hal ini disebabkan karena perkembangan urbanisasi yang menyebabkan perubahan tata guna lahan. Oleh karena itu perkembangan kota harus diikuti dengan peningkatan dan perbaikan sistem drainase. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal.

Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas. Drainase merupakan suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut. Dari sudut pandang yang lain, drainase adalah salah satu unsur dari prasarana umum yang dibutuhkan masyarakat kota dalam rangka menuju kehidupan kota yang aman, nyaman, bersih dan sehat. Prasarana drainase disini berfungsi untuk mengalirkan



air permukaan ke badan air atau sumber air permukaan dan bawah permukaan tanah dan bangunan resapan. Selain itu juga berfungsi pengendalian kebutuhan air permukaan dengan tindakan untuk memperbaiki daerah becek, genangan air dan banjir.

Banjir sering terjadi pada kawasan tertentu di wilayah perkotaan, seperti kota Medan pada saat musim hujan. Banjir di daerah perkotaan memiliki karakteristik yang berbeda dengan banjir pada lahan alamiah. Untuk daerah perkotaan pada umumnya air hujan yang turun akan dialirkan masuk kedalam saluran-saluran buatan yang mengalirkan air masuk ke sungai. Kontur lahan yang terdapat di daerah perkotaan direncanakan agar air hujan yang turun mengalir ke dalam saluran-saluran buatan tadi. Terjadinya banjir di beberapa titik menjadi suatu permasalahan salah satunya di Jalan Karya Wisata Kecamatan Medan Johor. Drainase yang tidak berfungsi optimal menjadi salah satu penyebabnya. Selain itu penyebab banjir di Jalan Karya Wisata Kecamatan Medan Johor adalah kondisi drainase (saluran) yang kurang baik (rusak), dimensi yang tidak cukup hambatan aliran akibat bangunan lain.

Sistem jaringan drainase di suatu kawasan sudah semestinya dirancang untuk menampung debit aliran yang normal, terutama pada saat musim hujan. Pada saat musim hujan sering terjadi peningkatan debit aliran maka kapasitas sistem yang ada tidak bisa lagi menampung debit aliran sehingga mengakibatkan banjir di suatu kawasan. Sedangkan penyebab meningkatnya debit antara lain yaitu tingginya intensitas curah hujan dan lamanya waktu konsentrasi sehingga dapat di hitung untuk besar aliran dengan faktor-faktor nilai atau harga yang berbeda-beda diluar kebiasaan, perubahan tata guna lahan. Kerusakan lingkungan pada daerah tangkapan air di suatu kawasan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka rumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa besarnya debit banjir rencana di daerah penelitian?
2. Apakah kapasitas saluran mampu menampung debit air ketika terjadi luapan?

3. Bagaimana analisa hidrolika pada dimensi saluran drainase yang efektif untuk sistem drainase di Jalan Karya Wisata Kecamatan Medan Johor ?

### **1.3 Batasan Masalah**

Berdasarkan uraian dari latar belakang tersebut ruang lingkup pembahasan, Tugas akhir ini di batasi pada :

1. Menentukan distribusi yang sesuai dengan menganalisa data yang ada.
2. Menentukan curah hujan rencana dengan menggunakan data curah hujan yang di dapat dari stasiun kimatologi.
3. Menganalisa debit banjir rencana pada daerah penelitian.
4. Menganalisis hidrolis kemampuan dimensi saluran drainase.
5. Menganalisis penampang drainase pada Jl. Karya Wisata Kecamatan Medan Johor.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui besarnya debit banjir rencana di daerah penelitian
2. Untuk menentukan kapasitas saluran mampu menampung debit air ketika terjadi luapan
3. Untuk analisa dimensi saluran drainase yang efektif untuk sistem drainas di Jalan Karya Wisata Kecamatan Medan Johor.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penetian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi penulis: sebagai studi mahasiswa tentang mata kuliah yang berkaitan dengan analisa sistem drainase yang dipelajari di program studi teknik sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan aplikasi di lapangan.
2. Bagi akademik: sebagai mutu pembelajaran dan referensi bagi pihak-pihak yang membutuhkan.
3. Secara praktis dapat mengetahui masalah banjir pada daerah tangkapan air.

## **1.6 Sistematika Pembahasan**

Sistematika penulisan disusun agar pembahasan lebih terarah dan tetap menjurus pada pokok permasalahan dan kerangka ini. Dalam tugas akhir ini sistematika penulisan disusun dalam 5 Bab yang secara berurutan menerangkan hal-hal sebagai berikut:

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini berisi pendahuluan yang menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB 2 TINJAUAN PUSATA**

Pada bab ini dijabarkan uraian teoritis tentang analisa sistem drainase, yang meliputi penjelasan drainase, debit banjir rencana dan analisa hidrolika saluran drainase.

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini dijelaskan metodologi mencakup konsep berpikir, pengambilan data, analisa data, dan berbagai pendekatan yang dipakai dalam pelaksanaan pekerjaan.

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

Berisikan tentang pengolahan dan perhitungan terhadap data-data yang dikumpulkan, dan kemudian dilakukan analisis secara komprehensif terhadap hasil-hasil yang diperoleh.

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

Merupakan penutup yang berisikan tentang kesimpulan dan saran yang diperoleh dari pembahasan bab-bab sebelumnya, dan saran-saran yang berkaitan dengan studi ini dan rekomendasi untuk diterapkan di lokasi studi.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Drainase**

Menurut Wesli (2008) drainase merupakan sebuah sistem yang dibuat untuk menangani persoalan kelebihan air baik kelebihan air yang berada di atas permukaan tanah maupun kelebihan air yang berada di bawah permukaan tanah. Sedangkan menurut Laoh dkk. (2013) Drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi suatu kawasan/lahan, sehingga fungsi suatu kawasan/lahan tidak terganggu.

Sistem drainase perkotaan merupakan salah satu komponen prasarana perkotaan yang sangat erat kaitannya dengan penataan ruang. Bencana banjir yang sering melanda sebagian besar wilayah dan kota di Indonesia disebabkan oleh kesemrawutan penataan ruang. Hampir semua daerah dipastikan mempunyai rencana tata ruang sebagai acuan atau arahan pengembangan wilayah. Sistem drainase selalu kalah cepat dalam mengikuti perubahan tersebut, sehingga banjir akan tetap hadir di lingkungan kita.

Menurut Suripin (2004) akar permasalahan banjir di perkotaan berawal dari penambahan penduduk yang sangat cepat, di atas rata-rata pertumbuhan dari penambahan penduduk yang sangat cepat, di atas rata-rata pertumbuhan nasional, akibat urbanisasi, baik migrasi musiman maupun permanen. Pertumbuhan yang tidak diimbangi dengan penyediaan prasarana dan sarana perkotaan yang memadai mengakibatkan pemanfaatan lahan perkotaan menjadi acak-acak (semrawut).

Selain permasalahan di atas, salah satu permasalahan yang selalu timbul setiap tahun pada musim hujan adalah banjir dan genangan air. Banjir dan genangan air disebabkan oleh fungsi drainase yang belum tertangani secara menyeluruh, kurangnya kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam memelihara saluran drainase yang ada di sekitarnya menyebabkan penyumbatan saluran drainase oleh sampah industri maupun sampah rumah tangga.

Jenis drainase ditinjau berdasarkan dari sistem pengalirannya, dapat dikelompokkan menjadi:

- a. Drainase dengan sistem jaringan adalah suatu sistem pengeringan atau pengaliran air pada suatu kawasan yang dilakukan dengan mengalirkan air melalui sistem tata saluran dengan bangunan-bangunan pelengkapannya.
- b. Drainase dengan sistem resapan adalah sistem pengeringan atau pengaliran air yang dilakukan dengan meresapkan air ke dalam tanah. Cara resapan ini dapat dilakukan langsung terhadap genangan air di permukaan tanah ke dalam tanah atau melalui sumuran/saluran resapan (Wesli, 2008).

### **2.1.1 Sistem Jaringan Drainase**

Sistem jaringan drainase merupakan bagian dari infrastruktur pada suatu kawasan, drainase masuk pada kelompok infrastruktur air pada pengelompokan infrastruktur wilayah, selain itu ada kelompok jalan, kelompok sarana transportasi, kelompok pengelolaan limbah, kelompok bangunan kota, kelompok energi dan kelompok telekomunikasi (Suripin, 2004).

Air hujan yang jatuh di suatu kawasan perlu dialirkan atau dibuang, caranya dengan pembuatan saluran yang dapat menampung air hujan yang mengalir di permukaan tanah tersebut. Sistem saluran di atas selanjutnya dialirkan ke sistem yang lebih besar.

Bagian infrastruktur (sistem drainase) dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Ditinjau dari hulunya, bangunan sistem drainase terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*colector drain*), saluran pembawa (*conveyor drain*), saluran induk (*main drain*) dan badan air penerima (*receiving waters*). Di sepanjang sistem sering dijumpai bangunan lainnya, seperti gorong-gorong, siphon, jembatan air (*aqueduct*), pelimpah, pintu-pintu air, bangunan terjun, kolam tando dan stasiun pompa. Pada sistem drainase yang lengkap, sebelum masuk ke badan air penerima air diolah dahulu pada instalasi pengolahan air limbah (IPAL), khususnya untuk sistem tercampur. Hanya air yang telah

memiliki baku mutu tertentu yang dimasukkan ke dalam badan air penerima biasanya sungai, sehingga tidak merusak lingkungan (Suripin, 2004).

Kriteria desain drainase perkotaan memiliki kekhususan, serta untuk perkotaan ada tambahan variabel desain seperti:

1. Keterkaitan dengan tata guna lahan.
2. Keterkaitan dengan *masterplan* drainase kota.
3. Keterkaitan dengan masalah sosial budaya.

Selain untuk pengeringan tanah atau menghambat terjadinya banjir, drainase dapat juga berfungsi untuk:

1. Pertanian

Tanah yang terlalu basah seperti rawa misalnya tidak dapat ditanami. Untuk dapat digunakan sebagai lahan pertanian, tanah rawa yang selalu basah perlu dikeringkan.

2. Bangunan

Untuk mendirikan bangunan (gedung, dan jalan lapangan terbang) diatas tanah yang basah perlu drainase agar tanah menjadi kering dan daya dukung tanah menjadi bertambah sehingga dapat mendukung beban bangunan diatasnya.

3. Kesehatan

Tanah yang digenangi air dapat menjadi tempat berkembangbiaknya nyamuk, sehingga perlu dikeringkan dengan sistem jaringan drainase. Pada tanah kering telur dan larva nyamuk tidak hidup. Sedangkan dari ilmu kesehatan gas-gas yang terdapat dirawa seperti gas metan tidak baik untuk kesehatan, sehingga tanah sekitar permukiman perlu dikeringkan.

4. Lanskap

Untuk pemandangan yang baik, tanah basah/berair harus dikeringkan sehingga dapat ditanami rumput atau tanaman-tanaman hias lainnya.

### 2.1.2 Jenis Drainase

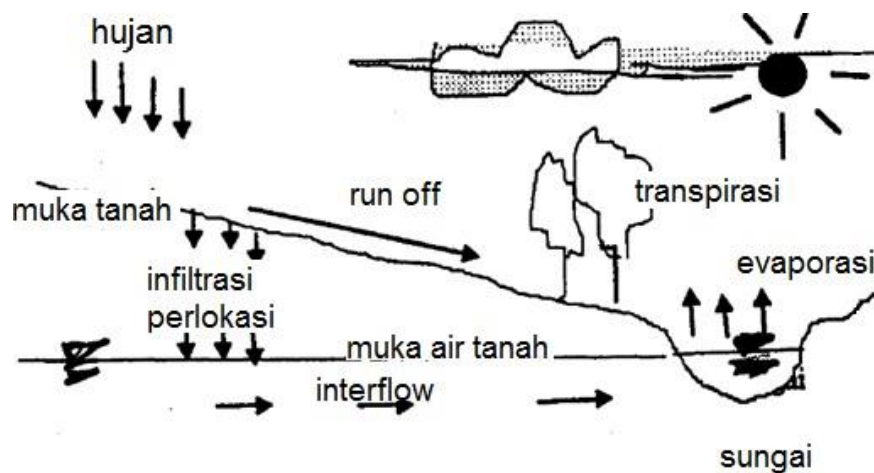
Drainase memiliki banyak jenis dan jenis drainase tersebut dilihat dari berbagai aspek (Wesli 2008). Adapun jenis-jenis saluran drainase dapat dibedakan sebagai berikut:

#### 1. Menurut sejarah terbentuknya

Drainase menurut sejarahnya terbentuk dalam berbagai cara, berikut ini cara terbentuknya drainase:

##### a. Drainase alamiah (*natural drainage*)

Drainase alamiah terbentuk melalui proses alamiah yang berlangsung lama. Saluran drainase terbentuk akibat gerusan air sesuai dengan kontur tanah. Drainase alamiah ini terbentuk pada kondisi tanah yang cukup kemiringannya, sehingga air akan mengalir dengan sendirinya, masuk ke sungai-sungai. Pada tanah yang cukup porous, air yang ada di permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah (infiltrasi).

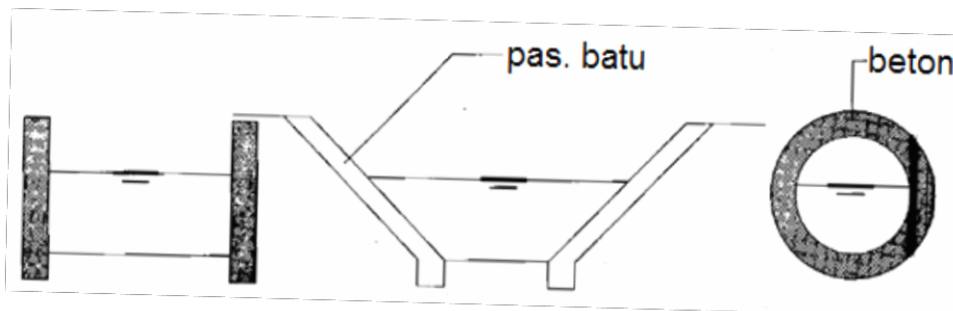


Gambar 2.1: Drainase alamiah pada saluran air.

Air yang meresap berubah menjadi aliran antara (*subsurface flow*) mengalir menuju sungai, dan dapat juga mengalir masuk ke dalam tanah (perkolasi) hingga ke air tanah yang kemudian bersama-sama dengan air tanah mengalir sebagai aliran air tanah menuju sungai.

b. Drainase buatan (*artificial drainage*)

Drainase buatan adalah sistem yang dibuat dengan maksud tertentu dan merupakan hasil rekayasa berdasarkan hasil hitungan-hitungan yang dilakukan untuk upaya penyempurnaan atau melengkapi kekurangan system drainase alamiah. Pada sistem drainase buatan memerlukan biaya-biaya baik pada perencanaannya maupun pada pembuatannya.



Gambar 2.2. Drainase buatan.

2. Menurut sistem pengalirannya

a. Drainase dengan sistem jaringan

Yakni suatu sistem pengeringan atau pengaliran air pada suatu kawasan yang dilakukan dengan mengalirkan air melalui system tata saluran dengan bangunan-bangunan pelengkapya.

b. Drainase dengan sistem resapan

Yakni system pengeringan atau pengaliran air yang dilakukan dengan menerapkan air ke dalam tanah. Cara resapan ini dapat dilakukan langsung terhadap genangan air di permukaan tanah ke dalam tanah atau melalui sumuran/resapan.

3. Menurut tujuan atau sasarannya

a. Drainase perkotaan

Yakni pengeringan atau pengaliran air dari wilayah perkotaan ke sungai yang melimpah wilayah perkotaan tersebut sehingga wilayah perkotaan tidak digenangi air.



b. Drainase daerah pertanian

Yakni pengeringan atau pengaliran air di daerah pertanian baik di persawahan maupun daerah sekitarnya yang bertujuan untuk mencegah kelebihan air agar pertumbuhan tanaman tidak terganggu.

c. Drainase lapangan terbang

Yakni pengeringan atau pengaliran air di kawasan lapangan terbang terutama pada runway dan taxiway sehingga kegiatan penerbangan baik takeoff, landing maupun taxiing tidak terhambat.

d. Drainase jalan raya

Yakni pengeringan atau pengaliran air di permukaan jalan yang bertujuan untuk menghindari kerusakan pada badan jalan dan menghindari kecelakaan lalu lintas.

e. Drainase jalan kereta api

Yakni pengeringan atau pengaliran di sepanjang jalur rel kereta api yang bertujuan untuk menghindari kerusakan pada jalur rel kereta api.

f. Drainase pada tanggul dan dam

Yakni pengaliran air daerah sisi luar tanggul dan dam yang bertujuan untuk mencegah keruntuhan tanggul dan dam akibat erosi rembesan aliran air.

g. Drainase lapangan olahraga

Yakni pengeringan atau pengaliran air pada suatu lapangan olahraga seperti lapangan bola kaki dan lainnya agar kegiatan tersebut tidak terganggu meskipun dalam kondisi hujan.

h. Drainase untuk keindahan kota

Yakni bagian dari drainase perkotaan, namun pembuatan drainase ini lebih ditujukan lebih pada sisi estetika seperti tempat rekreasi dan lainnya.

i. Drainase untuk kesehatan lingkungan

Yakni bagian dari drainase perkotaan, di mana pengeringan dan pengaliran air bertujuan untuk mencegah genangan yang dapat menimbulkan wabah penyakit.

j. Drainase untuk penambahan areal

Yakni pengeringan atau pengaliran air pada daerah rawa ataupun laut yang tujuannya sebagai upaya untuk menambah areal.

#### 4. Menurut letak saluran

Saluran drainase menurut letak bangunannya terbagi dalam beberapa bentuk, berikut ini bentuk drainase menurut letak bangunannya:

##### a. Drainase permukaan tanah (*surface drainage*)

Yakni system drainase yang salurannya berada di atas permukaan tanah yang pengaliran air terjadi karena adanya beda tinggi permukaan saluran (*Slope*).

##### b. Drainase bawah permukaan tanah (*sub surfacedrainage*)

Saluran ini bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media dibawah permukaan tanah (pipa-pipa) karena alasan-alasan tertentu. Alasan itu antara lain Tuntutan artistik, tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak membolehkan adanya saluran di permukaan tanah seperti lapangan sepak bola, lapangan terbang, taman dan lain-lain.

#### 5. Menurut fungsi drainase

Drainase berfungsi mengalirkan air dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah, berikut ini jenis drainase menurut fungsinya:

##### a. *Single purpose*

Yakni saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan, misalnya air hujan saja atau jenis air buangan yang lain.

##### b. *Multipurpose*

Yakni saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bercampur maupun bergantian, misalnya mengalirkan air buangan rumah tangga dan air hujan secara bersamaan.

#### 6. Menurut konstruksi

Dalam merancang sebuah drainase terlebih dahulu harus tahu jenis konstruksi apa drainase dibuat, berikut ini drainase menurut konstruksi.

##### a. Saluran terbuka

Yakni saluran yang konstruksi bagian atasnya terbuka dan berhubungan dengan udara luar. Saluran ini lebih sesuai untuk drainase hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup, ataupun drainase non hujan yang tidak membahayakan kesehatan/mengganggu lingkungan.

b. Saluran tertutup

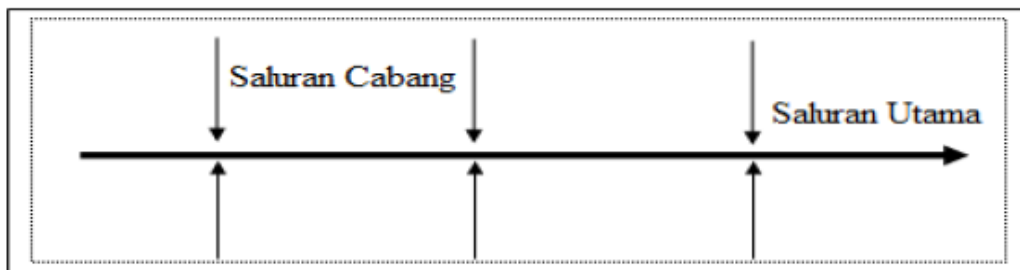
Yakni saluran yang konstruksi bagian atasnya tertutup dan saluran ini tidak berhubungan dengan udara luar. Saluran ini sering digunakan untuk aliran aliran kotor atau untuk saluran yang terletak di tengah kota.

### 2.1.3 Pola Jaringan Drainase

Menurut Wesli (2008) Pola jaringan drainase dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Pola siku

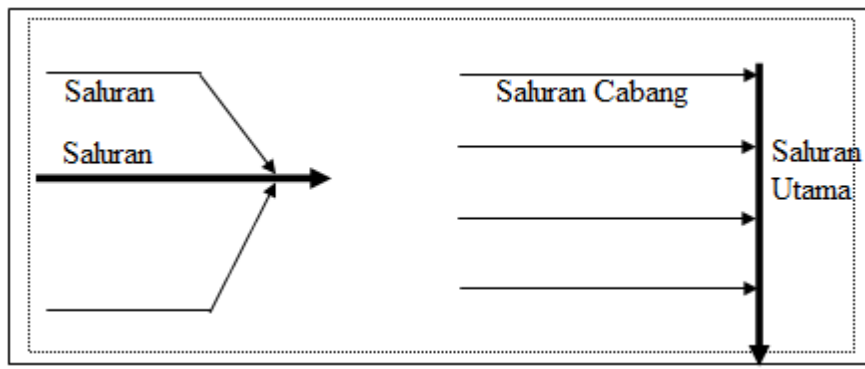
Pola siku adalah suatu pola dimana saluran cabang membentuk siku-siku pada saluran utama. Biasanya dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai dimana sungai merupakan saluran pembuang utama yang berada di tengah kota seperti Gambar 2.3.



Gambar 2.3: Pola jaringan siku.

2. Pola paralel

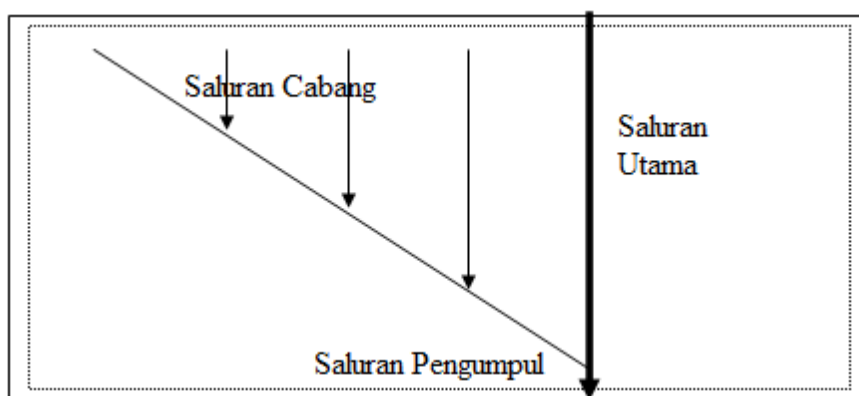
Pola paralel adalah suatu pola dimana saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang yang pada bagian akhir saluran cabang dibelokan menuju saluran utama. Pada pola paralel saluran cabang cukup banyak dan pendek pendek seperti Gambar 2.4.



Gambar 2.4: Pola jaringan parallel.

### 3. Pola *grid iron*

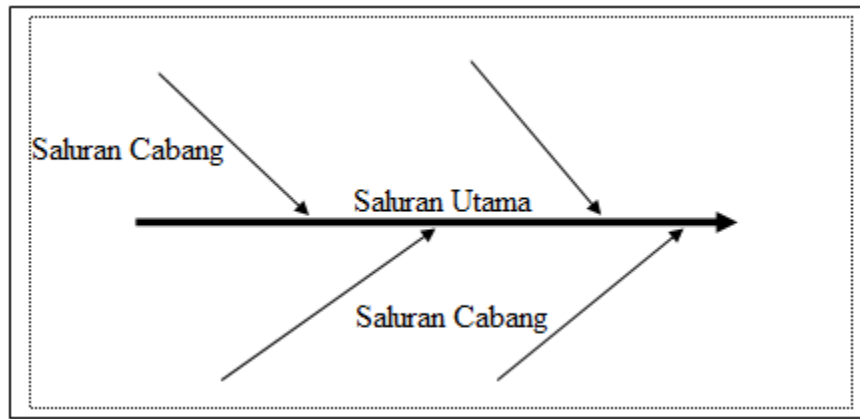
Pola *grid iron* adalah pola jaringan drainase dimana sungai terletak dipinggiran kota. Sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul kemudian dialirkan pada sungai seperti Gambar 2.5.



Gambar 2.5: Jaringan *grid iron*.

### 4. Pola alamiah

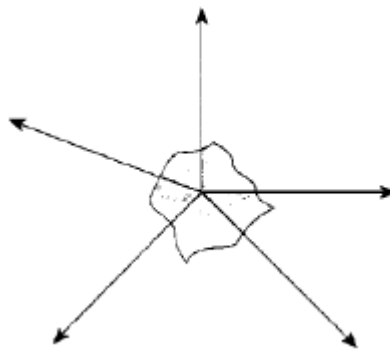
Pola alamiah adalah suatu pola jaringan drainase yang hampir sama dengan pola siku dimana sungai sebagai saluran berada ditengah kota, namun jaringan saluran cabang tidak terlalu terbentuk siku terhadap saluran utama atau sungai seperti Gambar 2.6.



Gambar 2.6: Pola jaringan alamiah.

5. Pola radial

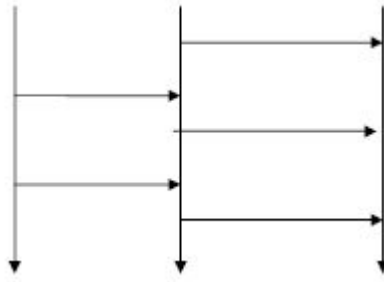
Pola radiah adalah pola jaringan drainase yang mengalirkan air dari pusat sumber air memencar ke berbagai arah, pola ini sangat cocok digunakan pada daerah yang bukit seperti diperlihatkan pada Gambar 2.7



Gambar 2.7: Pola jaringan radial.

6. Pola jaring-jaring

Pola jarring-jaring adalah pola drainase yang mempunyai saluran-saluran pembuang mengikuti arah jalan raya. Pola ini sangat cocok untuk daerah yang topografinya datar.



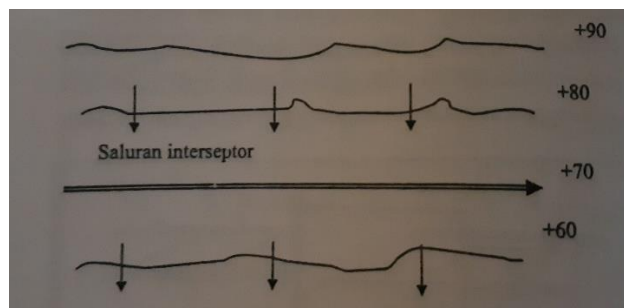
Gambar 2.8: Pola jaringan jaring-jaring.

#### 2.1.4 Fungsi Saluran Drainase

Menurut Wesli (2008) Dalam sebuah drainase digunakan saluran sebagai sarana pengaliran air yang terdiri dari saluran interceptor, saluran kolektor dan saluran konveyor, Masing-masing saluran mempunyai fungsi yang berbeda yaitu:

a. Saluran Interseptor

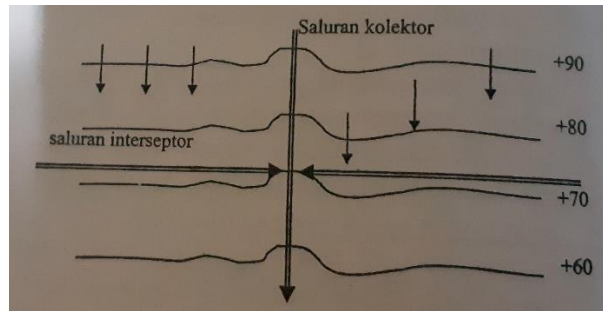
Yakni saluran yang berfungsi sebagai pencegah terjadinya pembebanan aliran dari suatu daerah terhadap daerah lain di bawahnya.



Gambar 2.9: Posisi saluran interseptor.

b. Saluran Kolektor

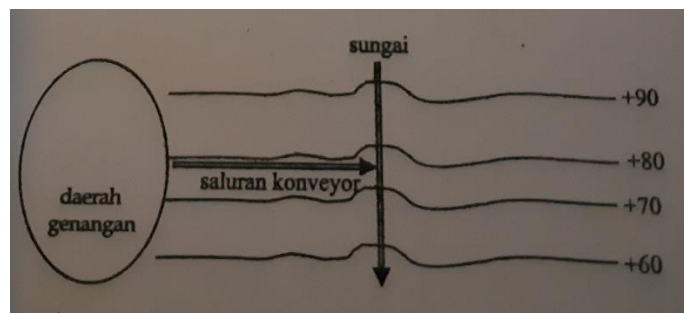
Saluran kolektor berfungsi sebagai pengumpul aliran dari saluran drainase yang lebih kecil, misalnya saluran interseptor.



Gambar 2.10: Posisi saluran kolektor.

c. Saluran Konveyor

Saluran konveyor adalah saluran yang berfungsi sebagai saluran pembawa seluruh air buangan dari suatu daerah ke lokasi pembuang, misalnya ke sungai tanpa membahayakan daerah yang dilaluinya.



Gambar 2.11: Posisi saluran konveyor.

### 2.1.5 Drainase Perkotaan

Perkembangan perkotaan memerlukan perbaikan dan penambahan fasilitas sistem pembuangan air hujan. Dimana sistem pembuangan air hujan bertujuan untuk:

- Arus air hujan yang sudah berbahaya atau mengganggu lingkungan secepat mungkin dibuang pada badan air penerima, tanpa erosi dan penyebaran polusi atau endapan.
- Tidak terjadi genangan, banjir dan becek-becek.

Masalah di atas sudah merupakan permasalahan yang harus di tangani secara sungguh-sungguh, terutama bagi daerah-daerah yang selalu mengalami setiap

musim hujan. Air hujan yang di atur di angkasa di kendalikan dan di atur guna memenuhi berbagai kegunaan untuk penyehatan (Hendrasarie, 2005). Pengendalian banjir, drainase, pembuangan air limbah merupakan penerapan teknik pengendalian air, sehingga tidak menimbulkan kerusakan yang melebihi batas-batas kelayakan terhadap harga benda, gangguan terhadap lingkungan pemukiman serta masyarakat dan sarana aktivitasnya bahkan terhadap nyawanya. Penyediaan air, irigasi, pembangkit listrik tenaga air, alur-alur transportasi air dan badan-badan air sebagai tempat rekreasi adalah merupakan pemanfaatan sumber daya air, sehingga perlu dilestarikan eksistensinya, dipelihara kualitas keindahannya serta pemanfaatannya. Drainase dengan sistem konservasi lahan dan air merupakan langkah awal dari usaha pelestarian eksistensinya sumber daya air tawar di bumi ini.

Untuk drainase perkotaan dan jalan raya umumnya dipakai saluran dengan lapisan. Selain alasan seperti dikemukakan di atas, estetika dan kestabilan terhadap gangguan dari luar seperti lalu lintas merupakan alasan lain yang menuntut saluran drainase perkotaan dan jalan raya dibuat dari saluran dengan lapisan. Saluran ini dapat berupa saluran terbuka atau saluran yang diberi tutup dengan lubang-lubang kontrol di tempat-tempat tertentu. Saluran yang diberi tutup ini bertujuan supaya saluran memberikan pandangan yang lebih baik atau ruang gerak bagi kepentingan lain di atasnya (Wesli, 2008).

Tabel 2.1: Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan (Suripin, 2004).

Luas DAS (ha)	Perioede Ulang (tahun)	Metode Perhitungan Debit Banjir
<10	2	Rasional
10-100	2-5	Rasional
101-500	5-20	Rasional
>500	10-25	Hidrograf Satuan

## 2.2 Banjir

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



Banjir 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 di bagian hulu biasanya arus banjirnya deras, daya gerusnya besar, tetapi durasinya pendek. Sedangkan di bagian hilir arusnya tidak deras (karena landai), tetapi durasi banjirnya panjang.

### **2.2.1. Jenis-Jenis Banjir**

Banjir dibedakan atas peristiwanya:

1. Peristiwa banjir atau genangan yang terjadi pada daerah yang biasanya terjadi banjir.
2. Peristiwa banjir terjadi karena limpasan air dari sungai, karena debit air tidak mampu dialirkan oleh aliran sungai atau debit air lebih besar dari kapasitas pengaliran sungai yang ada.

Peristiwa banjir sendiri tidak terjadi permasalahan, apabila tidak mengganggu terhadap aktivitas dan kepentingan manusia dan permasalahan itu timbul setelah manusia melakukan kegiatan pada daerah dataran banjir, untuk mengurangi kerugian akibat banjir.

### **2.2.2 Banjir Rencana**

Menurut Rachmawati (2010) Debit banjir rencana adalah debit yang dipakai sebagai dasar untuk perhitungan bangunan air yang akan direncanakan dan merupakan debit terbesar yang mungkin terjadi di suatu daerah dengan peluang kejadian tertentu. Perhitungan debit banjir rencana untuk saluran drainase terdiri dari debit air kotor dan debit air hujan .

Banjir rencana tidak boleh kita tetapkan terlalu kecil agar jagan terlalu sering terjadi ancaman pengrusakan bangunan atau daerah disekitarnya. Tetapi juga tidak boleh terlalu besar sehingga ukuran bangunan tidak ekonomis. Jatuhnya hujan terjadi menurut suatu pola dan suatu siklus tertentu. Hanya kadang-kadang terjadi penyimpangan-penyimpangan pada pola itu tetapi biasanya kembali pada pola yang teratur, perlu diadakan pertimbangan-pertimbangan hidro ekonomis.

## **2.3 Analisa Hidrologi**

Analisa hidrologi tidak hanya diperlukan dalam perencanaan berbagai macam bangunan air seperti bendungan, bangunan pengendali banjir dan irigasi. Tetapi juga bangunan jalan raya, lapangan terbang dan bangunan lainnya, tetapi juga bangunan jalan raya, lapangan terbang, dan bangunan lainnya, dan juga analisa hidrologi diperlukan untuk perencanaan drainase, culvert, maupun jembatan yang melintasi sungai atau saluran (Suripin, 2004). Drainase yang direncanakan dalam hal ini untuk dapat menampung air hujan atau air limbah daerah sekitar dan mengalirkannya ke sungai atau ke tempat-tempat pembuangan lainnya. Saluran drainase ini ukurannya direncanakan sedemikian rupa sehingga cukup untuk mengalirkan sejumlah volume air tertentu dalam suatu waktu yang lama atau yang disebut dengan debit ( $Q$ ).

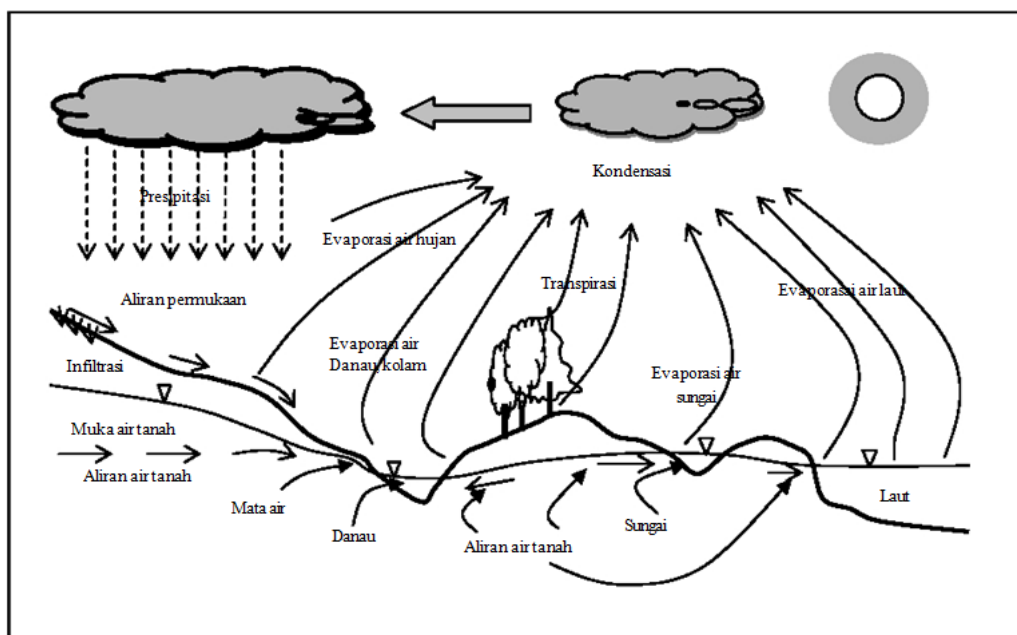
Pada perencanaan saluran drainase terdapat masalah yaitu berapakah besar debit air yang harus disalurkan melalui saluran tersebut. Karena debit air ini tergantung kepada curah hujan tidak tetap (berubah-ubah) maka debit air yang akan ditampung saluran juga pasti akan berubah-ubah. Dalam hal perencanaan saluran drainase kita harus menetapkan suatu besarnya debit rencana (debit banjir rencana) jika memilih atau membuat debit rencana tidak bisa kecil, maka nantinya dapat berakibat air didalam saluran akan meluap dan sebaliknya juga tidak boleh mengambilnya terlalu besar karena dapat juga berakibat saluran yang kita rencanakan tidak ekonomis. Kita harus dapat memperhitungkan besarnya debit didalam saluran drainase agar dapat memilih suatu debit rencana. Didalam memilih debit rencana maka diambil debit banjir maximum pada daerah perencanaan.

### **2.3.1 Siklus Hidrologi**

Dalam perencanaan suatu bangunan air yang berfungsi untuk pengendalian penggunaan air antara lain yang mengatur aliran sungai, pembuatan waduk-waduk dan saluran-saluran yang sangat diperlukan untuk mengetahui perilaku siklus yang Saluran utama disebut dengan siklus hidrologi. Menurut Rurung dkk. (2019) Air laut menguap karena radiasi matahari menjadi awan kemudian awan yang terjadi oleh penguapan air bergerak di atas daratan karena tertiuang angin. Presipitasi yang

terjadi oleh tabrakan antara butir-butir uap air akibat desakan angin, dapat berbentuk hujan atau salju. Setelah jatuh ke permukaan tanah, akan menimbulkan limpasan (*runoff*) yang mengalir kembali ke laut. Dalam usahanya untuk mengalir kembali ke laut beberapa di antaranya masuk kedalam tanah (infiltrasi) dan bergerak terus ke bawah (perkolasi) ke dalam daerah jenuh (*saturated zone*) yang terdapat di bawah permukaan air tanah atau juga yang dinamakan permukaan freatik.

Menurut Suripin (2014) secara keseluruhan jumlah air di planet bumi ini relative tetap dari masa ke masa. Air di bumi mengalami suatu siklus melalui serangkaian peristiwa yang berlangsung terus menerus, dimana kita tidak tahu kapan dan darimana berawalnya dan kapan pula akan berakhir. Serangkaian peristiwa tersebut dinamakan siklus hidrologi (*Hydrologic Cycle*).



Gambar 2.12: Siklus hidrologi.

### 2.3.2 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Menurut Suripin (2004) Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya, kala-ulang adalah waktu hipotetik di mana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Sedangkan menurut Wesli (2008) Periode Ulang Hujan adalah waktu

perkiraan dimana suatu data hujan akan mencapai suatu harga tertentu disamai atau kurang dari atau lebih. Dalam perencanaan saluran drainase periode ulang yang dipergunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkap hujan yang akan di keringkan.

Distribusi frekuensi digunakan untuk memperoses probabilitas besaran curah hujan rencana dalam berbagai periode ulang. Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya, kala-ulang (*return period*) adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu disamai atau dilampaui. Dalam hal ini tidak terkandung pengertian bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teratur setiap kala ulang tersebut. Dasar perhitungan distribusi frekuensi adalah parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi dan koefisien skewness (kecondongan atau kemencengan).

Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi yang digunakan dalam bidang hidrologi adalah:

- a. Distribusi Log Person Tipe III
- b. Distribusi Gumbel

### **2.3.2.1 Distribusi Log Person Tipe III**

Distribusi Log Person Tipe III banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum(debit minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk distribusi Log Person Tipe III merupakan hasil dari transformasi dari distribusi Log Person tipe III dengan mengganti varian menjadi nilai logaritma. Data hujan harian maksimum tahunan sebanyak n tahun diubah dalam bentuk logaritma. Langkah-langkah dalam perhitungan curah hujan rencana berdasarkan perhitungan Log Person Type III sebagai berikut (Suripin, 2004).

1. Ubah data ke dalam bentuk logaritmis,  $X = \log X$
2. Hitung rata-rata logaritma dengan rumus:

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (2.1)$$

3. Hitung simpangan baku dengan rumus:

$$Sd = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2} \quad (2.2)$$

4. Hitung Koefisien kemenangan dengan rumus:

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} \quad (2.3)$$

5. Hitung logaritma curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu:

$$\log X_T = \log \bar{X} + K \cdot Sd \quad (2.4)$$

Keterangan:

LogX = Rata-rata logaritma

n = Banyaknya tahun pengamatan

Sd = Standar deviasi

G = Koefisien kemenangan

K = Variabel standar (*standardized variabel*) untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemiringan G (Tabel 2.4).

Besarnya harga *K* berdasarkan nilai *G* dan tingkat probabilitasnya dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2: Distribusi log pearson type III untuk koefisien kemencengan *G* (Suripin, 2004).

Interval kejadian ( <i>Recurrence interval</i> ), tahun (periode ulang)								
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
Koef, G	Persentase peluang terlampaui ( <i>Percent chance of being exceeded</i> )							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,192	3,605

Tabel 2.2: Lanjutan.

Interval kejadian ( <i>Recurrence interval</i> ), tahun (periode ulang)								
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
Koef, G	Persentase peluang terlampaui ( <i>Percent chance of being exceeded</i> )							
	99	80	50	20	10	4	2	1
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-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

### 2.3.2.2 Distribusi Gumbel

Faktor frekuensi untuk distribusi ini dapat dihitung dengan mempergunakan persamaan sebagai berikut:

1. Besarnya curah hujan rata-rata dengan rumus:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (2.5)$$

2. Hitung standar deviasi dengan rumus:

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

3. Hitung besarnya curah hujan untuk periode ulang t tahun dengan rumus:

$$X_T = \bar{x} + \frac{Y_T - Y_n}{\sigma_n} Sd \quad (2.7)$$

Keterangan:

$X_t$  = Besarnya curah hujan untuk t tahun (mm)

$Y_t$  = Besarnya curah hujan rata-rata untuk t tahun (mm)

$Y_n$  = *Reduce mean deviasi* berdasarkan sampel n

$\sigma_n$  = *Reduce standar deviasi* berdasarkan sampel n

n = Jumlah tahun yang ditinjau

Sd = Standar deviasi (mm)

$\bar{x}$  = Curah hujan rata-rata (mm)

$X_i$  = Curah hujan maximum (mm)

Harga  $Y_n$  berdasarkan banyaknya sampel n dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3: Harga  $Y_n$  berdasarkan banyaknya sampel n (Suripin, 2014).

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	,495	,449	,503	,507	,510	,512	,515	,518	,520	,552
20	,523	,525	,526	,528	,529	,530	,532	,533	,534	,535
30	,536	,537	,538	,538	,539	,540	,541	,541	,542	,543
40	,543	,544	,544	,545	,545	,546	,546	,547	,547	,548

Tabel 2.3: *Lanjutan.*

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	,548	,549	,549	,549	,550	,550	,550	,551	,551	,551
60	,552	,552	,552	,553	,553	,553	,553	,554	,554	,554
70	,554	,555	,555	,555	,555	,555	,555	,556	,556	,556
80	,556	,557	,557	,557	,557	,558	,558	,558	,558	,558
90	,558	,558	,558	,559	,559	,559	,559	,559	,559	,559
100	,560									

Hubungan periode ulang untuk t tahun dengan curah hujan rata-rata dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4: Periode ulang untuk t tahun (Suripin, 2004).

Kata ulang (tahun)	Faktor reduksi (Yt)
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2504
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

Harga *reduce standar deviasi* ( $\sigma_n$ ) dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5: Hubungan *reduce standar deviasi* ( $\sigma_n$ ) dengan banyaknya sampel (n) (Suripin, 2004).

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,94	0,96	0,98	0,99	1	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05



Tabel 2.5: *Lanjutan.*

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	1,06	1,06	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,1	1,1	1,1
30	1,11	1,11	1,11	1,12	1,12	1,12	1,13	1,13	1,13	1,3
40	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
50	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
60	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
70	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
80	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
90	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
100	1,2									

### 2.3.3 Uji Kecocokan Distribusi

Menurut Suripin (2004) untuk menguji kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut.. Pengujian parameter yang dipakai adalah uji Chi-Square dan uji Smirnov-Kolmogorov.

#### 2.3.3.1 Uji Chi-Square

Uji Chi-Square adalah salah satu uji statistik paramatik yang cukup sering digunakan dalam penelitian. Uji Chi-Square ini biasa diterapkan untuk pengujian kenormalan data, pengujian data yang berlevel nominal atau untuk menguji perbedaan dua atau lebih proposi sampel. Uji Chi-Square diterapkan pada kasus dimana akan uji diamati (data observasi) berbeda secara nyata atautakah tidak dengan frekuensi yang diterapkan. 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  $X^2$ , oleh karena itu disebut dengan Uji-chi-square.

Uji Chi-Square digunakan untuk menguji distribusi pengamatan, apakah sampel memenuhi syarat distribusi yang di uji atau tidak. Adapun prosedur perhitungan Uji Chi-Square adalah sebagai berikut:

1. Menghitung jumlah kelas dengan Pers. 2.8.

$$K = 1 + 3,322 \log n \quad (2.8)$$

Dimana:

$K$  = Jumlah kelas

$n$  = Banyaknya data

2. Membuat kelompok-kelompok kelas sesuai dengan jumlah kelas.
3. Menghitung frekuensi pengamatan  $O_j = n/\text{jumlah kelas}$ .
4. Mencari besarnya curah hujan yang masuk dalam batas kelas ( $E_j$ ).
5. Menghitung dengan menggunakan Pers. 2.9.

$$X^2 = \sum_{j=1}^k \frac{(O_j - E_j)^2}{E_j} \quad (2.9)$$

Dimana:

$X^2$  = Parameter chi-kuadrat terhitung

$k$  = Jumlah kelas

$O_j$  = Frekuensi pengamatan kelas

$E_j$  = Frekuensi teoritis kelas

6. Menentukan  $X^2_{cr}$  dari tabel dengan menentukan taraf signifikan ( $\alpha$ ) dan derajat kebebasan ( $Dk$ ) dengan menggunakan Pers. 2.10.

$$Dk = K - (p + 1) \quad (2.10)$$

Dimana:

$Dk$  = Derajat kebebasan

$K$  = Jumlah kelas

$p$  = Banyaknya parameter untuk Uji Chi-Square adalah 2

Menyimpulkan hasil dari tabel perhitungan  $X^2$  hitung  $< X^2_{cr}$  maka distribusi terpenuhi dan apabila nilai  $X^2$  hitung  $> X^2_{cr}$  maka distribusi tidak terpenuhi. Untuk melihat nilai distribusi yang tertera pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6: Nilai kritis untuk distribusi Chi-Square).

d <sup>k</sup>	α derajat kepercayaan							
	t <sub>0,995</sub>	t <sub>0,99</sub>	t <sub>0,975</sub>	t <sub>0,95</sub>	t <sub>0,95</sub>	t <sub>0,025</sub>	t <sub>0,01</sub>	t <sub>0,005</sub>
1	0,39	0,16	0,098	0,393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,100	0,201	0,506	0,103	5,991	6,783	9,210	10,597
3	0,717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	24,995
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,598
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,884	7,633	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	34,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,497	38,982	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,298	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,264	42,920	45,558
25	10,52	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,16	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,920

### 2.3.3.2 Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu (Suripin, 2004). Hal itu dikarenakan nilai uji yang terdapat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7: Nilai kritis D<sub>0</sub> untuk uji Smirnov-Kolmogorov (Suripin, 2004).

N	Derajat kepercayaan, α			
	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
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32

Tabel 2.7: *Lanjutan.*

N	Derajat kepercayaan, $\alpha$			
	0,20	0,10	0,05	0,01
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	$\frac{1,07}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

Prosedur dasarnya mencakup perbandingan antara probabilitas kumulatif lapangan dan distribusi kumulatif fungsi yang ditinjau. Sampel yang berukuran n, diatur dengan urutan yang meningkat. Dari data yang diatur akan membentuk suatu fungsi frekuensi kumulatif tangga. Prosedur pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Urutan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut:  
 $X_1 = P(X_1)$   
 $X_2 = P(X_2)$   
 $X_3 = P(X_3)$ , dan seterusnya.
2. Urutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya).  
 $X_1 = P'(X_1)$   
 $X_2 = P'(X_2)$   
 $X_3 = P'(X_3)$ , dan seterusnya.
3. Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih terbesarnya antar peluang pengamatan dengan peluang teoritis.
4. Berdasarkan tabel nilai kritis (*smirnov-kolmogorov test*) tentukan nilai kritis ( $D_0$ ).

Apabila nilai  $D$  lebih kecil dari nilai  $D_0$  maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, tetapi apabila nilai  $D$  lebih besar dari nilai  $D_0$  maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan distribusi tidak dapat diterima.

#### **2.3.4 Daerah Tangkapan Hujan (*Catchment area*)**

*Catchment area* adalah suatu daerah tadah hujan dimana air yang mengalir pada permukaannya ditampung oleh saluran yang bersangkutan. Sistem drainase yang baik yaitu apabila ada hujan yang jatuh di suatu daerah harus segera dapat dibuang, untuk itu dibuat saluran yang menuju saluran utama.

Untuk menentukan daerah tangkapan hujan tergantung kepada kondisi lapangan suatu daerah dan situasi topografinya / elevasi permukaan tanah suatu wilayah disekitar saluran yang bersangkutan yang merupakan daerah tangkapan hujan dan mengalirkan air hujan kesaluran drainase. Untuk menentukan daerah tangkapan hujan (*Cathment area*) sekitar drainase dapat diasumsikan dengan membagi luas daerah yang akan ditinjau.

#### **2.3.5 Koefisien Pengaliran (C)**

Menurut Supriyani dkk. (2012) Koefisien pengaliran adalah perbandingan antara jumlah air yang mengalir di suatu daerah akibat turunnya hujan dengan jumlah air hujan yang turun di daerah tersebut. Besarnya koefisien pengaliran tergantung pada keadaan daerah pengaliran dan karakteristik hujan

Menurut Hendratta (2014) Faktor yang penting yang mempengaruhi besarnya koefisien pengaliran adalah keadaan hujan, luas daerah pengaliran, kemiringan lahan, daya infiltrasi dan perkolasi tanah serta tata guna lahan.

Besaran ini dipengaruhi oleh tata guna lahan, kemiringan lahan, jenis dan kondisi tanah. Pemilihan koefisien pengaliran harus memperhitungkan kemungkinan adanya perubahan tata guna lahan dikemudian hari. Koefisien pengaliran mempunyai nilai antara dan sebaliknya nilai pengaliran untuk analisis dipergunakan nilai terbesar atau nilai maksimum (Wesli,2008). Koefisien pengaliran secara umum diperlihatkan pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8: Koefisien limpasan untuk Metode Rasional (Suripin, 2004).

Deskripsi lahan / karakter permukaan	Koefisien Aliran (c)
<b>Business</b>	
Perkotaan	0,70 – 0,95
Pinggiran	0,50 – 0,70
<b>Perumahan</b>	
rumah tunggal	0,30 – 0,50
<b>Perdesaan</b>	0,40 – 0,70
multiunit, terpisah	0,40 – 0,60
multiunit, tergabung	0,60 – 0,75
Perkampungan	0,25 – 0,40
Apartemen	0,50 – 0,70
<b>Industri</b>	
Ringan	0,50 – 0,80
Berat	0,60 – 0,90
<b>Perkerasan</b>	
aspal dan beton	0,70 – 0,65
batu bata, paving	0,50 – 0,70

### 2.3.6 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 rencana debit banjir maksimum periode ulang 5 tahun yang mempunyai makna kemungkinan banjir maksimum tersebut disamai atau dilampaui 1 kali dalam 5 tahun atau 2 kali dalam 10 tahun atau 25 kali dalam 100 tahun (Suripin, 2004).

Penetapan debit banjir maksimum periode 100 tahun ini berdasarkan pertimbangan:

- a. Resiko akibat genangan yang ditimbulkan oleh hujan relatif kecil dibandingkan dengan banjir yang ditimbulkan meluapnya sebuah sungai.

- b. Luas lahan diperkotaan relatif terbatas apabila ingin direncanakan saluran yang melayani debit banjir maksimum periode ulang lebih besar dari 100 tahun.
- c. 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). Untuk debit air limbah rumah tangga diestimasikan 25 liter perorang perhari.

Dalam perencanaan saluran drainase dapat dipakai standar yang telah ditetapkan, baik debit rencana (periode ulang) dan cara analisis yang dipakai, tinggi jagaan, struktur saluran, dan lain-lain. Tabel 2.9 berikut menyajikan standar desain saluran drainase berdasar “Pedoman Drainase Perkotaan dan Standar Desain Teknis”.

Tabel 2.9: Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan (Suripin, 2004).

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	Hidrograf satuan

### 2.3.6.1 Metode Rasional

Menurut Suripin (2004) Metode untuk memperkirakan laju aliran permukaan puncak yang umum dipakai adalah metode Rasional USSCS (1993). Metode ini sangat simple dan mudah penggunaannya, namun penggunaannya terbatas. Karena model ini merupakan model kotak hitam, maka tidak dapat menerangkan hubungan curah hujan dan aliran permukaan dalam bentuk hidrograf. Secara matematis dapat ditulis dalam Pers. 2.11.

$$Q = 0,00278 C. I. A \tag{2.11}$$

Dimana:

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

C = koefisien aliran permukaan.

I = intensitas curah hujan (mm/jam).

A = luas daerah aliran (Ha).

Rumus diatas berlaku untuk daerah yang luas pengalirannya tidak lebih dari 80 Ha, sedangkan untuk daerah yang luas pengalirannya lebih besar dari 80 Ha maka rumus rasional diatas harus dirubah menjadi Pers. 2.12.

$$Q = 0,00278 C \cdot C_s \cdot I \cdot A \quad (2.12)$$

Dimana:

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

I = intensitas curah hujan (mm/jam).

A = luas daerah aliran (Ha).

C = koefisien aliran permukaan.

C<sub>s</sub> = koefisien tampungan.

$$C_s = \frac{2T_c}{2T_c + T_d} \quad (2.13)$$

Dimana:

C<sub>s</sub> = koefisien tampung.

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).

### 2.3.7 Intensitas Hujan

Menurut Restiani dkk. (2015) intensitas hujan adalah tinggi curah hujan dalam periode tertentu yang dinyatakan dalam satuan mm/jam.. Besarnya intensitas hujan berbeda-beda, tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data hujan baik secara statistik maupun secara empiris. Intensitas hujan ialah ketinggian hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu air hujan terkonsentrasi. Biasanya intensitas



hujan dihubungkan dengan durasi hujan jangka pendek misalnya 5 menit, 30 menit, 60 menit dan jam-jaman.

Intensitas hujan adalah termasuk dari karakteristik hujan yang juga terdapat durasi hujan yaitu lama kejadian (menitan, jam-jaman, harian) diperoleh dari hasil pencatatan alat pengukur hujan otomatis. Dalam perencanaan drainase durasi hujan ini sering dikaitkan dengan waktu konsentrasi, khususnya pada drainase perkotaan diperlukan durasi yang relatif pendek mengingat akan toleransi terhadap lamanya genangan. Selanjutnya lengkung intensitas hujan adalah grafik yang menyatakan hubungan antara intensitas hujan dengan durasi hujan, hubungan tersebut dinyatakan dalam bentuk lengkungan intensitas hujan kala ulang hujan tertentu (Wesli, 2008).

Intensitas hujan termasuk hal yang terpenting dalam melaksanakan atau menganalisis hidrologi suatu daerah drainase. Maka daripada itu akan dijelaskan teori perhitungan debit rencana, yakni perhitungan curah hujan dengan jangka waktu yang bervariasi untuk menentukan suatu volume debit saluran. Untuk menentukan intensitas hujan adalah dengan menggunakan rumus-rumus empiris yang menyatakan hubungan antara intensitas hujan dengan lamanya hujan Mononobe.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[ \frac{24}{t} \right]^{2/3} \quad (2.14)$$

Dimana:

I = intensitas hujan (mm/jam).

t = lamanya hujan (jam).

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

Rumus mononobe sering digunakan di Jepang, digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan setiap berdasarkan data curah hujan harian.

Menurut Guntoro dkk. (2017) Perhitungan intensitas curah hujan bertujuan untuk mengetahui tinggi hujan historis yang mengakibatkan banjir. Menurut hasil pengamatan, informasi instansi terkait dan historis hujan, bahwa durasi hujan di lokasi studi, rata-rata terjadi dalam enam jam.

### 2.3.7.1 Analisa Curah Hujan

Menurut Dewi dkk. (2014) Analisis frekuensi adalah suatu analisa data hidrologi dengan menggunakan statistika yang bertujuan untuk memprediksi suatu besaran hujan atau debit dengan masa ulang tertentu. Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya, kala ulang (*return period*) diartikan sebagai waktu dimana hujan atau debit dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui sekali dalam jangka waktu tersebut.

Hujan merupakan komponen yang sangat penting dalam analisis hidrologi. Pengukuran hujan dilakukan selama 24 jam baik secara manual maupun otomatis, dengan cara ini berarti hujan yang diketahui adalah hujan total yang terjadi selama satu hari. Dalam analisa digunakan curah hujan rencana, hujan rencana yang dimaksud adalah hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menghitung intensitas hujan, kemudian intensitas ini digunakan untuk mengestimasi debit rencana. Untuk berbagai kepentingan perancangan drainase tertentu data hujan yang diperlukan tidak hanya data hujan harian, tetapi juga distribusi jam atau menit. Hal ini akan membawa konsekuensi dalam pemilihan data, dan dianjurkan untuk menggunakan data hujan hasil pengukuran dengan alat ukur otomatis. Dalam perencanaan saluran drainase periode ulang (*return periode*) yang dipergunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkapan hujan yang akan dikeringkan. Menurut pengalaman, penggunaan periode ulang untuk perencanaan:

- Saluran kwarter : Periode ulang 1 tahun
- Saluran tersier : Periode ulang 2 tahun
- Saluran sekunder : Periode ulang 5 tahun
- Saluran primer : Periode ulang 10 tahun

Dalam pemilihan suatu teknik analisis penentuan banjir rencana tergantung dari data-data yang tersedia dan macam dari bangunan air yang akan dibangun.

## 2.4 Analisa Hidrolika

Zat cair dapat diangkut dari suatu tempat lain melalui bangunan pembawa alamiah maupun buatan manusia. Bangunan pembawa ini dapat berupa 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*).

Menurut Ubaidillah dkk. (2012) Di dalam hidrologi, salah satu aspek analisa yang diharapkan dihasilkan untuk menunjang perencanaan bangunan-bangunan hidraulik adalah penetapan besaran- besaran rancangan, baik hujan, banjir maupun unsur hidrologi lainnya. Hal ini merupakan satu masalah yang cukup rumit karena di satu pihak dituntut hasil yang memadai, namun di pihak lain sarana yang

Aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran saluran terbuka (*open channel flow*) maupun saluran tertutup (*pipe flow*). Pada aliran saluran terbuka terdapat permukaan air yang bebas (*free surface*). Permukaan bebas ini dapat dipengaruhi oleh tekanan udara luar secara langsung. Sedangkan pada aliran saluran tertutup tidak terdapat permukaan yang bebas, hal ini dikarenakan seluruh saluran diisi oleh air. Pada aliran saluran tertutup permukaan air secara tidak langsung dipengaruhi oleh tekanan udara luar kecuali hanya oleh tekanan hidraulika yang ada dalam aliran saja. Pada aliran terbuka untuk penyederhanaan dianggap bahwa aliran sejajar, kecepatan beragam dan kemiringan kecil. Dalam hal ini permukaan air merupakan garis derajat hidraulika dan dalam air sama dengan tinggi tekanan. Meskipun kedua jenis aliran hampir sama, penyelesaian masalah aliran dalam saluran terbuka jauh lebih sulit dibandingkan dengan aliran pipa tekan. Hal ini disebabkan karena permukaan air bebas cenderung berubah sesuai dengan waktu, ruang dan juga bahwa kedalam aliran, debit, kemiringan dasar saluran dan kedudukan permukaan bebas saling bergantung satu sama lainnya. Aliran dalam suatu saluran tertutup tidak selalu merupakan aliran pipa.

Berdasarkan konsistensi bentuk penampang dan kemiringan dasarnya saluran terbuka dapat diklasifikasikan menjadi:

- a. Saluran prismatic (*prismatic channel*) yaitu saluran yang bentuk penampang melintang dan kemiringan dasarnya tetap.  
Contoh: saluran drainase, saluran irigasi.
- b. Saluran non prismatic (*non prismatic channel*) yaitu saluran yang berbentuk penampang melintang dan kemiringan dasarnya berubah-ubah.  
Contoh: sungai.

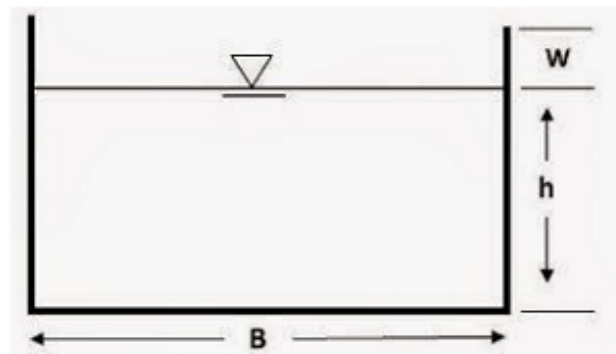
Aliran pada saluran terbuka terdiri dari saluran alam (*natural channel*) seperti sungai-sungai kecil di daerah hulu atau pegunungan hingga sungai besar di muara, dan saluran buatan (*artificial channel*) seperti saluran drainase di tepi jalan, saluran irigasi untuk mengairi persawahan, saluran pembuangan, saluran untuk membawa air ke pembangkit listrik tenaga air, saluran untuk supply air minum, dan saluran banjir. Saluran buatan dapat berbentuk segitiga, trapesium, segiempat, bulat, setengah lingkaran, dan bentuk tersusun.

#### 2.4.1 Dimensi Penampang Saluran

Potongan melintang saluran yang paling ekonomis adalah saluran yang dapat melewati debit maksimum untuk luas penampang basah, kekerasan dan kemiringan dasar tertentu (Suripin, 2004).

a. Penampang Berbentuk Persegi

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



Gambar 2.13: Penampang persegi panjang.

Untuk penampang persegi paling ekonomis:

Luas penampang ( $A$ ):

$$A = B \times h \tag{2.15}$$

Keliling basah (P):

$$P = (2 \times h) + B \quad (2.16)$$

Jari-jari hidrolis R:

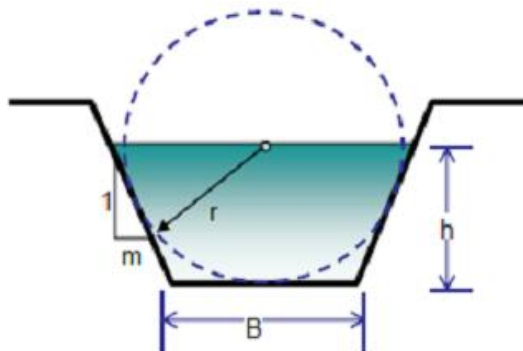
$$R = \frac{A}{P} \quad (2.17)$$

Kecepatan aliran (V):

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (2.18)$$

b. Penampang Berbentuk Trapesium

Luas penampang melintang A dan Keliling basah P, saluran dengan penampang melintang bentuk trapesium dengan lebar dasar b, kedalaman h dan kemiringan dinding 1 m (Gambar 2.14) dapat dirumuskan sebagai berikut:



Gambar 2.14: Penampang trapesium.

Untuk penampang trapesium paling ekonomis:

Luas penampang (A):

$$A = (B+mh)h \quad (2.19)$$

Keliling basah (P):

$$P = B + 2h\sqrt{m^2 + 1} \quad (2.20)$$

Jari-jari hidrolis (R):

$$R = \frac{A}{P} \quad (2.21)$$

Kecepatan aliran (V):

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (2.22)$$

#### 2.4.2 Dimensi Saluran

Perhitungan dimensi saluran didasarkan pada debit yang harus ditampung oleh saluran ( $Q_s$  dalam  $m^3/det$ ) lebih besar atau sama dengan debit rencana yang diakibatkan oleh hujan rencana ( $Q_T$  dalam  $m^3/det$ ). Kondisi demikian dapat dirumuskan dengan Pers. 2.23.

$$Q_s \geq Q_T \quad (2.23)$$

Debit yang mampu ditampung oleh saluran ( $Q_s$ ) dapat diperoleh dengan Pers. 2.24.

$$Q_s = A \cdot V \quad (2.24)$$

Dimana:

$Q_s$  = debit aliran pada saluran ( $m^3/det$ ).

$A$  = luas penampang basah ( $m^2$ ).

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

Untuk mencari nilai kecepatan aliran dapat menggunakan manning Pers. 2.25.

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (2.25)$$

Dimana:

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

$n$  = koefisien kekasaran manning.

$R$  = jari-jari hidrolis (m).

$S$  = kemiringan dasar saluran.

Nilai R dapat dicari dengan menggunakan Pers. 2.26.

$$R = \frac{A}{P} \quad (2.26)$$

Dimana:

R = jari-jari hidrolis (m).

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

P = keliling penampang basah (m).

Nilai koefisien kekasaran Manning n, untuk gorong-gorong dan saluran pasangan dapat dilihat pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10: Koefisien kekasaran Manning.

No.	Tipe Saluran	Koefisien Manning (n)
1	Besi tuang lapis	0,014
2	Kaca	0,010
3	Saluran beton	0,013
4	Bata dilapis mortar	0,015
5	Pasangan batu disemen	0,025
6	Saluran tanah bersih	0,022
7	Saluran tanah	0,030
8	Saluran dengan dasar baru dan tebing rumput	0,040
9	Saluran pada galian batu padas	0,040

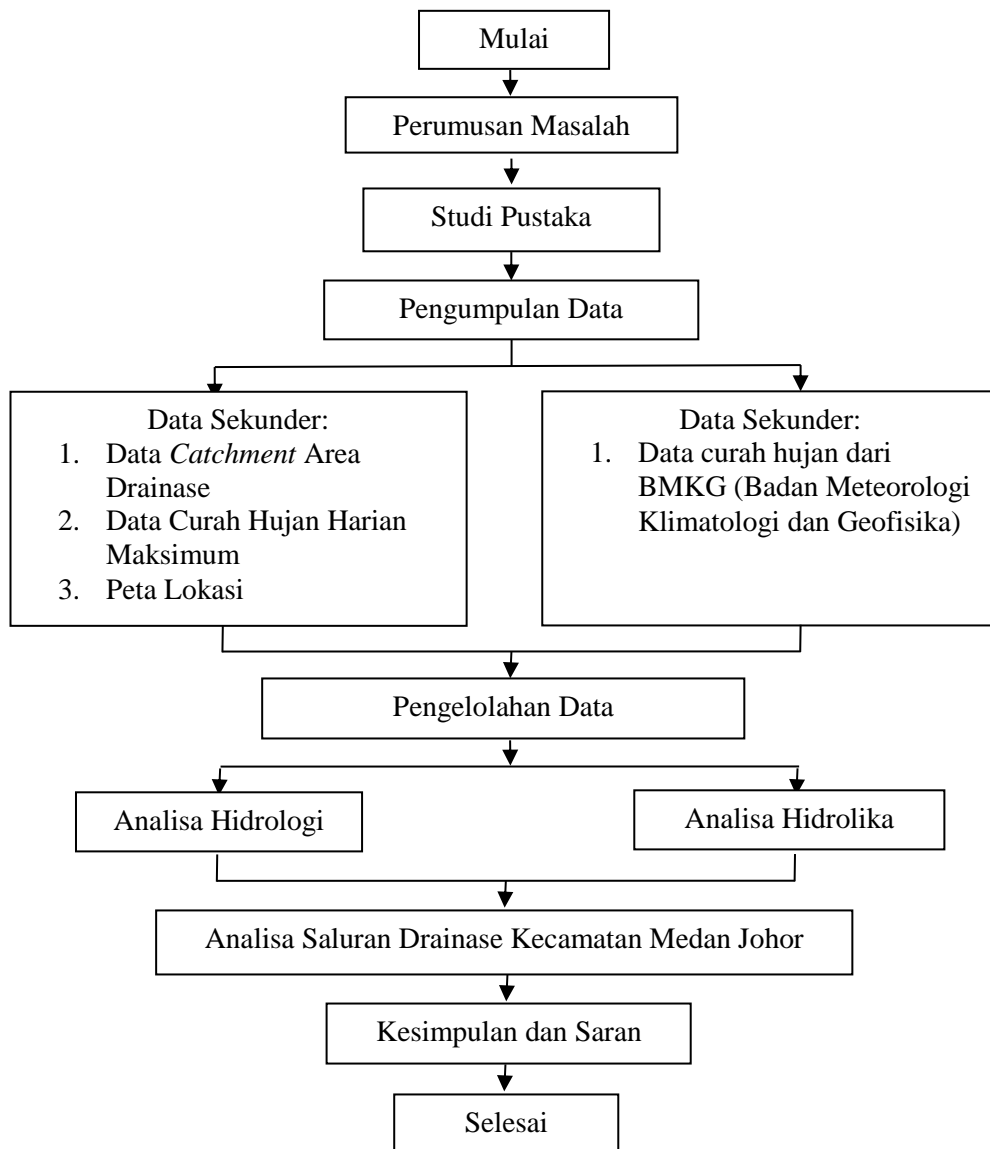
Tabel 2.11: Nilai kemiringan dinding saluran sesuai bahan (ISBN: 979 – 8382 – 49 – 8, 1994).

No.	Bahan Saluran	Kemiringan Dinding (m)
1	Batuan/ cadas	0
2	Tanah lumpur	0,25
3	Lempung keras/ tanah	0,5 – 1
4	Tanah dengan pasangan batuan	1
5	Lempung	1,5
6	Tanah berpasir lepas	2
7	Lumpur berpasir	3

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

**3.1 Bagan Alir Penelitian**

Adapun untuk mengetahui tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.

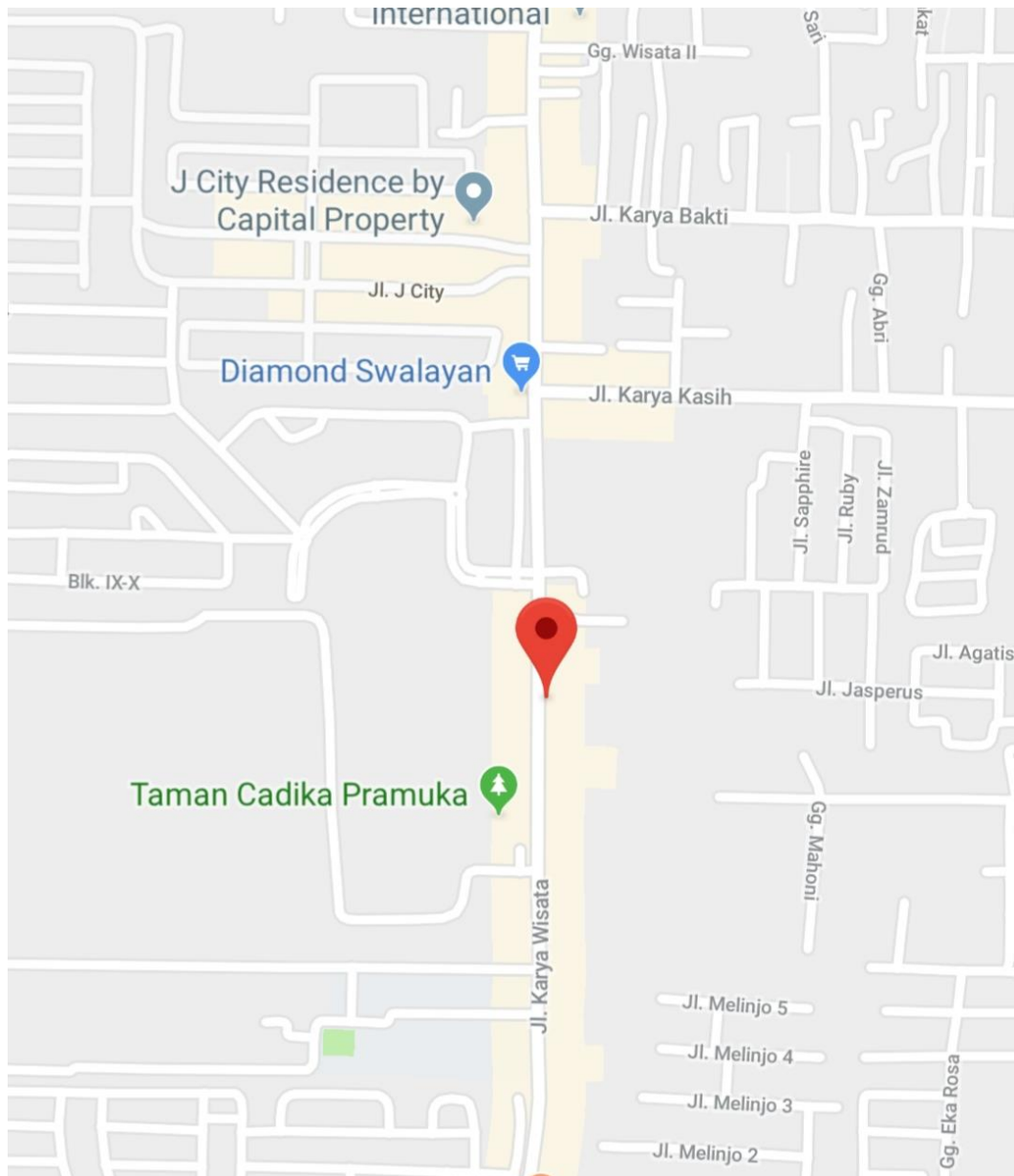


Gambar 3.1: Bagan alir penelitian.



### 3.2 Lokasi Penelitian

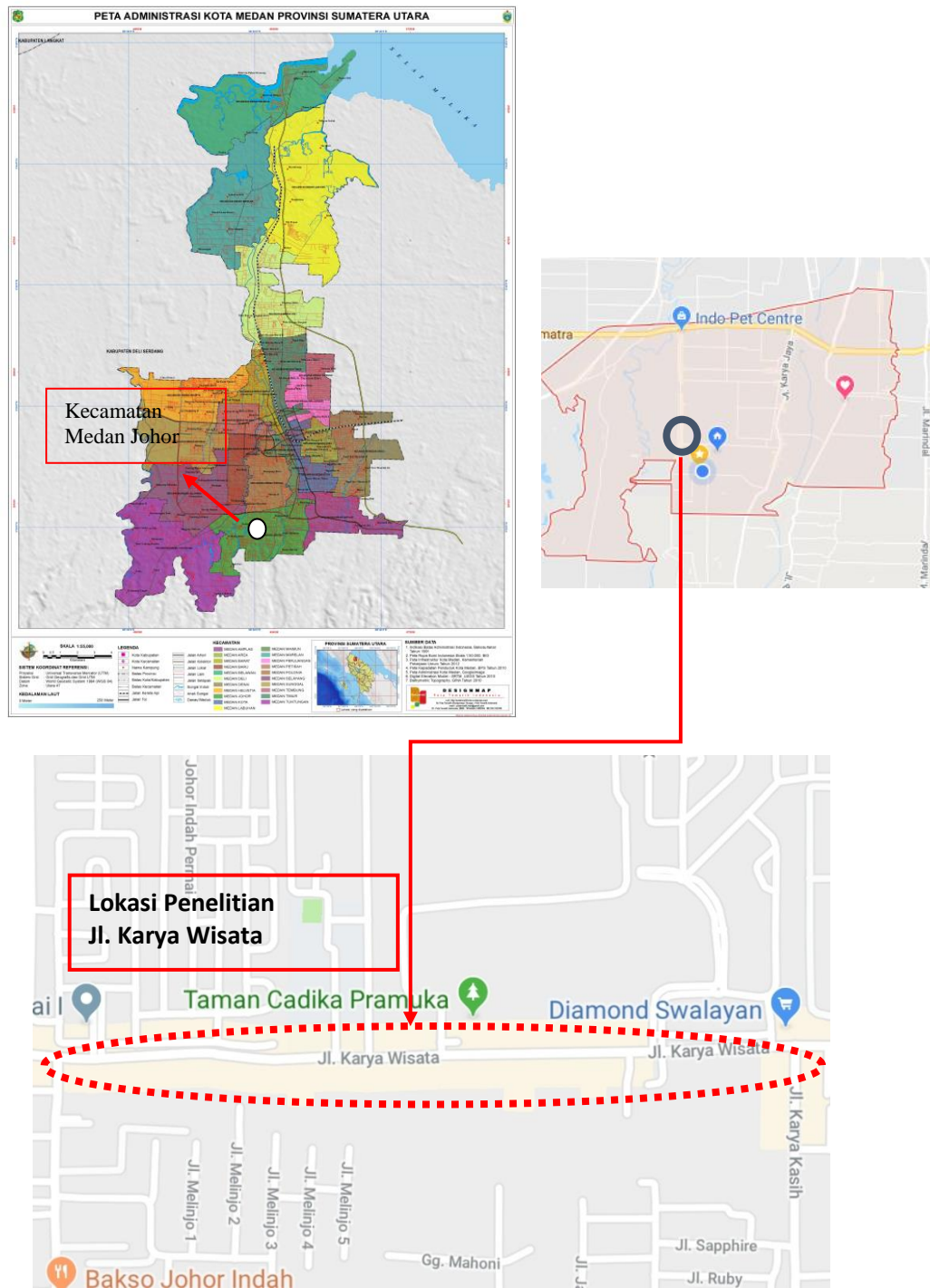
Lokasi penelitian dilakukan pada jalan Karya Wisata secara administratif terletak di Kecamatan Medan Johor, Kota Medan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2: Peta Kecamatan Medan Johor.

### 3.2.1 Kondisi Umum Lokasi Studi

Adapun lokasi studi pada tugas akhir diambil pada area drainase di kawasan jalan Karya Wisata yang di pusatkan di Kecamatan Medan Johor dikarenakan di wilayah ini rawan terjadi banjir. Lokasi ini seperti ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 : Peta lokasi penelitian.

### **3.2.2 Batas-batas Daerah**

Secara administratif batas-batas lokasi studi yaitu meliputi:

- Sebelah Barat : berbatasan dengan Medan Amplas
- Sebelah Timur : berbatasan dengan Medan Tuntungan
- Sebelah Selatan : berbatasan dengan Kabupaten Deli Serdang
- Sebelah Utara : berbatasan dengan Medan Polonia

### **3.2.3 Letak Geografis dan Tata Guna Lahan**

Dilihat dari segi geografis, kota Medan terletak antara 3°31'47.40" Lintang Utara dan 98°39'46.82" Bujur Timur. Kota Medan memiliki luas 26.510 Hektar atau 265,10 km<sup>2</sup> atau sama dengan 3,6 % dari luas wilayah Propinsi Sumatera Utara. Dengan demikian, dibandingkan dengan kota/kabupaten lainnya, Medan memiliki luas wilayah yang relatif kecil dengan jumlah penduduk yang relatif besar. Untuk itu topografi kota Medan cenderung miring ke utara dan berada pada ketinggian 2,5-37,5 meter di atas permukaan laut. Oleh karena itu, selain memiliki modal dasar pembangunan dengan jumlah penduduk dan lengkap geografis serta peranan regional yang relatif besar, kota Medan juga memiliki keterbatasan ruang sebagai bagian daya dukung lingkungan.

Penggunaan tanah pada lokasi studi adalah sebagai berikut:

- Bangunan perumahan penduduk
- Usaha-usaha kecil menengah
- Rumah ibadah
- Jalan beraspal

### **3.2.4 Jaringan Jalan dan Drainase**

Jaringan jalan pada lokasi studi terdiri dari jalan utama, yaitu jalan Karya Wisata Kecamatan Medan Johor jalan tersebut mempunyai drainase yang ditempatkan pada kedua sisi jalan, yaitu kanan dan kiri.

Sistem drainase terdiri dari dua macam saluran primer dan saluran skunder. Dimana yang dimaksud dengan saluran primer adalah saluran utama dan saluran skunder adalah saluran yang terdapat pada jalan-jalan gang. Saluran drainase pada sisi jalan utama merupakan drainase pengumpul.

### 3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan semua informasi penelitian yang berguna dalam menganalisis hidrologi dan hidrolika pada lokasi penelitian. Data-data tersebut berupa data lokasi penelitian tersebut serta data curah hujan harian maksimum berdasarkan beberapa stasiun penangkar curah hujan tahun 2007 hingga 2017 yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG).

#### 3.3.1 Data Premier

Data primer didapat langsung dari lapangan dengan cara mengadakan peninjauan atau investigasi survei lapangan untuk melakukan pengamatan dan penelitian secara cermat dan memperhatikan kondisi lapangan.

#### 3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder hujan bulanan dan harian maksimum tahun 2007 hingga 2017 yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) stasiun Sampali Kota Medan. Untuk data sekunder yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Data curah hujan harian maksimum Kecamatan Medan Johor, BMKG (2019).

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
2008	66
2009	85
2010	85
2011	97
2012	100
2013	98
2014	112
2015	107
2016	159
2017	201

### **3.4 Pengolahan Data**

Untuk mengetahui dimensi saluran drainase yang efektif untuk sistem drainase jalan Karya Wisata langkah-langkah analisis yang dilakukan sebagai berikut:

1. Pengambilan data curah hujan pada stasiun-stasiun terdekat lokasi studi
2. Melakukan analisis distribusi frekuensi curah hujan yang terdiri dari:
  - a. Gumbel
  - b. Log Pearson III
3. Menentukan jenis distribusi curah hujan yang sesuai dengan melakukan uji distribusi frekuensi, yaitu dengan uji chi kuadrat dan smirnov kolomogrov.
4. Mengalisa waktu konsentrasi dan analisa intensitas curah hujan.
5. Melakukan analisa debit banjir rencana.

#### **3.4.1 Analisa Frekuensi Hujan**

Distribusi frekuensi digunakan untuk memperoses probabilitas besaran curah hujan rencana dalam berbagai periode ulang. Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya, kala-ulang (return period) adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Dalam hal ini tidak terkandung pengertian bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teratur setiap kala ulang tersebut. Dasar perhitungan distribusi frekuensi adalah parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi dan koefisien skewness (kecondongan atau kemencengan). Metode yang dipakai nantinya harus ditentukan dengan melihat karakteristik distribusi hujan daerah setempat. Periode ulang yang akan dihitung pada masing-masing metode adalah untuk periode ulang 2, 5, dan 10 tahun.

1. Metode distribusi Log Pearson Tipe III.
2. Metode distribusi Gumbel.

#### **3.4.2 Uji Kecocokan Distribusi**

Pengujian parameter untuk menguji kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian ini untuk menguji apakah

sebaran yang dipilih dalam pembuatan duration curve cocok dengan sebaran empirisnya. Pengujian parameter dilakukan dengan Uji Smirnov-Kolmogorov.

### **3.4.3 Metode Rasional**

Untuk menghitung debit rencana pada studi ini dipakai perhitungan dengan metode rasional. Metode rasional adalah salah satu metode untuk menentukan debit aliran permukaan yang diakibatkan oleh curah hujan yang umumnya merupakan suatu dasar untuk merancang debit saluran drainase. Adapun asumsi dari metode rasional adalah pengaliran maksimum terjadi kalau lama waktu curah hujan sama dengan lama waktu konsentrasi daerah alirannya.

## BAB 4

### ANALISA DATA

#### 4.1. Analisa Curah Hujan Rencana

Analisa curah hujan rencana adalah analisa curah hujan untuk mendapatkan tinggi curah hujan tahunan tahun ke  $n$  yang mana akan digunakan untuk mencari debit banjir rancangan. Jika di dalam suatu area terdapat beberapa alat penakar atau pencatat curah hujan, maka dapat diambil nilai rata-rata untuk mendapatkan nilai curah hujan hujan area. Untuk mendapatkan harga curah hujan area dapat dihitung dengan metode rata-rata aljabar seperti yang terlihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1: Data curah hujan harian maksimum dari Stasiun Sampali. (BMKG, 2019).

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
2008	66
2009	85
2010	85
2011	97
2012	100
2013	98
2014	112
2015	107
2016	159
2017	201
N = 10 Tahun	Total = 1110

Dari data curah hujan rata-rata maksimum tersebut kemudian dihitung pola distribusi sebenarnya dengan menggunakan perhitungan analisa frekuensi. Distribusi sebaran yang akan dicari analisa frekuensinya antara lain adalah distribusi Log Pearson Tipe III dan distribusi Gumbel.

#### 4.2. Analisa Frekuensi

Analisa frekuensi adalah prosedur memperkirakan frekuensi suatu kejadian pada masa lalu ataupun masa yang akan datang. Prosedur tersebut dapat digunakan menentukan hujan rancangan dalam berbagai kala ulang berdasarkan distribusi hujan secara teoritis dengan distribusi hujan secara empiris. Hujan rancangan ini digunakan untuk menentukan intensitas hujan yang diperlukan dalam memperkirakan laju aliran puncak (debit banjir) seperti yang tersaji pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3.

##### 4.2.1. Distribusi Log Pearson Tipe III

Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi Log Pearson Tipe III dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2: Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi Log Pearson Tipe III.

No.	Tahun	Xi	Log Xi	Log Xi - Log Xrt	(Log Xi - Log Xrt) <sup>2</sup>	(Log Xi - Log Xrt) <sup>3</sup>	(Log Xi - Log Xrt) <sup>4</sup>
1	2008	66	1.819544	-0.22577	0.050976	-0.011509	0.002599
2	2009	85	1.929419	-0.11590	0.013434	-0.001557	0.000180
3	2010	85	1.929419	-0.11590	0.013434	-0.001557	0.000180
4	2011	97	1.986772	-0.05855	0.003428	-0.000201	0.000012
5	2012	100	2.000000	-0.04532	0.002054	-0.000093	0.000004
6	2013	98	1.991226	-0.05409	0.002926	-0.000158	0.000009
7	2014	112	2.049218	0.003895	0.000015	0.000000	0.000000
8	2015	107	2.029384	-0.01593	0.000254	-0.000004	0.000000
9	2016	159	2.201397	0.156074	0.024359	0.003802	0.000593
10	2017	201	2.303196	0.257873	0.066499	0.017148	0.004422
Jumlah		1110	20.239575	-0.21365	0.177379	0.005870	0.008000
			Log Xrt=	2.045322			



Parameter statistik

Curah hujan rata-rata (X)

$$X = \frac{\sum X_i}{N} = \frac{1110}{10} = 111 \text{ mm}$$

Standart deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log} X_i - X)^2}{(N-1)}} = \sqrt{\frac{0.177379}{9}} = 0.140388$$

Hitung koefisien kemencengan

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log x_i - \log x)^3}{(n-1)(n-2)s^3} = \frac{10 \times 0.005870}{9 \times 8 \times 0.140388^3} = 0.294679$$

Koefisien kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - X)^4}{s^4} = \frac{\frac{1}{10} (0.008000)}{0.140388^4} = 2.059409$$

Logaritma hujan atau banjir dengan periode kala ulang T

$$\log x_T = \log \bar{X} + K \cdot s$$

$$T = 2 \text{ Tahun}$$

$$\text{Log } X_2 = 2,0239 + (-0,128 \times 0,140388)$$

$$\text{Log } X_2 = 2,0059$$

$$X_2 = 101,3677 \text{ mm}$$

$$\log x_T = \log \bar{X} + K \cdot s$$

$$T = 5 \text{ Tahun}$$

$$\text{Log } X_5 = 2,0239 + (0,782 \times 0,140388)$$

$$\text{Log } X_5 = 2,1336$$

$$X_5 = 136,0191 \text{ mm}$$

$$\log x_T = \log \bar{X} + K \cdot s$$

$$T = 10 \text{ Tahun}$$

$$\text{Log } X_{10} = 2,0239 + (1,335 \times 0,140388)$$

$$\text{Log } X_{10} = 2,2113$$

$$X_{10} = 162,6672 \text{ mm}$$

$$\log x_T = \log \bar{X} + K \cdot s$$

$$T = 25 \text{ Tahun}$$

$$\text{Log } X_{25} = 2,0239 + (2,991 \times 0.140388)$$

$$\text{Log } X_{25} = 2,4438$$

$$X_{25} = 277,8433 \text{ mm}$$

$$\log x_T = \log \bar{X} + K \cdot s$$

$$T = 50 \text{ Tahun}$$

$$\text{Log } X_{50} = 2,0239 + (2,443 \times 0.140388)$$

$$\text{Log } X_{50} = 2,3668$$

$$X_{50} = 232,7019 \text{ mm}$$

$$\log x_T = \log \bar{X} + K \cdot s$$

$$T = 100 \text{ Tahun}$$

$$\text{Log } X_{100} = 2,0239 + (2,876 \times 0.140388)$$

$$\text{Log } X_{100} = 2,4276$$

$$X_{100} = 267,6701 \text{ mm}$$

#### 4.2.2. Distribusi Gumbel

Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi Gumbel dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3: Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi Gumbel.

Tahun	Xi	X	Xi-X	(Xi-X) <sup>2</sup>	(Xi-X) <sup>3</sup>	(Xi-X) <sup>4</sup>
2008	66	111	-45	2025	-91125	4100625
2009	85	111	-26	676	-17576	456976
2010	85	111	-26	676	-17576	456976
2011	97	111	-14	196	-2744	38416
2012	100	111	-11	121	-1331	14641
2013	98	111	-13	169	-2197	28561
2014	112	111	1	1	1	1
2015	107	111	-4	16	-64	256
2016	159	111	48	2304	110592	5308416
2017	201	111	90	8100	729000	65610000
N = 10 Tahun	1110			14284	706980	76014868

### Parameter Statistik

Curah hujan rata-rata (X)

$$X = \frac{\sum X_i}{N} = \frac{1110}{10} = 111 \text{ mm}$$

Standart deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X)^2}{(N-1)}} = \sqrt{\frac{14284}{9}} = 39,8385$$

Koefisien skewness (Cs)

$$C_s = \frac{N \sum (X_i - X)^3}{(N-1)(N-2)S^3} = \frac{10 \times 706980}{9 \times 8 \times 39,8385^3} = 1,5529$$

Koefisien kurtosis (Ck)

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - X)^4}{S^4} = \frac{\frac{1}{10} (76014868)}{39,8385^4} = 3,0177$$

Dari Tabel 2.2 dan Tabel 2.3, untuk n = 10

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9496$$

Dari Tabel 2.4 untuk periode ulang (T) 2 Tahun

$$Y_{Tr} = 0,3668$$

Faktor probabilitas

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} = \frac{0,3668 - 0,4952}{0,9496} = -0,135$$

Curah hujan rencana periode ulang (T) 2 tahun

$$X_T = X + K.S = 111 + ((-0,135) \times 39,8385) = 105.62179 \text{ mm}$$

Dari Tabel 2.4 untuk periode ulang (T) 5 Tahun

$$Y_{Tr} = 1,5004$$

Faktor probabilitas

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} = \frac{1,5004 - 0,4952}{0,9496} = 1,059$$

Curah hujan rencana periode ulang (T) 5 tahun

$$X_T = X + K.S = 111 + (1,059 \times 39,8385) = 170.77378 \text{ mm}$$

Dari Tabel 2.4 untuk periode ulang (T) 10 Tahun

$$Y_{Tr} = 2,2510$$

Faktor probabilitas

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} = \frac{2,2510 - 0,4952}{0,9496} = 1,849$$

Curah hujan rencana periode ulang (T) 10 tahun

$$X_T = X + K.S = 111 + (1,849 \times 39,8385) = 184.6615 \text{ mm}$$

Dari Tabel 2.4 untuk periode ulang (T) 25 Tahun

$$Y_{Tr} = 3,193$$

Faktor probabilitas

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} = \frac{3,1993 - 0,4952}{0,9496} = 2,848$$

Curah hujan rencana periode ulang (T) 25 tahun

$$X_T = X + K.S = 111 + (2,848 \times 39,8385) = 224.46023 \text{ mm}$$

Dari Tabel 2.4 untuk periode ulang (T) 50 Tahun

$$Y_{Tr} = 3,9028$$

Faktor probabilitas

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} = \frac{3,9028 - 0,4952}{0,9496} = 3,588$$

Curah hujan rencana periode ulang (T) 50 tahun

$$X_T = X + K.S = 111 + (3,588 \times 39,8385) = 253.94076 \text{ mm}$$

Dari Tabel 2.4 untuk periode ulang (T) 100 Tahun

$$Y_{Tr} = 4,6012$$

Faktor probabilitas

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} = \frac{4,6012 - 0,4952}{0,9496} = 4,324$$

Curah hujan rencana periode ulang (T) 100 tahun

$$X_T = X + K.S = 111 + (4,324 \times 39,8385) = 283,26195 \text{ mm}$$

Tabel 4.4: Kombinasi periode ulang tahunan (mm).

Periode Ulang (T)	Distribusi Log Person Type III	Distribusi Gumbel
2	101,3677	105.62179
5	136,0191	170.77378
10	162,6672	184.6615
25	277,8433	224.46023
50	232,7019	253.94076
100	267,6701	283,26195

Dari tabel diatas diperoleh kombinasi ulang tahunan dengan distribusi log person type III dan distribusi gumbel.

### 4.3. Pemilihan Jenis Sebaran

Ketentuan dalam parameter pemilihan distribusi curah hujan tercantum dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5: Parameter pemilihan distribusi curah hujan.

Jenis Sebaran	Kriteria	Hasil	Keterangan
Log Pearson Tipe III	$C_s \neq 0$	0.294679	Dipilih
Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$	1,5529 3,0177	

Berdasarkan parameter data hujan skala normal maka dapat mengestimasi distribusi yang cocok dengan curah hujan tertentu. Adapun distribusi yang dipakai dalam perhitungan ini adalah Metode Log Pearson Tipe III karena kriteria desain hidrologi sistem drainase luas DAS pada kecamatan Medan Johor <500ha.

#### 4.4. Penentuan Jenis Sebaran Secara Grafis (Ploting Data)

Disamping metode analisis kita juga melakukan metode grafis, yaitu dengan cara plotting pada kertas probabilitas. Untuk mendapatkan jenis distribusi yang sesuai dengan distribusi data debit yang ada di daerah penelitian, maka perlu dilakukan pengeplotan data. Ploting tersebut, bisa dilihat sebaran yang cocok atau yang mendekati garis regresinya. Sebelum melakukan penggambaran, data harus diurutkan terlebih dahulu dari yang terkecil hingga yang paling besar. Penggambaran posisi (*plotting positions*) yang dipakai adalah cara yang dikembangkan oleh Weibull dan Gumbel seperti pada Pers.4.1.

$$P(X_m) = \frac{m}{n+1} \times 100 \% \quad (4.1)$$

Dimana:

$P(X_m)$  = Data sesudah diurutkan dari kecil ke besar

m = Nomor urut

n = Jumlah data (10)

Untuk mengetahui hasil dari plotting data yang sesuai dengan distribusi dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.6: Ploting data.

Tahun	$X_i$	M	( $X_i$ )	$P(X_m)$	$P(X_m)$
2008	66	1	66	9.090909	11.111111
2009	85	2	85	18.18182	22.222222
2010	85	3	85	27.27273	33.333333
2011	97	4	97	36.36364	44.444444
2012	100	5	98	45.45455	55.555556

Tabel 4.6: *Lanjutan.*

Tahun	$X_i$	M	( $X_i$ )	$P(X_m)$	$P(X_m)$
2013	98	6	100	54.54545	66.66667
2014	112	7	112	63.63636	77.77778
2015	107	8	107	72.72727	88.88889
2016	159	9	159	81.81818	100
2017	201	10	201	90.90909	111.1111

Agar lebih meyakinkan, setelah dilakukan plotting data, perlu dilakukan uji keselarasan sebaran (*goodness of fit test*) yaitu dengan Chi-Square dan Smirnov-Kolmogorov.

#### 4.5. Pengujian Keselarasan Sebaran

Uji kecocokan distribusi adalah untuk menentukan kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter.

##### 4.5.1. Uji Kecocokan Chi-Square

Untuk menguji kecocokan Metode Log Pearson Tipe III dan Metode Gumbel, maka digunakan uji kecocokan Chi-Square untuk menguji distribusi pengamatan.

Apakah sampel memenuhi syarat distribusi yang di uji atau tidak. Perhitungan uji Chi-Square adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 K &= 1 + 3,322 \log n \\
 &= 1 + 3,322 \log 10 \\
 &= 4,322 \approx 5
 \end{aligned}$$

Dimana:

K= Jumlah kelas

n = Banyaknya data

$$\begin{aligned}
 DK &= K - (p+1) \\
 &= 5 - (2+1) \\
 &= 2
 \end{aligned}$$

Dimana:

Dk = Derajat kebebasan

K = Jumlah kelas

P = Banyaknya parameter untuk Uji Chi-Square adalah 2

$$O_j = \frac{n}{K} = \frac{10}{5} = 2$$

$$\Delta X = \frac{(X_{\text{maks}} - X_{\text{min}})}{(K-1)} = \frac{(201-66)}{(5-1)} = 33,75 \approx 34$$

$$X_{\text{awal}} = X_{\text{min}} - \frac{1}{2} \times \Delta X$$

$$= 66 - \frac{1}{2} \times 34$$

$$= 49$$

$$X_{\text{akhir}} = X_{\text{maks}} - \frac{1}{2} \times \Delta X$$

$$= 201 - \frac{1}{2} \times 34$$

$$= 184$$

Nilai  $X^2$  cr dicari pada Tabel 2.5 dengan menggunakan nilai DK = 2 dan derajat kepercayaan 5%, lalu dibandingkan dengan nilai  $X^2$  hasil perhitungan yang dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8. syarat yang harus dipenuhi yaitu  $X^2$  hitung <  $X^2$  cr.

Tabel 4.7: Perhitungan uji kecocokan Chi-Square dengan Log Pearson Tipe III.

No	Nilai Batas	F Pengamatan	F Teoritis	$(O_j - E_j)^2$	$c^2$
	Kelompok	$O_j$	$E_j$		
1	$X > 115$	2	2	0	0.000
2	$115 > X > 104$	2	1	1	1.000
3	$104 > X > 99$	2	0	4	0.000
4	$99 > X > 95$	2	1	1	0.000
5	$X < 95$	2	6	16	2.667
Jumlah		10	10		3.667

Dilihat dari hasil perbandingan diatas bahwa  $X^2 =$  harga Chi-Square = 3,667 <  $X^2$  cr (Tabel 2.5) = 5,991 maka hipotesa yang diuji dapat diterima.



Tabel 4.8: Perhitungan uji kecocokan Chi-Square dengan Gumbel.

No	Nilai Batas	F Pengamatan	F Teoritis	$(O_j - E_j)^2$	$c^2$
	Kelompok	$O_j$	$E_j$		
1	$X > 211$	2	1	1	1.000
2	$211 > X > 129$	2	1	1	1.000
3	$129 > X > 71$	2	5	9	1.800
4	$71 > X > 15$	2	3	1	0.333
5	$X < 15$	2	0	4	0.000
Jumlah		10	10		4.133

Dilihat dari hasil perbandingan diatas bahwa  $X^2 = \text{harga } chi\text{-square} = 4,133 < X^2_{cr} (\text{Tabel 2.5}) = 5,991$  maka hipotesa yang diuji dapat diterima.

#### 4.5.2. Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov

Perhitungan uji kecocokan sebaran dengan Smirnov-Kolmogorov untuk Metode Log Pearson Tipe III pada daerah penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9: Perhitungan uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov.

m	(Xi)	Log Xi	P(X)	Log Xi	P(X<)	Sd	P'(X)	P'(X<)	D
1	66	2.029	0.091	0.306	0.909	0.029	0.111	0.889	0.020
2	85	2.303	0.182	0.306	1.818	0.029	0.222	1.778	0.040
3	85	1.987	0.273	0.306	2.727	0.029	0.333	2.667	0.061
4	97	2.049	0.364	0.306	3.636	0.029	0.444	3.556	0.081
5	98	2	0.455	0.306	4.545	0.029	0.556	4.444	0.101
6	100	2.201	0.545	0.306	5.455	0.029	0.667	5.333	0.121
7	112	1.929	0.636	0.306	6.364	0.029	0.778	6.222	0.141
8	107	1.820	0.727	0.306	7.273	0.029	0.889	7.111	0.162
9	159	1.929	0.818	0.306	8.182	0.029	1.000	8.000	0.182
10	201	1.991	0.909	0.306	9.091	0.029	1.111	8.889	0.202

Dari perhitungan nilai D, tabel, menunjukkan nilai D max = 0,202, data pada peringkat m = 10. Dengan menggunakan data pada tabel untuk derajat kepercayaan 5 % atau  $\alpha = 0,05$ , maka diperoleh  $D_0 = 0,409$ . Karena nilai D max lebih kecil dari nilai  $D_0$  kritis ( $0,202 < 0,409$ ), maka persamaan distribusi yang diperoleh dapat diterima.

#### 4.6. Pengukuran Curah Hujan Rencana

Perhitungan curah hujan dengan metode distribusi Log Pearson Tipe III, seperti yang terlihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10: Analisa frekuensi distribusi Log Pearson Tipe III.

No.	Tahun	Xi	Log Xi	Log Xi - Log Xrt	(Log Xi - Log Xrt) <sup>2</sup>	(Log Xi - Log Xrt) <sup>3</sup>
1	2008	66	1.819544	-0.225779	0.050976	-0.011509
2	2009	85	1.929419	-0.115904	0.013434	-0.001557
3	2010	85	1.929419	-0.115904	0.013434	-0.001557
4	2011	97	1.986772	-0.058551	0.003428	-0.000201
5	2012	100	2.000000	-0.045323	0.002054	-0.000093
6	2013	98	1.991226	-0.054097	0.002926	-0.000158
7	2014	112	2.049218	0.003895	0.000015	0.000000
8	2015	107	2.029384	-0.015939	0.000254	-0.000004
9	2016	159	2.201397	0.156074	0.024359	0.003802
10	2017	201	2.303196	0.257873	0.066499	0.017148
Jumlah		1110	20.239575	-0.213655	0.177379	0.005870
			Log Xrt=	2.045322		

Rumus Log Pearson Tipe III dapat dilihat pada Pers. 4.2 dan Pers. 4.3.

$$\text{Log}(X_t) = (\text{Log } X_{rt}) + K \times S \quad (4.2)$$

$$X_t = 10^{\text{Log } X_t} \quad (4.3)$$

Dimana:

$X_t$  = Curah hujan rencana

$X_{rt}$  = Curah hujan rata-rata

$K$  = Koefisien untuk distribusi Log Pearson Tipe III

$S$  = Standar deviasi

Perhitungan curah hujan rencana dengan Metode Log Pearson III dapat dilihat pada Tabel 4.11.

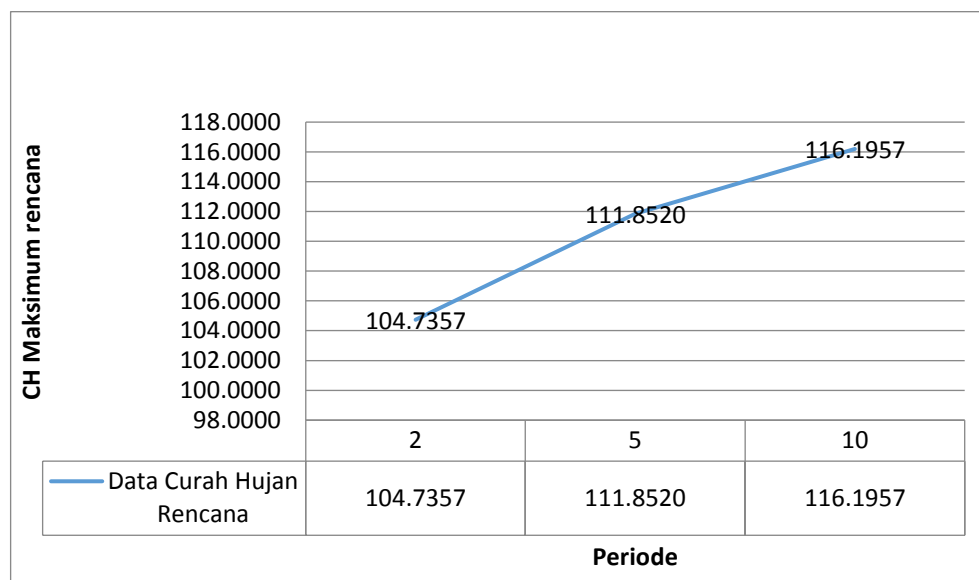
Tabel 4.11: Perhitungan curah hujan rencana Metode Log Pearson Tipe III.

No	Periode	Rata - rata Log Xi	Sd	Cs	Nilai k	Log Pearson Type III	
						Log Rr	Rr (mm)
1	2	2.0240	0.0292	0.603	-0.132	2.0201	104.7357
2	5	2.0240	0.0292	0.603	0.846	2.0486	111.8520

Tabel 4.11: *Lanjutan.*

No	Periode	Rata - rata Log Xi	Sd	Cs	Nilai k	Log Pearson Type III	
3	10	2.0240	0.0292	0.603	1.414	2.0652	116.1957
4	25	2.0240	0.0292	0.603	2.196	2.0880	122.4600
5	50	2.0240	0.0292	0.603	2.906	2.1087	128.4405
6	100	2.0240	0.0292	0.603	3.510	2.1263	133.7612

Grafik curah hujan rencana dengan menggunakan Metode Log Pearson Tipe III dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1: Grafik curah hujan rencana Metode Log Person Tipe III.

#### 4.7. Analisa Debit Rencana

Untuk menghitung debit rencana pada penelitian ini dipakai perhitungan dengan metode rasional. Metode rasional adalah salah satu metode untuk menentukan debit aliran permukaan yang diakibatkan oleh curah hujan, yang umumnya merupakan suatu dasar untuk merencanakan debit saluran drainase.

#### 4.7.1. Metode Rasional

Metode rasional digunakan karena luas pengaliran dari saluran drainase kawasan Medan Johor adalah 12,81 km<sup>2</sup>. Sesuai dengan rumus debit banjir rancangan metode rasional dengan Pers. 4.4.

$$Q = 0,00278 C.I.A \quad (4.4)$$

Dimana:

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

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (Ha)

Pada drainase kawasan Jalan Karya Wisata Johor, digunakan koefisien pengaliran sebesar 0,95 sesuai pada Tabel 2.7: Koefisien aliran, dikarenakan daerah permukiman di kawasan Jalan Karya Wisata Johor adalah daerah perkotaan.

#### 4.8. Intensitas 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:

- Metode Mononobe

Rumus untuk mencari intensitas curah hujan Mononobe digunakan Pers. 4.5.

$$I = \frac{R}{24} \times \left[ \frac{24}{t_c} \right]^{2/3} \quad (4.5)$$

Dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t<sub>c</sub> = Lamanya curah hujan (menit)

R<sub>24</sub> = Curah hujan yang mungkin terjadi berdasarkan masa ulang tertentu  
(curah hujan maksimum dalam 24 jam)

Perhitungan debit banjir rencana dengan periode ulang 2 tahun ( $Q_2$ ).  
Diketahui data sebagai berikut:

$$t_c = \left( \frac{0,87 \times 0,77^2}{1000 \times 0,027} \right)^{0,385}$$

$$t_c = 0,217 \text{ mm/jam}$$

$$I = \frac{104,7357}{24} \times \left[ \frac{24}{0,217} \right]^{2/3}$$

$$I = 100,433 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan intensitas curah hujan untuk periode 5 dan 10 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12: Perhitungan intensitas curah hujan.

No	Periode	R24 (mm)	C	$t_c$ (jam)	I (mm/jam)
1	2	104.735	0.95	0.217	100.433
2	5	111.852	0.95	0.217	107.257
3	10	116.195	0.95	0.217	111.423

Luas *cathment area* drainase kawasan Jalan Karya Wisata Kecamatan Medan Johor adalah = 5,7 Ha. Koefisien pengaliran (C) = 0,95 (Wilayah perkotaan)  
Tabel 2.8: Koefisien aliran (C) secara umum (Suripin, 2004).

Jadi debit banjir rancangan untuk kala ulang 2 tahun adalah:

$$Q = 0,00278 \text{ C.I.A}$$

$$Q = 0,00278 \cdot 0,95 \cdot 100,433 \cdot 5,7$$

$$Q = 1,511 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk perhitungan kala ulang 5 tahun dan 10 tahun tersedia didalam Tabel 4.13.

Tabel 4.13: Perhitungan Q rancangan pada Jalan Karya Wisata Kec. Medan Johor.

No	Periode	L (Km)	C	tc (jam)	I (mm/jam)	A (Ha)	Q (m <sup>3</sup> /det)
1	2	0.77	0.95	0.217	100.433	5.7	1.511
2	5	0.77	0.95	0.217	107.257	5.7	1.614
3	10	0.77	0.95	0.217	111.423	5.7	1.677

#### 4.9. Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika penampang saluran drainase di kawasan Jalan Karya Wisata Kecamatan Medan Johor dilakukan dengan melakukan perbandingan besarnya debit banjir rancangan dengan besarnya kemampuan saluran menampung debit banjir. Apabila Q rancangan debit banjir < Q tampungan saluran maka saluran tidak akan mampu menampung besarnya banjir.

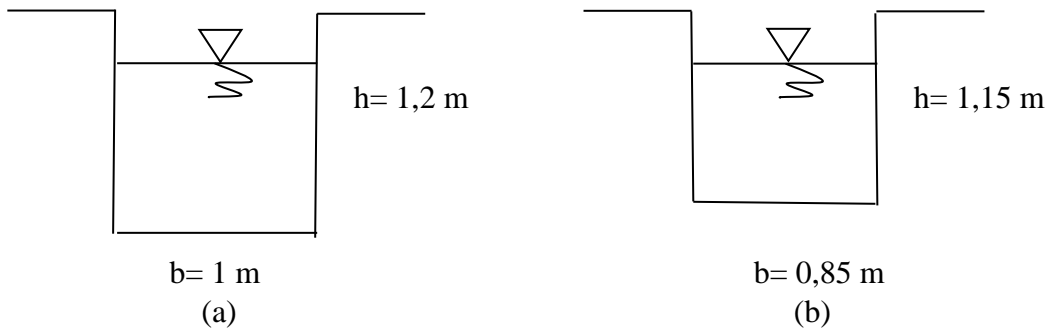
##### 4.9.1 Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan data-data yang tertera pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14: Hasil survei drainase di Jalan Karya Wisata Johor.

No	Saluran	Ukuran Saluran		Panjang Saluran (km)	Kondisi Eksisting Saluran
		B (meter)	H (meter)		
1	Jl. Karya Wisata Kanan	1	1,2	0,9	Beton
2	Jl. Karya Wisata Kiri	0,85	1,15	0,9	Beton

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase dan dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2: (a) Saluran sebelah kanan, (b) Saluran sebelah kiri.

a. Saluran Jalan Karya Wisata Johor Kanan

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 1 \times 1,2$$

$$A = 1,2 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = (2 \times 1,2) + 1$$

$$P = 3,4 \text{ m}$$

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{1,2}{3,4}$$

$$R = 0,352 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*):

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.10.

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,352^{\frac{2}{3}} \times 0,002^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,891466 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,891466 \times 1,2$$

$$Q = 1,06975 \text{ m}^3/\text{det}$$

#### b. Saluran Jalan Karya Wisata Johor Kiri

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 0,85 \times 1,15$$

$$A = 0,977 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = (2 \times 1,15) + 0,85$$

$$P = 3,15 \text{ m}$$

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,977}{3,15}$$

$$R = 0,3101 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*):

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.10.

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,3101^{\frac{2}{3}} \times 0,002^{\frac{1}{2}}$$



$$V = 0,819206 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,819206 \times 0,977$$

$$Q = 0,80036 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil Q rancangan debit banjir dan Q analisis tampungan penampung diatas di buat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15: Perbandingan Q analisis tampungan penampung dan Q analisis rancangan debit banjir di Jalan Karya Wisata Johor.

No	Nama Saluran	Q Tampungan Penampung	Q Rancangan Debit Banjir			Keterangan
			2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	
1	Drainase Jl.Karya Wisata, Johor Kanan	1,06975 m <sup>3</sup> /det	1,511 m <sup>3</sup> /det	1,614 m <sup>3</sup> /det	1,677 m <sup>3</sup> /det	Tidak aman untuk 2, 5 dan 10 tahun
2	Drainase Jl. Karya Wisata Johor Kiri	0,80036 m <sup>3</sup> /det	1,511 m <sup>3</sup> /det	1,614 m <sup>3</sup> /det	1,677 m <sup>3</sup> /det	Tidak aman untuk 2, 5, 10 tahun

Dari hasil perhitungan nilai Q kapasitas tampungan penampung drainase dengan perhitungan nilai Q rancangan debit banjir periode 2, 5, dan 10 tahun diketahui bahwa drainase sudah tidak mampu lagi menampung besarnya debit curah hujan.

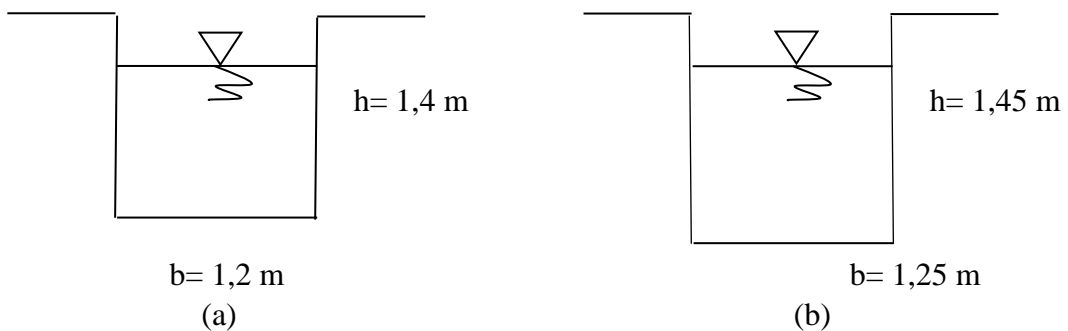
#### 4.9.2. Perencanaan Ulang Sistem Drainase

Perencanaan ulang sistem drainase dilakukan untuk mengetahui apakah ukuran dimensi saluran yang dirancang dapat menampung besar debit banjir rancangan. Apabila nilai  $Q$  analisis rancangan  $<$   $Q$  analisis tampungan penampung maka saluran dapat dikatakan aman dari banjir. Untuk perhitungan  $Q$  tampungan penampung dapat dilihat di dalam Tabel 4.16.

Tabel 4.16: Dimensi saluran drainase perencanaan.

No	Saluran	Ukuran Saluran		Panjang Saluran (km)	Kondisi Eksisting Saluran
		B (meter)	H (meter)		
1	Drainase Jl. Karya Wisata Johor Kanan	1,2	1,4	0,9	Beton
2	Drainase Jl. Karya Wisata Johor Kiri	1,25	1,45	0,9	Beton

Bentuk saluran drainase dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3: (a) Saluran sebelah kanan, (b) Saluran sebelah kiri.

a. Saluran Jalan Karya Wisata Johor kanan

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 1,2 \times 1,4$$

$$A = 1,68 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = (2 \times 1,4) + 1,2$$

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

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{1,68}{4}$$

$$R = 0,42 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*):

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.8.

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,42^{\frac{2}{3}} \times 0,002^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1,00322 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 1,00322 \times 1,68$$

$$Q = 1,6854 \text{ m}^3/\text{det}$$

b. Saluran Jalan Karya Wisata Johor Kiri

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 1,25 \times 1,45$$

$$A = 1,812 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = (2 \times 1,45) + 1,25$$

$$P = 4,15\text{m}$$

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{1,812}{4,15}$$

$$R = 0,436 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*):

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.8.

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,436^{\frac{2}{3}} \times 0,002^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1,0282 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 1,0282 \times 1,812$$

$$Q = 1,8630 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil Q analisis rancangan debit banjir dan Q analisis tampungan penampung diatas di buat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17: Perbandingan Q analisis tampungan penampang dan Q analisis rancangan debit banjir di Jalan Karya Wisata Kecamatan Medan Johor.

No	Nama Saluran	Q Tampungan Penampung	Q Rancangan Debit Banjir			Keterangan
			2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	
1	Drainase Jl.Karya Wisata, Johor Kanan	1,6854 m <sup>3</sup> /det	1,511 m <sup>3</sup> /det	1,614 m <sup>3</sup> /det	1,677 m <sup>3</sup> /det	Aman untuk 2, 5 dan 10 tahun
2	Drainase Jl. Karya Wisata Johor Kiri	1,8630 m <sup>3</sup> /det	1,511 m <sup>3</sup> /det	1,614 m <sup>3</sup> /det	1,677 m <sup>3</sup> /det	Aman untuk 2, 5, 10 tahun

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

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

1. Dari hasil perhitungan debit banjir didapat:
  - Debit banjir rencana (Q) periode 2 tahun untuk drainase pada kawasan Jalan Karya Wisata Kecamatan Medan Johor adalah 1.511 m<sup>3</sup>/det dan waktu konsentrasi (tc) adalah 0.217 jam.
  - Debit banjir rencana (Q) periode 5 tahun untuk drainase pada kawasan Jalan Karya Wisata Kecamatan Medan Johor adalah 1.614 m<sup>3</sup>/det dan waktu konsentrasi (tc) adalah 0.217 jam.
  - Debit banjir rencana (Q) periode 10 tahun untuk drainase pada kawasan Jalan Karya Wisata Kecamatan Medan Johor adalah 1.677 m<sup>3</sup>/det dan waktu konsentrasi (tc) adalah 0.217 jam.
2. Dari hasil perhitungan nilai Q kapasitas tampungan penampung drainase dengan saluran sebelah kanan (1,4m x 1,2m) dan saluran sebelah kiri (1,45m x 1,25m) dan perhitungan nilai Q rancangan debit banjir periode 2, 5, dan 10 tahun diketahui bahwa drainase mampu menampung besarnya debit curah hujan. Dengan nilai:
  - Pada saluran kanan Q tampungan sebesar 1,6854 m<sup>3</sup>/det, sedangkan Q rancangan pada 2, 5, 10 sebesar 1,511, 1,614, 1,677 m<sup>3</sup>/det.
  - Pada saluran kiri Q tampungan sebesar 1,8630 m<sup>3</sup>/det, sedangkan Q rancangan pada 2, 5, 10 sebesar 1,511, 1,614, 1,677 m<sup>3</sup>/det.
3. Dari hasil perhitungan dimensi saluran drainase pada kawasan Jalan Karya Kasih Kecamatan Medan Johor pada periode 2, 5, 10 tahun di sebelah kanan dan kiri masih mampu untuk menampung besarnya debit banjir rencana pada daerah penelitian, dengan tinggi drainase di sebelah kanan adalah 1,4 m dan

lebar 1,2 m, sedangkan saluran di sebelah kiri tingginya adalah sebesar 1,45 m dan lebar 1,25 m. Setelah di evaluasi drainase dapat menampung debit banjir.

## **5.2 Saran**

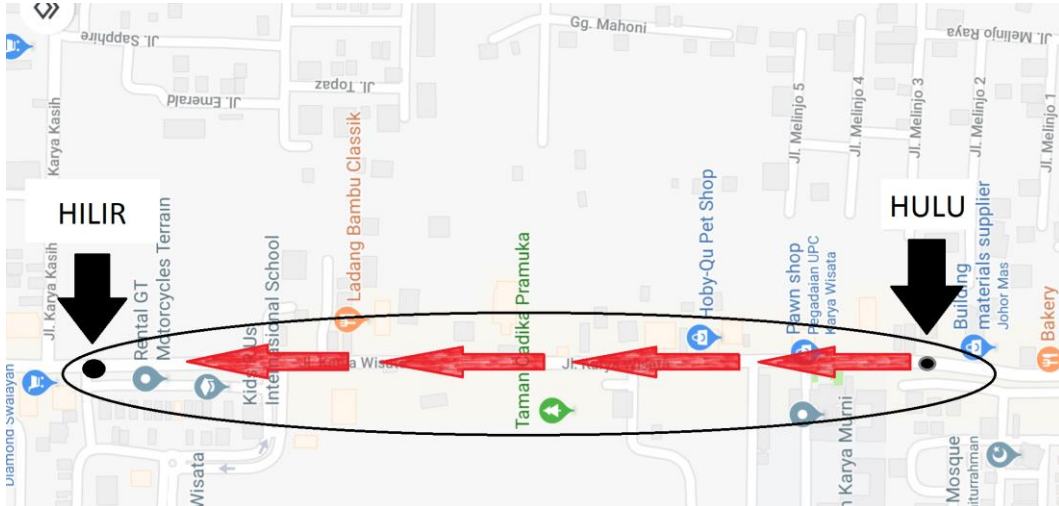
1. Perlu dilakukannya analisa lanjutan yang lebih spesifik sehingga didapat data-data yang lebih akurat sebagai dasar dalam menangani masalah-masalah yang terjadi pada drainase kawasan Jalan Karya Wisata Kecamatan Medan Johor.
2. Perlu dilakukannya pembersihan dari sampah yang membuat drainase tidak berfungsi dengan normal.
3. Membangun dimensi penampang drainase yang sesuai dengan kapasitas debit banjir rencana di seluruh titik-titik rawan banjir.
4. Menjaga dan memelihara saluran drainase yang ada agar tidak mengalami pelimpahan air atau banjir dengan cara merawat saluran drainase dari sedimentasi yang berlebihan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, A. K, Setiawan, A, dan Saido, A. P. (2014) Evaluasi Sistem Saluran Drainase di Ruas Jalan Solo Sragen Kabupaten Karanganyar.*Jurnal Matriks Teknik Sipil*.
- Guntoro, D. E, Harisuseno, D, dan Cahya, E. N. (2017) Pengelolaan Drainase secara Terpadu untuk Pengendalian Genangan di Kawasan Sidokare Kabupaten Sidoarjo.*Jurnal Teknik Pengairan*.
- Hasmar. (2012). *Drainase Perkotaan*. Jakarta: Erlangga.
- Hendratta, L. A. (2014) Optimalisasi Sistem Jaringan Drainase Jalan Raya sebagai Alternatif Penanganan Masalah Genangan Air.*Jurnal Teknik Sipil*.
- Laoh, G. L, Tanudjaja, E. M, Wuisan, H. T. (2013) Perencanaan Sistem Drainase di Kawasan Pusat Kota Amurang.*Jurnal Sipil Statik*.
- Rachmawati, A. (2010) Aplikasi SIG (Sistem Informasi Geografis) untuk Evaluasi Sistem Jaringan Drainase di Sub DAS Lowokwaru Kota Malang.*Jurnal Rekayasa Sipil*.
- Restiani, E. (2015) Analisis Kinerja Sistem Drainase Kelurahan Kuto Kecamatan Belinyu.*Jurnal Fropil*.
- Rurung, M. A, Riogilang, H, dan Hendratta, L. A. (2019) Perencanaan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan dengan Sumur Resapan Di Lahan Perumahan Wenwin – Sea Tumpengan Kabupaten Minahasa.*Jurnal Sipil Statik*.
- Supriyani, E, Bisri, M, dan Dermawan, V. (2012) Studi Pengembangan Sistem Drainase Perkotaan Berwawasan Lingkungan (Studi Kasus Sub Sistem Drainase Magesari Kota Mojokerto).*Jurnal Teknik Pengairan*.
- Suripin. (2004) *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Jakarta: Erlangga.
- Ubaidillah. B. M, dan Ismoyo, M. J. (2012) Studi Sistem Drainase Kali Tutup Barat Kabupaten Gresik Berbasis Konservasi untuk Penanganan Genangan.*Jurnal Teknik Pengairan*.
- Wesli. (2008) *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.



# LAMPIRAN



Gambar L1: Gambar peta daerah tangkapan air (DTA).



Gambar L2: Kondisi saluran drainase sebelah kanan.



Gambar L.3: Kondisi saluran drainase sebelah kiri.



Gambar L.4: Peta banjir.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Adha Afrinanda Tanjung  
Panggilan : Nanda  
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 16 April 1997  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Alamat : Jl. Eka Rasmi Gg. Eka Nusa No. 17  
Agama : Islam  
  
Nama Orang Tua  
Ayah : Eddy Sofyan Tanjung, S.Sos  
Ibu : Zuhartini, S.Pd  
No.HP : 082165975995

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1507210103  
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	SD	MIS Islamiyah Guppi	2009
2	SMP	SMP Negeri 15 Medan	2012
3	SMA	SMA Negeri 13 Medan	2015
4	Melanjutkan kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2015 sampai selesai.		