

**TUGAS AKHIR**

**EVALUASI SALURAN DRAINASE PADA JALAN  
SEROJA DI KELURAHAN TANJUNG REJO  
KECAMATAN MEDAN SUNGGAL  
(*Studi Kasus*)**

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

**Disusun Oleh:**

**BAYU PRASETYO  
1307210106**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2018**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Bayu Prasetyo

NPM : 1307210106

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Evaluasi Sistem Drainase Pada Jalan Seroja Di Kelurahan  
Tanjung Rejo Kecamatan Medan Sunggal (Studi Kasus)

Bidang ilmu : 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, Maret 2018

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembanding – I

DR.Hj.Rumilla Harahap.M.T

Dosen Pembimbing II / Peguji

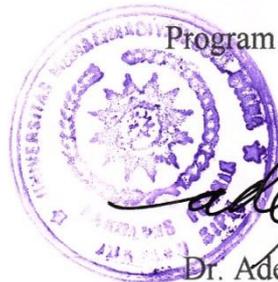
Hj. Irma Dewi, ST, M.Si

Dosen Pembanding - I

Randi Gunawan.S.T.M.Si

Dosen Pembanding II / Peguji

Dr. Ade Faisal, ST, MSc



Program Studi Teknik Sipil  
Ketua,

Dr. Ade Faisal, ST, MSc

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Bayu Prasetyo  
Tempat /Tanggal Lahir: Medan / 27 Juli 1995  
NPM : 1307210106  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil,

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

“Evaluasi Saluran Drainase Pada Jalan Seroja Di Kelurahan Tanjung Rejo Kecamatan Medan Sunggal”,

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

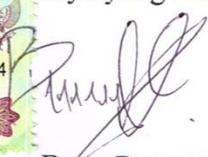
Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

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

Medan, Maret 2018



Saya yang menyatakan,

  
Bayu Prasetyo

## **ABSTRAK**

### **EVALUASI SALURAN DRAINASE PADA JALAN SEROJA KELURAHAN TANJUNG REJO KECAMATAN MEDAN SUNGGAL**

Bayu Prasetyo  
1307210106  
Dr. Rumilla Harahap  
Irma Dewi, ST, Msi

Drainase merupakan suatu sistem untuk menyalurkan air hujan. Sistem ini mempunyai peranan yang sangat penting dalam menciptakan lingkungan yang sehat, apalagi di daerah berpendudukan padat seperti perkotaan. Evaluasi saluran drainase diperlukan untuk mengetahui kapasitas penampung dengan menghitung debit banjir rencana menggunakan metode Rasional. Analisa debit banjir rencana dilakukan dengan menghitung curah hujan rencana dengan metode distribusi yang dipilih yaitu Log Pearson Tipe III. Dari hasil analisa debit banjir rancangan periode ulang di dapat Q2 sebesar 0,772 m<sup>3</sup>/dt, Q5 sebesar 0,9706 m<sup>3</sup>/dt dan Q10 sebesar 1,1051 m<sup>3</sup>/dt. Evaluasi saluran drainas pada jalan seroja kelurahan Tanjung Rejo Kecamatan Medan Sunggal dilakukan dengan perhitungan hidrolika sederhana. Dari perhitungan kapasitas saluran eksisting di dapat Qkanan sebesar 0,6117 m<sup>3</sup>/dt dan Qkiri sebesar 0,4390 m<sup>3</sup>/dt. Hasil evaluasi menunjukkan saluran drainase pada Jalan Seroja Kelurahan Tanjung Rejo Kecamatan Medan Sunggal tidak dapat menampung debit banjir rancangan Q2, Q5 dan Q10. Maka dilakukan evaluasi untuk saluran kiri dan kanan, sehingga di dapat debit saluran rancangan Qkiri sebesar 0,7841 m<sup>3</sup>/dt dan Qkanan sebesar 0,9888 m<sup>3</sup>/dt. Dimana Qkanan > Qrancangan 2 dan 5 tahun. Dan untuk Qkiri > Qrancangan 2 tahun.

Kata kunci: Saluran Drainase, Pengendalian Banjir, Metode Rasional.

## **ABSTRACT**

### ***ANALYSIS OF POTENTIAL AREAS OF SEI ULAR IRRIGATION AREA DELI SERDANG REGENCY (CASE STUDY)***

Bayu Prasetyo  
1307210106  
Dr. Rumilla Harahap  
Irma Dewi, ST,Msi

*Irrigation is very important for social life especially farmer in rice fields to fine and gives the water on they farm. Irrigation regions is a lend area need the water in fill by irrigation system. Usually a paddy fields that require a lot of water for the production of rice. As for component for the availability of water that is debit mainstay which on counting by using the Weibull method. For the irrigation water demand component includes the need for water for land preparation and an alternative cropping pattern. While for the potential area of irrigation covers the major discharge and large water discharge needs. While the main discharge is 67,26 m<sup>3</sup>/dt. And the maximum water demand is 2,12 lt/det/ha in alternative 11. And potential area is 31726,4 ha, while the area used at present is 25280 ha. So from the calculation and evaluation proved the availability of water that is still sufficient for water needs in the area of Sei Ular irrigation is 6446,4 ha.*

*Keywords: Sei Ular's Dam, Alternative planting patterns, Irrigation water needs, Potential area.*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Evaluasi Saluran Drainase Pada Jalan Seroja Di Kelurahan Tanjung Rejo Kecamatan Medan Sunggal” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Ibu Dr. Rumilla Harahap selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Irma Dewi ST, M.Si selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Randi Gunawan ST, M.Si selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Ade Faisal yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansyuri, S.T, M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik sipil kepada penulis.
7. Orang tua penulis: Sumarjo dan Siti Romzah, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Buat kakak saya Kiki Wulandhari A.md, Suci Ramadhani S.E, dan Adinda tersayang Dini Dwi Lestari yang telah memberikan dukungan dan semangat serta Doa kepada saya hingga selesainya Tugas Akhir ini.
10. Buat sahabat-sahabat yang saya sayangi: Angga Prayuda Nasution, Michel Kasaf, M Iqbal Azis Sihombing, Ali aman Siregar, Sayed Mhd Riza Fattah, M Fikri Sembiring, Zulfri Riski Saputra, Khaidir Affandi Batubara S.T, Deni Rahmadi S.T, Pangeran Agung S.T, yang telah memberi semangat dan masukan yang sangat berarti bagi saya pribadi.

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

Medan, Maret 2018

Bayu Prasetyo

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Drainase	5
2.1.1 Sistem Jaringan Drainase	6
2.1.2 Drainase Perkotaan	9
2.1.3 Pola Jaringan Drainase	10
2.2 Banjir	12
2.2.1 Jenis-jenis Banjir	12
2.2.2 Banjir Rencana	13
2.3 Analisa Hidrologi	13
2.3.1 Siklus Hidrologi	14
2.3.2 Distribusi Log Pearson Tipe III	15
2.3.3 Distribusi Gumbel	17
2.4 Uji Kecocokan Distribusi	19
2.4.1 Uji Chi-Square	19

2.4.2 Hujan dan Limpasan	21
2.4.3 Tipe-Tipe Hujan	22
2.4.4 Intensitas Hujan	23
2.4.5 Analisa Curah Hujan	23
2.4.6 Koefisien Pengaliran	24
2.5 Analisa Hidrolika	25
2.5.1 Dimensi Penampang Saluran	27
2.5.2 Dimensi Saluran	28
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>32</b>
3.1 Bagan Alir Penelitian	32
3.2 Lokasi Penelitian	33
3.2.1 Kondisi Umum Lokasi Studi	34
3.3 Batas-batas Daerah	34
3.4 Letak Geografis	34
3.5 Jaringan Jalan dan Drainase	35
3.6 Pengumpulan Data	35
3.6.1 Data Primer	35
3.6.2 Data Sekunder	35
3.7 Pengolahan Data	36
3.7.1 Analisa Frekuensi Hujan	36
3.7.2 Metode Rasional	37
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>38</b>
4.1 Analisa Curah Hujan Rencana	38
4.2 Analisa Frekuensi	39
4.2.1 Distribusi Log Pearson Tipe III	39
4.3 Distribusi Gumbel	41
4.4 Pemilihan Jenis Sebaran	44
4.5 Penentuan Jenis Sebaran Secara Grafis (Ploting Data)	44
4.6 Pengujian Keselarasan Sebaran	45
4.6.1 UjiKecocokan Chi-Square	45
4.7 PengukuranCurahHujanRencana	47
4.8 Analisa Debit Rencana	48

4.8.1 Metode Rasional	48
4.9 Intensitas Curah Hujan	49
4.10 Analisa Hidrolika	51
4.10.1 Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase	51
4.10.2 Perencanaan Ulang Sistem Drainase	54
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>58</b>
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	59
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Kriteria desain hidrologi system drainaseperkotaan	10
Tabel 2.2: Nilai K untuk distribusi Log Pearson Tipe III	16
Tabel 2.3: Reduced mean, $Y_n$	17
Tabel 2.4: Reduced standard deviation, $S_n$	18
Tabel 2.5: Reduced variate, $Y_{Tr}$ , sebagai fungsi periode ulang	18
Tabel 2.6: Nilai kritis untuk distribusi Chi-Square	20
Tabel 2.7: Koefisien Pengaliran	25
Tabel 2.8: Koefisien Kekasaran Manning	29
Tabel 2.9: Nilai kemiringan dinding saluran sesuai bahan	29
Tabel 3.1: Data Curah Hujan	37
Tabel 4.1: Data Curah Hujan Harian Maksimum Dari Stasiun Sei Semayang	40
Tabel 4.2: Perhitungan Analisa Frekuensi Untuk Distribusi Log Pearson Tipe III	41
Tabel 4.3: Perhitungan Analisa Frekuensi untuk Distribusi Gumbel	43
Tabel 4.4: Kombinasi Periode Ulang Tahunan (mm)	46
Tabel 4.5: Parameter Pemilihan Distribusi Curah Hujan	46
Tabel 4.6: Ploting Data	47
Tabel 4.7: Perhitungan Uji Kecocokan Chi-Square dengan Log pearson Tipe III	48
Tabel 4.8: Perhitungan Uji Kecocokan Chi-Square dengan Gumbel	49
Tabel 4.9: Analisa Frekuensi Distribusi Log Pearson Tipe III	49
Tabel 4.10: Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson Tipe III	50
Tabel 4.11: Perhitungan Intensitas Curah Hujan	52
Tabel 4.12: Perhitungan Q Rancangan Pada Kawasan Jalan Seroja	52
Tabel 4.13: Hasil Survei Drainase di Jalan Seroja	53
Tabel 4.14: Perbandingan Q Analisis Tampungan Penampang dan Q Analisis Rancangan Debit Banjir di Kawasan Seroja	55
Tabel 4.15: Dimensi Saluran Drainase Perencanaan	56
Tabel 4.16: Perbandingan Q Analisis Tampungan Penampang dan Q Analisis Rancangan Debit Banjir di Kawasan Seroja	59

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Pola Jaringan Siku	11
Gambar 2.2: Pola Jaringan Paralel	11
Gambar 2.3: Jaringan Grid iron	11
Gambar 2.4: Pola Jaringan Alamiah	12
Gambar 2.5: Siklus Hidrologi	14
Gambar 2.6: Penampang Saluran Trapesium (Triatmodjo 1993)	27
Gambar 2.7: Penampang Saluran Persegi (Triatmodjo 1993)	27
Gambar 3.1: Bagan Alir Penelitian	32
Gambar 3.2: Peta Lokasi Penelitian	33
Gambar 4.1: Saluran Drainase (a) Kanan, (b) Kiri	51
Gambar 4.2: Saluran Drainase (a) Kanan, (b) Kiri	55

## DAFTAR NOTASI

A	= Luas daerah aliran (Ha)
A	= Luas penampang basah saluran (m <sup>2</sup> )
b	= Lebar dasar saluran (m)
C	= Koefesien aliran permukaan
C <sub>s</sub>	= Koefesien tampungan
DK	= Derajat kebebasan
E <sub>j</sub>	= Frekuensi teoritis kelas
G	= Koefesien kemencengan
h	= Tinggi basah saluran (m)
I	= Intensitas curah hujan (mm/jam)
K	= Variabel standart ( <i>standart dized variabel</i> )
K <sub>T</sub>	= Faktor Frekuensi
k	= Jumlah kelas
n	= Banyaknya tahun pengamatan
n	= Koefesien kekasaran manning
O <sub>j</sub>	= Frekuensi pengamatan kelas
P	= Banyaknya parameter untuk Uji Chi-Square
P	= Keliling penampang basah
Q	= Debit (m <sup>3</sup> /det)
Q <sub>s</sub>	= Debit aliran pada saluran (m/det)
R	= Jari-jari hidrolis (m)
R <sub>24</sub>	= Curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm)
S <sub>d</sub>	= Standart devisi
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)
T	= Lamanya hujan (jam)
V	= Kecepatan aliran (m/det)
X <sup>2</sup>	= Parameter chi-kuadrat terhitung

- $x$  = Curah hujan rata-rata (mm)
- $X_i$  = Curah hujan maximum (mm)
- $X$  = 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)
- $Y_T$  = 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
- $\sigma_n$  = *Reduce standar deviasi* berdasarkan sampel n

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Drainase merupakan suatu sistem untuk menyalurkan air hujan. Sistem ini mempunyai peranan yang sangat penting dalam menciptakan lingkungan yang sehat, apalagi di daerah berpendudukan padat seperti perkotaan. 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 di timbulkan 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 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 ke dalam 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. Ada kalanya kapasitas saluran tersebut tidak mencukupi untuk menampung air hujan yang terjadi, sehingga mengakibatkan banjir. Terjadinya banjir di beberapa titik menjadi suatu permasalahan salah satunya di Jalan Seroja Kelurahan Tanjung Rejo Kecamatan Medan Sunggal. Drainase yang tidak berfungsi optimal menjadi salah satu penyebabnya. Selain itu penyebab banjir di beberapa kelurahan di Jalan Seroja adalah kondisi

drainase(sungai/saluran) yang meliputi sedimentasi, kondisi yang kurang baik (rusak), dimensi yang tidak cukup dan 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. Kapasitas saluran drainase sudah diperhitungkan untuk dapat menampung debit air yang terjadi sehingga kawasan tersebut tidak mengalami genangan atau banjir. 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 dihitung 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 pengamatan di lapangan, sistem saluran drainase di Jalan Seroja Kelurahan Tanjung Rejo Kecamatan Medan Sunggal ini mempunyai beberapa titik permasalahan antara lain:

1. Berapa besarnya intensitas curah hujan rencana dengan menggunakan data curah hujan yang didapat di Jalan Seroja Kelurahan Tanjung Rejo Kecamatan Medan Sunggal?
2. Berapakah besarnya debit banjir rencana di daerah penelitian?
3. Apakah kapasitas saluran mampu menampung debit air ketika terjadi luapan?

## **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 klimatologi Sei Semayang.
3. Menganalisa debit banjir rencana pada daerah penelitian.

4. Melakukan analisa hidrolis untuk menangani permasalahan banjir pada daerah penelitian tersebut.

#### **1.4. Tujuan Penulisan**

Tujuan dari penulisan ini adalah:

1. Menentukan besarnya intensitas curah hujan rencana dengan menggunakan data curah hujan yang didapat di Jalan Seroja Kelurahan Tanjung Rejo Kecamatan Medan Sunggal.
2. Mengetahui besarnya debit banjir rencana di daerah penelitian.
3. Menentukan kapasitas tampang saluran di daerah penelitian.

#### **1.5. Manfaat Penulisan**

Berdasarkan latar belakang permasalahan dan tujuan penelitian, maka penelitian ini akan bermanfaat untuk:

1. Secara akademis sebagai ilmu pengetahuan dan proses belajar untuk bahan masukan dalam melakukan kajian ilmiah tentang Evaluasi Saluran Drainase Pada Jalan Seroja di Kelurahan Tanjung Rejo Kecamatan Medan Sunggal.
2. Secara teoritis meningkatkan pemahaman dalam menganalisa dan pembahasan data untuk mengetahui perbedaan atau perbandingan dari hasil yang dikaji secara umum.
3. Secara praktis dapat mengetahui masalah banjir pada daerah tangkapan air.

#### **1.6. Sistematika Penulisan**

Untuk penelitian Tugas Akhir dengan judul “Evaluasi Saluran Drainase Pada Jalan Seroja di Kelurahan Tanjung Rejo Kecamatan Medan Sunggal” ini tersusun dari 5 bab, dan tiap-tiap bab terdiri dari beberapa pokok bahasan dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

## BAB 1. PENDAHULUAN

Bab ini diuraikan mengenai tinjauan secara umum, latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini diuraikan tentang teori yang berhubungan dengan penelitian agar dapat memberikan gambar model dan metode analisis yang akan digunakan dalam menganalisa masalah.

## BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

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

## BAB 4. ANALISA DATA

Bab ini berisi tentang penyusunan dan pengolahan data yang berhubungan dengan kondisi wilayah di kawasan area drainase khususnya di kawasan Jalan Seroja pada Kecamatan Medan Sunggal.

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas mengenai hasil akhir penulisan tugas akhir berupa kesimpulan dan saran yang diperlukan.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Drainase

Menurut Abdeldayem (2005) drainase adalah suatu proses alami, yang diadaptasikan manusia untuk tujuan mereka sendiri, mengarahkan air dalam ruang dan waktu dengan memanipulasi ketinggian muka air. Sedangkan menurut Suhardjono (2013) drainase adalah suatu tindakan untuk mengurangi air yang berlebih, baik itu air permukaan maupun air bawah permukaan. Air berlebih yang umumnya berupa genangan disebut dengan banjir.

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.

Adapun permasalahan drainase perkotaan yang sering terjadi dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Permasalahan drainase karena ulah manusia, seperti:
  - Perubahan tata guna lahan di daerah aliran sungai (DAS).
  - Perubahan fungsi saluran irigasi menjadi saluran drainase.
  - Pembuangan sampah ke saluran drainase.
  - Kawasan kumuh di sepanjang sungai atau saluran drainase.
  - Infrastruktur drainase kurang berfungsi (bendungan dan bangunan air).
  
- b. Permasalahan drainase karena alam, seperti:
  - Curah hujan.
  - Kondisi fisiografi/geofisik sungai.
  - Kapasitas sungai atau saluran drainase yang kurang memenuhi.

- Pengaruh pasang naik air laut (*back water*).

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. Sistem yang paling kecil juga dihubungkan dengan saluran rumah tangga dan sistem saluran bangunan infrastruktur lainnya, sehingga apabila cukup banyak limbah cair yang berada dalam saluran tersebut perlu diolah (*treatment*). Seluruh proses tersebut di atas yang disebut dengan sistem drainase (Kodoatie, 2003).

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).

Dengan semakin kompleksnya permasalahan drainase perkotaan maka di dalam perencanaan dan pembangunannya tergantung pada kemampuan masing-masing perencana. Ada beberapa sarana penunjang bangunan drainase, yaitu:

1. Lubang air pada dinding saluran (*weep hole*)

Lubang air pada dinding saluran yaitu lubang yang berfungsi untuk mengalirkan air resapan (penirisan) yang berasal dari tanah sekitar saluran drainase sehingga tanah tidak menjadi lumpur atau becek.

2. Lubang air pada trotoar (*street inlet*)

Lubang air pada trotoar yaitu lubang yang berfungsi untuk mengalirkan air dari jalan (aspal) sekitar saluran drainase sehingga jalan (aspal) tidak terjadi genangan air atau banjir.

3. Saringan sampah kasar (*bar screen*)

Saringan sampah kasar yaitu saringan sampah yang diletakkan sebelum terdapatnya kantung lumpur/pasir sehingga sampah yang mempunyai ukuran besar tidak dapat masuk kedalam kantung lumpur/pasir.

4. Saringan sampah halus (*fine screen*)

Saringan sampah halus yaitu saringan sampah yang mempunyai ukuran lebih kecil daripada ukuran saringan sampah kasar dan diletakkan sesudah terdapatnya kantung lumpur/pasir tepatnya pada pangkal gorong-gorong (*box*

*culver*) sehingga sampah mempunyai ukuran kecil tidak dapat masuk kedalam gorong-gorong (*box culver*).

5. Penutup atas parit (*cover slab*)

Penutup atas parit yaitu beton struktur bertulang yang diletakkan diatas bangunan drainase. Umumnya penutup parit ini digunakan pada daerah perkotaan. Hal ini disebabkan karena keterbatasan lahan untuk pembuatan trotoar.

6. Lubang kontrol (*cover grill*)

Lubang kontrol yaitu lubang yang terbuat dari besi yang menggunakan pintu dan berengsel sehingga dapat dibuka dan ditutup untuk mengontrol keadaan drainase.

7. Kantong lumpur/pasir (*sand trap*)

Kantong lumpur yaitu suatu dasar drainase dimana konstruksinya lebih dalam dari pada dasar drainase lainnya. Hal ini bertujuan sebagai tangkapan pasir/lumpur pada drainase agar pasir/lumpur tidak masuk kedalam gorong-gorong (*box culver*).

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. Lansekap

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

## 2.1.2. Drainase Perkotaan

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

- a. Arus air hujan yang sudah berbahaya atau mengganggu lingkungan secepat mungkin dibuang pada badan air penerima, tanpa erosi dan penyebaran polusi atau endapan.
- b. 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 (Hendrasarie, 2005).

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).

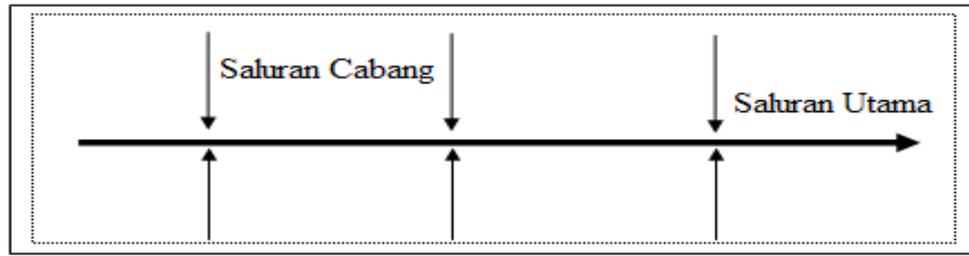
Luas DAS (ha)	Periode Ulang (tahun)	Metode Perhitungan Debit Banjir
< 10	2	Rasional
10 – 100	2 -5	Rasional
101 – 500	5 – 20	Rasional
> 500	10 – 25	Hidrograf satuan

### 2.1.3. Pola Jaringan Drainase

Pola jaringan drainase dapat dibedakan sebagai berikut:

#### 1. Pola siku

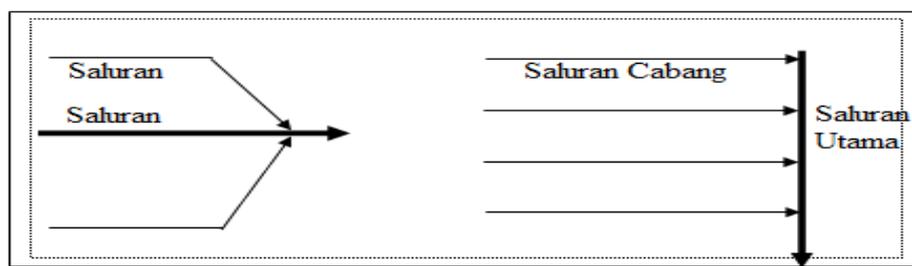
Pola siku adalah suatu pola dimana saluran cabang membentuk siku-siku pada saluran utama. Biasanya dibuat pada daerah yang mempunyai tofografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai dimana sungai merupakan saluran pembuang utama yang berada di tengah kota seperti Gambar 2.1.



Gambar 2.1: Pola jaringan.

2. Pola paralel

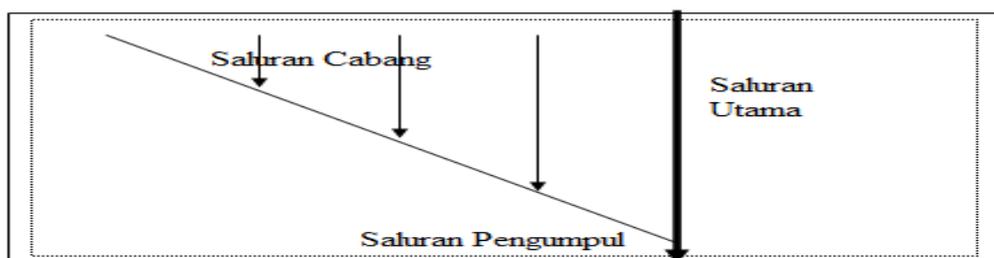
Pola paralel adalah suatu pola dimana saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang yang pada bagian akhir saluran cabang dibelokkan menuju saluran utama. Pada pola paralel saluran cabang cukup banyak dan pendek-pendek seperti Gambar 2.2.



Gambar 2.2: Pola jaringan paralel.

3. Pola *grid iron*

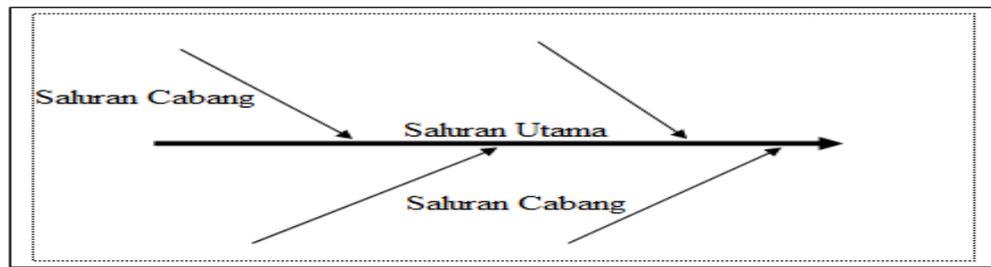
Pola *grid iron* adalah pola jaringan drainase dimana sungai terletak dipinggiran kota. Sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul kemudian dialirkan pada sungai seperti Gambar 2.3.



Gambar 2.3: 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 2.4.



Gambar 2.4: Pola jaringan alamiah.

## 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**

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**

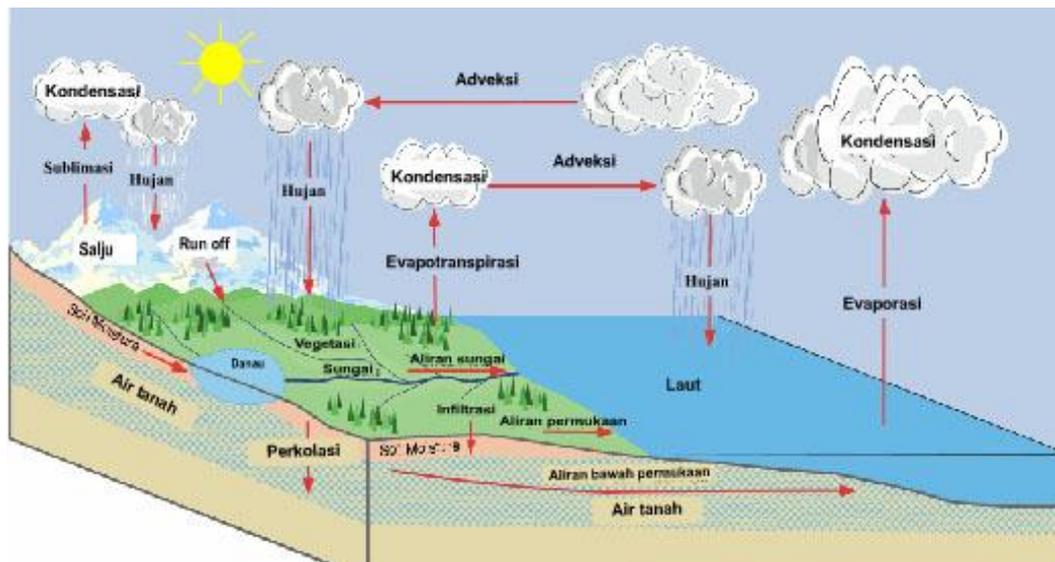
Analisa hidrologi tidak hanya diperlukan dalam perencanaan berbagai macam bangunan air seperti bendungan, bangunan pengendali banjir dan irigasi. Tetapi juga bangunan jalan raya, lapangan terbang dan bangunan lainnya. Analisa hidrologi diperlukan untuk perencanaan drainase, culvert, maupun jembatan yang melintasi sungai atau saluran (Soemarto, 1986). 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

Menurut Hisbulloh (1995), siklus hidrologi dimulai dengan penguapan air dari laut. Uap yang dihasilkan dibawa oleh udara yang bergerak. Dalam kondisi yang memungkinkan, uap air tersebut terkondensasi membentuk awan, dan pada akhirnya dapat menghasilkan presipitasi. Presipitasi yang jatuh ke bumi menyebar dengan arah yang berbeda-beda dalam beberapa cara. Sebagian besar dari presipitasi tersebut untuk sementara tertahan pada tanah di dekat tempat ia jatuh, dan akhirnya dikembalikan lagi ke atmosfer oleh penguapan (evaporasi) dan pemeluhan (transpirasi) oleh tanaman terdapat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5: Siklus Hidrologi.

Sebagian air mencari jalannya sendiri melalui permukaan dan bagian atas tanah menuju sungai, sementara lainnya menembus masuk lebih jauh ke dalam tanah menjadi bagian dari air-tanah (*groundwater*). Dibawah pengaruh gaya gravitasi, baik aliran air-permukaan (*surface streamflow*) maupun air dalam tanah

bergerak menuju tempat yang lebih rendah yang akhirnya dapat mengalir ke laut. Namun, sebagian besar air permukaan dan air bawah tanah dikembalikan ke atmosfer oleh penguapan dan pemeluhan (transpirasi) sebelum sampai ke laut.

### 2.3.2. Distribusi Log Pearson Tipe III

Pada situasi tertentu, walaupun data yang diperkirakan mengikuti distribusi sudah dikonversi kedalam bentuk logaritmis, ternyata kedekatan antara data dan teori tidak cukup kuat untuk menjustifikasi pemakaian distribusi Log Normal (Suripin, 2004).

Pearson telah mengembangkan serangkaian fungsi probabilitas yang dapat dipakai untuk hampir semua distribusi probabilitas empiris. Tidak seperti konsep yang melatar belakangi distribusi Log Normal untuk banjir puncak, maka distribusi probabilitas ini hampir tidak berbasis teori. Distribusi ini masih tetap dipakai karena fleksibilitasnya. Salah satu distribusi dari serangkaian distribusi yang dikembangkan Pearson yang menjadi perhatian ahli sumber daya air adalah Log Pearson. Tiga parameter penting dalam LP.III yaitu:

- i = harga rata-rata.
- ii = simpangan baku.
- iii = koefisien kemencengan.

Berikut ini langkah-langkah penggunaan distribusi Log Pearson Tipe III.

- Ubah data dalam bentuk logaritma,  $X = \text{Log } X$
- Hitung harga rata-rata:

$$\log X = \frac{\sum_{i=1}^n \log x_i}{n} \quad (2.1)$$

- Hitung harga simpangan baku:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \log x)^2}{n-1} \quad (2.2)$$

- Hitung koefisien kemencengan:

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log x_i - \log x)^3}{(n-1)(n-2)s^3} \quad (2.3)$$

- Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan Pers. 2.4

$$\log x_T = \log X + K \cdot s \quad (2.4)$$

Dimana:

K = variabel standar (*standardized variable*).

X = harga rata-rata.

S = simpangan baku.

G = koefisien kemencengan.

$\log X$  = nilai rata-rata hitung variat.

$x_T$  = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T.

K adalah variabel standar (*standardized variable*) untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan G (Tabel 2.2).

Tabel 2.2: Nilai K untuk distribusi Log Pearson Tipe III (Suripin, 2004).

Koef G	Interval kejadian (Recurrence interval), tahun (periode ulang)							
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
	Persentase peluang terlampaui (percent change of being exceeded)							
	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
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,399
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	2,998	2,453	2,891
0,7	-1,880	-0,857	-0,116	0,790	1,333	2,967	2,407	2,824
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	0,122	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

Tabel 2.2: *Lanjutan.*

Koef G	Interval kejadian (Recurrence interval), tahun (periode ulang)							
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
	Persentase peluang terlampaui (percent change of being exceeded)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
-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	0,669

### 2.3.3. Distribusi Gumbel

Perhitungan curah hujan rencana menurut Metode Gumbel (Suripin, 2004), mempunyai perumusan sebagai berikut dengan Pers. 2.5.

$$X = \bar{X} + SK \quad (2.5)$$

Dimana:

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

$S$  = standar deviasi (simpangan baku) sampel.

Faktor probabilitas  $K$  untuk harga-harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan dalam Pers. 2.6.

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \quad (2.6)$$

Dimana:

$Y_n$  = reduced mean yang tergantung jumlah sampel/data  $n$ .

$S_n$  = reduced standard deviation yang juga tergantung pada jumlah sampel/data  $n$ .

$Y_{Tr}$  = reduced variate yang dapat dihitung dengan Pers. 2.7.

$$Y = -\ln \left[ -\ln \frac{T_r - 1}{T_r} \right] \quad (2.7)$$

Tabel 2.3: Reduced mean,  $Y_n$  (Suripin, 2004).

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,49	0,49	0,50	0,50	0,51	0,51	0,51	0,51	0,52	0,52
20	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
30	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,54	0,54	0,54	0,54	0,53
40	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
50	0,54	0,54	0,54	0,54	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
60	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
70	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
80	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
90	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
100	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,55	0,56

Tabel 2.4: Reduced standard deviation,  $S_n$  (Suripin, 2004).

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,94	0,96	0,99	0,99	1,00	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05
20	1,06	1,06	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,10
30	1,11	1,11	1,11	1,12	1,12	1,12	1,13	1,13	1,13	1,13
40	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
50	1,10	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,17	1,17	1,17
60	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
70	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,19	1,19	1,19	1,19
80	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,20
90	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
100	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20

Tabel 2.5: Reduced variate,  $Y_{Tr}$  sebagai fungsi periode ulang (Suripin, 2004).

Periode ulang $T_r$ (tahun)	Reduced variate, $Y_{Tr}$	Periode ulang, $T_r$ (tahun)	Reduced variate, $Y_{Tr}$
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,2510	250	5,5206
20	2,9790	500	6,2149
25	3,1993	1000	6,9087
50	3,9028	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121

## 2.4. 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 (Linsley, R. K. 1986). Uji kecocokan distribusi ini dimaksudkan untuk mengetahui kebenaran analisis curah hujan terhadap simpangan data vertikal maupun simpangan data horizontal. Untuk mengetahui pengujian distribusi terlebih dahulu harus dilakukan plotting data. Jika pengujian telah memenuhi syarat tersebut perlu diuji kecocokan distribusi dengan beberapa metode. Maka diketahui apakah pemilihan metode distribusi frekuensi yang digunakan dalam perhitungan curah hujan dapat diterima atau ditolak. Pengujian parameter yang dipakai adalah uji Chi-Square.

### 2.4.1. 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 atautkah 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 Ujichi-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 menurut (Mortarcih, 2009) 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 (Montarcih, 2009). Untuk melihat nilai distribusi yang tertera pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6: Nilai kritis untuk distribusi Chi-Square (Montarcih, 2009).

$d^k$	$\alpha$ derajat kepercayaan							
	$t_{0,995}$	$t_{0,99}$	$t_{0,975}$	$t_{0,95}$	$t_{0,05}$	$t_{0,025}$	$t_{0,01}$	$t_{0,005}$
1	0,39	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

Tabel 2.6: *Lanjutan.*

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>0,05</sub>	t <sub>0,025</sub>	t <sub>0,01</sub>	t <sub>0,005</sub>
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	31,410	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	35,172	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

#### 2.4.2. Hujan dan Limpasan

Hujan dan limpasan merupakan dua fenomena yang tidak dapat dipisahkan yang saling terkait satu sama lainnya. Fenomena hujan merupakan fenomena alam yang tidak dapat diketahui secara pasti dan jelas, namun dapat dilakukan dengan perkiraan-perkiraan berdasarkan data-data hujan terdahulu. Semakin banyak data hujan yang didapat, maka akan semakin mendekati akurasi perkiraan-perkiraan yang dilakukan (Wesli, 2008).

Jumlah air yang dihasilkan akibat hujan tergantung dari intensitas hujan dan lama waktu hujan. Intensitas hujan yang besar dalam waktu yang singkat akan menghasilkan jumlah air yang berbeda dengan intensitas hujan yang kecil tetapi dalam waktu yang lama. Keadaan yang paling ekstrim adalah intensitas hujan yang besar dengan waktu yang lama. Hal ini dapat mengakibatkan banjir. Banjir dapat terjadi akibat adanya limpasan permukaan yang sangat besar yang disebabkan oleh hujan dan tidak dapat ditampung lagi oleh sungai atau saluran drainase. Di samping itu, limpasan permukaan yang berlebihan disebabkan tanah sudah jenuh air (Wesli, 2008).

Limpasan permukaan merupakan bagian dari curah hujan yang berlebihan mengalir selama periode hujan atau sesudah periode hujan. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi limpasan, diantaranya adalah tata guna lahan, daerah pengaliran, kondisi topografi dari daerah pengaliran, jenis tanah dan faktor-faktor lain seperti karakteristik sungai, adanya daerah pengaliran yang tidak langsung, daerah-daerah tampungan, drainase buatan dan lain-lain (Wesli, 2008).

Ada banyak rumus rasional yang dibuat secara empiris yang dapat menjelaskan hubungan antara hujan dengan limpasannya diantaranya adalah:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot C_s \cdot I \cdot A \quad (2.11)$$

Keterangan:

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

C = Koefisien limpasan.

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

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

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

### 2.4.3. Tipe-Tipe Hujan

Berdasarkan sumber dari Departemen Pekerjaan Umum (1989), hujan yang sering dibedakan menurut faktor penyebab pengangkatan udara yang menyebabkan terjadinya hujan, antara lain:

#### 1. Hujan Konfektif

Hujan ini disebabkan oleh pergerakan naiknya udara yang lebih panas dari keadaan sekitarnya. Umumnya jenis hujan ini terjadi pada daerah tropis dimana pada saat cuaca panas, permukaan bumi memperoleh panas yang tidak seimbang sehingga menyebabkan udara naik keatas dan kekosongan yang diakibatkan diisi oleh udara diatasnya yang lebih dingin.

#### 2. Hujan Siklon

Hujan ini bila gerakan udara keatas terjadi akibat adanya udara panas yang bergerak di atas lapisan udara yang lebih padat dan dingin.

### 3. Hujan Orografik

Hujan ini terjadi bila udara dipaksa naik diatas sebuah hambatan berupa gunung. Oleh sebab itu maka lereng gunung yang berada pada arah angin biasa menjadi daerah yang berhujan lebat.

#### 2.4.4. Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. 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 (Wesli, 2008).

Intensitas hujan biasanya dihubungkan dengan durasi hujan jangka pendek misalnya 5 menit, 30 menit, 60 menit dan berjam-jam. Apabila yang tersedia hanya data hujan harian ini, maka intensitas hujan dapat diestimasi dengan menggunakan rumus Mononobe seperti berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^2 \quad (2.12)$$

Keterangan:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam).

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

t = Durasi (lamanya) curah hujan (menit) atau (jam).

#### 2.4.5. Analisa Curah Hujan

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 (Wesli, 2008). 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 (Wesli, 2008).

#### **2.4.6. Koefisien Pengaliran**

Koefisien pengaliran (*run-off coefficient*) adalah perbandingan antara jumlah air hujan yang mengalir atau melimpas di atas permukaan tanah (*surface run-off*) dengan jumlah air hujan yang jatuh dari atmosfer. Nilai koefisien pengaliran berkisar antara 0 sampai dengan 1 dan bergantung dari jenis tanah, jenis vegetasi, karakteristik tata guna lahan dan konstruksi yang ada di permukaan tanah seperti jalan aspal, atap bangunan dan lain-lain, yang menyebabkan air hujan tidak sampai secara langsung ke permukaan tanah sehingga tidak dapat berinfiltrasi, maka akan menghasilkan limpasan permukaan hampir 100%.

Koefisien pengaliran dapat ditentukan berdasarkan curah hujan (Wesli, 2008). Adapun rumus untuk menentukan koefisien pengaliran adalah sebagai berikut:

$$C = \frac{Q}{R} \quad (2.13)$$

Keterangan :

C = Koefisien limpasan

Q = Jumlah limpasan

R = Jumlah curah hujan

Besarnya koefisien pengaliran (C) untuk daerah perumahan berdasarkan penelitian para ahli dapat dilihat pada tabel 2.7 berikut ini:

Tabel 2.7. Koefisien Pengaliran (Wesli, 2008).

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

Koefisien pengaliran merupakan nilai banding antara bagian hujan yang membentuk limpasan langsung dengan hujan total yang terjadi. 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 (Wesli, 2008).

## 2.5. 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*).

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 (Triatmodjo, 1993). Sedangkan pada aliran saluran tertutup tidak terdapat permukaan yang bebas, hal ini dikarenakan seluruh saluran diisi oleh air. Pada aliran saluran tertutup

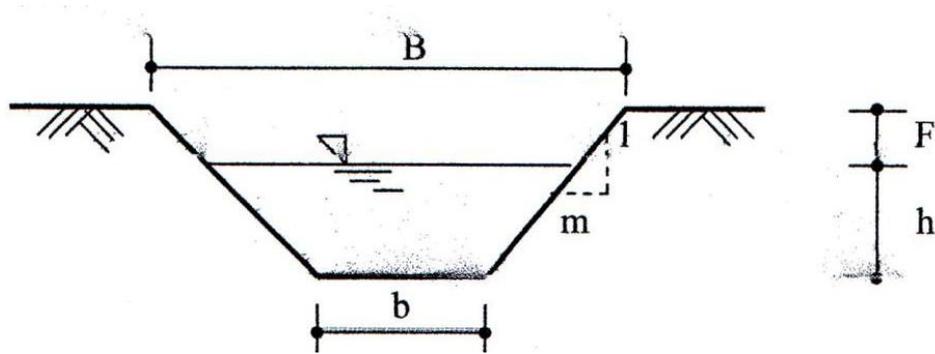
permukaan air secara tidak langsung dipengaruhi oleh tekanan udara luar kecuali hanya oleh tekanan hidraulika yang ada dalam aliran saja. Pada aliran terbuka untuk penyederhanaan dianggap bahwa aliran sejajar, kecepatan beragam dan kemiringan kecil. Dalam hal ini permukaan air merupakan garis derajat 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 kedalaman 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 (Triatmodjo, 1993), konsistensi bentuk penampang dan kemiringan dasarnya saluran terbuka dapat diklasifikasikan menjadi:

1. Saluran prismatic (*prismatic channel*) yaitu saluran yang bentuk penampang melintang dan kemiringan dasarnya tetap.  
Contoh: saluran drainase, saluran irigasi.
2. 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.

### 2.5.1. Dimensi Penampang Saluran



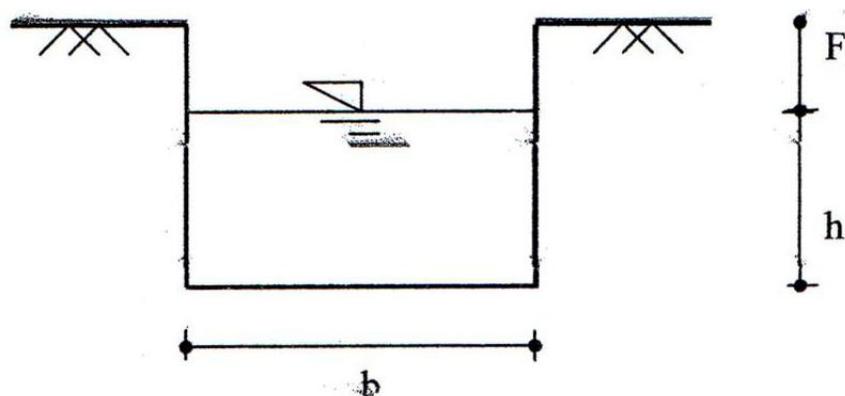
Gambar 2.6: Penampang saluran trapesium (Triatmodjo 1993).

Dilakukan pengukuran terhadap dimensi saluran, yaitu lebar dasar saluran ( $b$ ), lebar atas saluran ( $B$ ), kemiringan sisi saluran ( $m$ ), tinggi jagaan ( $f$ ), tinggi basah saluran ( $h$ ) dan kemiringan saluran ( $S$ ). Dengan diketahui lebar dasar saluran dan tinggi basah saluran di atas, maka diperoleh luas penampang basah saluran ( $A$ ), keliling basah saluran ( $P$ ) dan jari-jari hidrolis ( $R$ ). Berdasarkan (Triatmodjo, 1993) diperoleh seperti di bawah ini:

$$A = (b + m \cdot h) \cdot h \quad (2.14)$$

$$P = b + 2h \sqrt{m^2 + 1} \quad (2.15)$$

$$R = \frac{A}{p} \quad (2.16)$$



Gambar 2.7: Penampang saluran persegi (Triatmodjo 1993).

Menurut (Triatmodjo, 1993), dalam perencanaan saluran di lapangan dipakai saluran persegi dimana hubungan antara debit rencana dengan dimensi tampang ditentukan berdasarkan rumus Manning, yaitu:

$$A = b \cdot h \quad (2.17)$$

$$P = b + 2h \quad (2.18)$$

$$R = \frac{A}{p} \quad (2.19)$$

Keterangan:

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

R = Jari-jari hidrolis (m)

P = Keliling basah saluran (m)

S = Kemiringan saluran

n = Koefisien kekasaran Manning

m = Kemiringan sisi saluran

f = Tinggi jagaan (m)

b = Lebar dasar saluran (m)

B = Lebar atas saluran (m)

h = Tinggi basah saluran (m)

### 2.5.2. Dimensi Saluran

Dimensi saluran menurut (Triatmodjo, 1993), harus mampu mengalirkan debit rencana atau dengan kata lain debit yang dialirkan oleh saluran (Q<sub>s</sub>) sama atau lebih besar dari debit rencana (Q<sub>T</sub>). Hubungan ini ditunjukkan sebagai berikut:

$$Q_s \geq Q_T \quad (2.20)$$

Debit suatu penampang saluran (Q<sub>s</sub>) dapat diperoleh dengan menggunakan rumus seperti di bawah ini:

$$Q_s = A_s \cdot V \quad (2.21)$$

Keterangan:

$Q_s$  = Debit penampang saluran (m<sup>3</sup>/det)

$A$  = Luas penampang saluran tegak lurus arah aliran (m<sup>2</sup>)

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

Berdasarkan (Triatmodjo, 1993), kecepatan rata-rata aliran di dalam suatu saluran dapat dihitung dengan menggunakan rumus Manning seperti di bawah ini:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S_1^{\frac{1}{2}} \quad (2.22)$$

$$R = \frac{A_s}{P} \quad (2.23)$$

Keterangan:

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

$n$  = Koefisien kekasaran Manning

$R$  = Jari-jari hidrolis (m)

$S_1$  = Kemiringan saluran

$A_s$  = Luas penampang saluran tegak lurus arah aliran (m<sup>2</sup>)

$P$  = Keliling basah saluran (m)

Tabel 2.8. Koefisien Kekasaran Manning (Wesli 2008)

No.	Tipe Saluran	Koefisien Manning (n)
1.	Baja	0,011 – 0,014
2.	Baja permukaan gelombang	0,021 – 0,030
3.	Semen	0,010 – 0,013
4.	Beton	0,011 – 0,015
5.	Pasangan batu	0,017 – 0,030
6.	Kayu	0,010 – 0,014
7.	Bata	0,011 – 0,015
8.	Aspal	0,013

Tabel 2.9: Nilai kemiringan dinding saluran sesuai bahan (Hardjosuprpto, M. 1998).

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

Pada daerah-daerah yang telah diidentifikasi dan bermasalah, dilakukan perhitungan debit saluran drainase yang sudah ada (*eksisting*) dengan menggunakan persamaan Manning (Hardjosuprpto, 1998) dengan asumsi aliran mengalir penuh di saluran terbuka. Debit adalah luas penampang basah dikalikan dengan jari-jari hidrolis dipangkatkan dengan  $\frac{2}{3}$  dikalikan dengan akar kuadrat dari kemiringan saluran dibagi dengan koefisien kekasaran Manning.

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \quad (2.24)$$

Keterangan:

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

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

n = Koefisien kekasaran Manning

R = Jari-jari hidrolis (m)

S = Kemiringan saluran

Lalu hasil tersebut dibandingkan dengan perhitungan debit limpasan berdasarkan intensitas hujan yang diperoleh dari analisis hidrologi dengan menggunakan persamaan Modifikasi Rasional (Hardjosuprpto, 1998). Debit adalah faktor konversi dikalikan dengan koefisien tampungan dikalikan dengan koefisien limpasan dikalikan dengan luas daerah pengaliran sungai.

$$Q = F \cdot C_s \cdot \sum C \cdot A \cdot I \quad (2.25)$$

Keterangan:

Q = Debit ( $m^3/\text{det}$ )

F = Faktor konvensi,  $F = 1/360$  untuk Q dalam  $m^3/\text{det}$

$F = 100/36$  untuk Q dalam  $l/\text{det}$

C = Koefisien limpasan

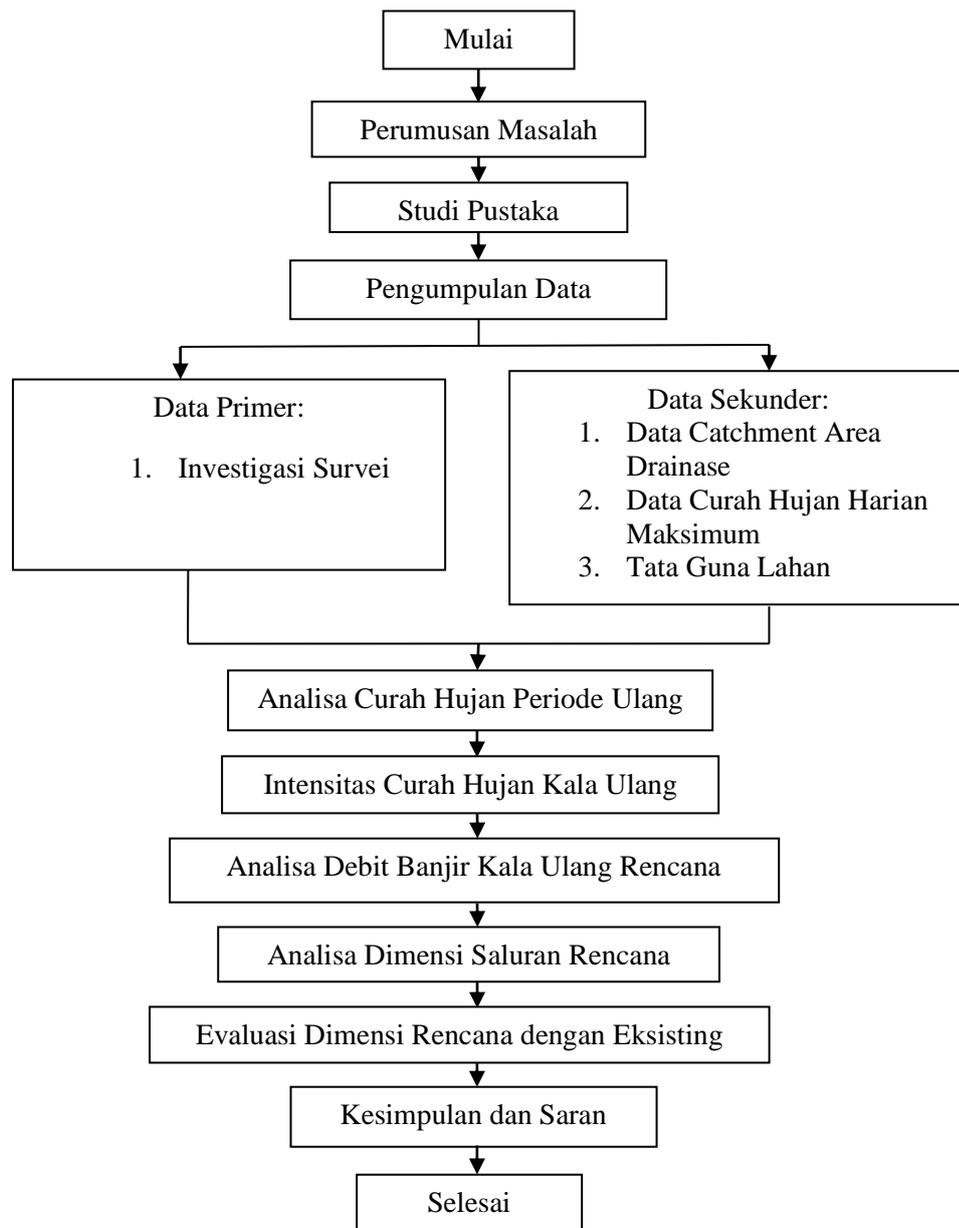
A = luas daerah aliran ( $km^2$ )

I = Intensitas hujan selama waktu konsentrasi ( $mm/\text{jam}$ )

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

**3.1. Bagan Alir Penelitian**

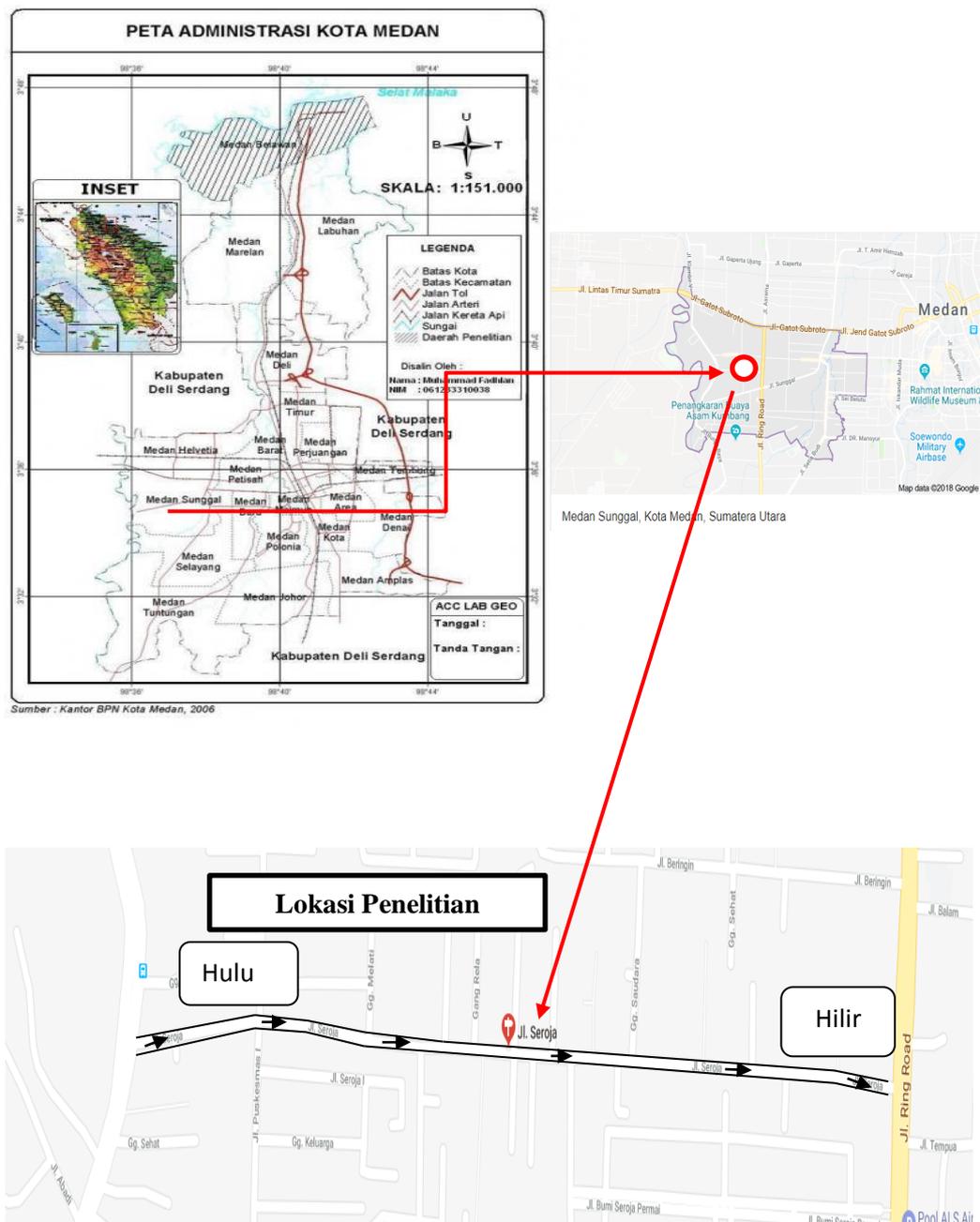
Adapun untuk mengetahui tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian.

### 3.2. Lokasi Penelitian

Dalam penelitian pada tugas akhir ini, lokasi wilayah studi diperlukan untuk mengumpulkan sejumlah informasi mengenai daerah serta lingkungan tempat atau lokasi penelitian. Lokasi penelitian merupakan salah satu daerah genangan banjir di kota Medan, yaitu berada di Jalan Seroja Kelurahan Tanjung Rejo Kecamatan Medan Sunggal.



Gambar 3.2: Peta lokasi penelitian.

### **3.2.1. Kondisi Umum Lokasi Studi**

Adapun lokasi studi pada tugas akhir ini diambil pada area drainase di kawasan Jalan Seroja yang di pusatkan di Kecamatan Medan Sunggal dikarenakan di wilayah ini rawan terjadi banjir. Data mengenai curah hujan harian maksimum wilayah Kecamatan Medan Sunggal di kawasan Jalan Seroja didapatkan melalui Stasiun Sei Semayang.

### **3.3. Batas-batas Daerah**

Batas-batas lokasi studi, yaitu meliputi:

- Sebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Medan Sunggal dan Kecamatan Medan Selayang.
- Sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Medan Polonia.
- Sebelah Selatan berbatasan dengan Medan Johor
- Sebelah Utara berbatasan dengan Medan Petisah.

### **3.4. Letak Geografis dan Tata Guna Lahan**

Dilihat dari segi geografis, kota Medan terletak antara 2°.27' - 2°.47' Lintang Utara dan 98°.35' - 98°.44' Bujur Timur. Kota Medan memiliki luas 26.510 Hektar atau 265,10 km<sup>2</sup> dan luas kota Medan Sunggal 15,31 km<sup>2</sup>. 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 letak 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

### **3.5. Jaringan Jalan dan Drainase**

Jaringan jalan pada lokasi studi terdiri dari jalan utama, yaitu Jalan Seroja Kelurahan Tanjung Rejo Kecamatan Medan Sunggal. Jalan tersebut mempunyai drainase yang ditempatkan pada kedua sisi jalan, yaitu kanan dan kiri. Sistem drainase terdiri dari dua macam saluran, yaitu saluran primer dan saluran sekunder. Dimana yang dimaksud dengan saluran primer adalah saluran utama dan saluran sekunder adalah saluran yang terdapat pada jalan-jalan setiap gang. Saluran drainase pada sisi jalan utama merupakan drainase pengumpul. Dengan kurangnya perawatan terhadap drainase utama/pengumpul, maka dapat menyebabkan laju air yang mengalir cukup terganggu sehingga menimbulkan terjadinya banjir.

### **3.6. 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 2016 yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Stasiun Sei Semayang.

#### **3.6.1. Data Primer**

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.

#### **3.6.2. Data Sekunder**

Data sekunder hujan harian maksimum tahun 2007 hingga 2016 yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) stasiun Sei Semayang.

Berikut data curah hujan maksimum harian (mm) Kecamatan Medan Sunggal seperti yang terlihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 : Data curah hujan (Stasiun BMKG Sei Semayang).

Tahun	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
2007	31	41	7	60	70	21	55	23	37	35	40	57
2008	31	35	19	45	27	17	25	35	51	60	125	45
2009	80	36	50	0	55	23	27	85	86	75	74	47
2010	61	9	36	59	42	50	49	53	23	47	41	50
2011	43	33	45	55	20	50	28	55	51	70	30	63
2012	25	90	40	25	35	30	55	45	73	65	45	70
2013	60	65	35	35	35	15	30	35	50	80	35	55
2014	10	38	8	60	62	45	16	77	65	62	45	69
2015	82	11	13	40	53	63	32	100	46	63	81	117
2016	65	80	12	58	55	75	36	24	125	95	40	26

### 3.7. Pengolahan Data

Pengolahan data untuk keperluan analisa drainase sebagai pengendalian banjir di Kecamatan Medan Sunggal akan meliputi analisis hidrologi, yaitu:

- a. Analisa curah hujan kala ulang
- b. Intensitas curah hujan kala ulang
- c. Analisa debit banjir kala ulang rencana
- d. Analisa dimensi saluran rencana
- e. Evaluasi dimensi rencana dengan eksisting

#### 3.7.1. Analisa Frekuensi Hujan

Distribusi frekuensi digunakan untuk memproses 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. 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 dengan menggunakan Metode distribusi Log Pearson Tipe III dan Metode distribusi Gumbel.

### **3.7.2. 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 Sei Semayang.

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
2007	70
2008	125
2009	86
2010	61
2011	70
2012	90
2013	80
2014	77
2015	117
2016	125
N = 10 Tahun	Total = 901

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.

Tahun	$X_i$	$\text{Log } X_i$	$\text{Log } X_i - \text{Log } X$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } X)^2$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } X)^3$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } X)^4$
2007	70	1.84510	-0.10963	0.01202	-0.00132	0.00014
2008	125	2.09691	0.14219	0.02022	0.00287	0.00041
2009	86	1.93450	-0.02023	0.00041	-0.00001	0.00000
2010	61	1.78533	-0.16939	0.02869	-0.00486	0.00082
2011	70	1.84510	-0.10963	0.01202	-0.00132	0.00014
2012	90	1.95424	-0.00048	0.00000	0.00000	0.00000
2013	80	1.90309	-0.05163	0.00267	-0.00014	0.00001
2014	77	1.88649	-0.06823	0.00466	-0.00032	0.00002
2015	117	2.06819	0.11346	0.01287	0.00146	0.00017
2016	125	2.09691	0.14219	0.02022	0.00287	0.00041
= 10 Tahun	901	19.41585	-0.13139	0.11377	-0,00075	0,00212

#### Parameter statistik

Curah hujan rata-rata ( $X$ )

$$X = \frac{\sum X_i}{N} = \frac{901}{10} = 90.1 \text{ mm}$$

Standart deviasi (S):

$$S = \frac{\sqrt{\frac{(\text{Log}X_i - X)^2}{(N-1)}}}{9} = \frac{0,09400}{9} = 0,1022$$

Hitung koefisien kemencengan:

$$G = \frac{n \sum_{i=0}^n (\log x_i - \log x)^3}{n-1 (n-2)s^3} = \frac{10 \times 0,00411}{9 \times 8 \times 0,1124^3} = 0,7775$$

Koefisien kurtosis (Ck):

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - X)^4}{s^4} = \frac{\frac{1}{10} (0,00212)}{0,1124^4} = 1,3294$$

Logaritma hujan atau banjir dengan periode kala ulang T

$$\log x_T = \log X + K \cdot s$$

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

$$\text{Log } X_2 = 1,9415 + (-0,128 \times 0,1124)$$

$$\text{Log } X_2 = 1,9171$$

$$X_2 = 82,6181 \text{ mm}$$

$$\log x_T = \log X + K \cdot s$$

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

$$\text{Log } X_5 = 1,9415 + (0,782 \times 0,1124)$$

$$\text{Log } X_5 = 2,0295$$

$$X_5 = 107,0360 \text{ mm}$$

$$\log x_T = \log X + K \cdot s$$

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

$$\text{Log } X_{10} = 1,9415 + (1,335 \times 0,1124)$$

$$\text{Log } X_{10} = 2,0917$$

$$X_{10} = 123,5043 \text{ mm}$$

$$\log x_T = \log X + K \cdot s$$

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

$$\text{Log } X_{25} = 1,9415 + (2,991 \times 0,1124)$$

$$\text{Log } X_{25} = 2,2779$$

$$X_{25} = 189,6137 \text{ mm}$$

$$\log x_T = \log X + K \cdot s$$

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

$$\text{Log } X_{50} = 1,9415 + (2,443 \times 0,1124)$$

$$\text{Log } X_{50} = 2,2163$$

$$X_{50} = 164,5345 \text{ mm}$$

$$\log x_T = \log X + K \cdot s$$

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

$$\text{Log } X_{100} = 1,9415 + (2,876 \times 0,1124)$$

$$\text{Log } X_{100} = 2,2649$$

$$X_{100} = 184,0518 \text{ mm}$$

### 4.3. Distribusi Gumbel

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

Tabel 4.3: Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi Gumbel.

Tahun	$X_i$	$X_i - X$	$(X_i - X)^2$	$(X_i - X)^3$	$(X_i - X)^4$
2007	70	-20,1	404,01	-8120,601	163224,1
2008	125	34,9	1218,01	42508,549	1483548,4
2009	86	-4,1	16,81	-68,92	282,5761
2010	61	-29,1	846,81	-24642,17	717087,2
2011	70	-20,1	404,010	-8120,6	163224,080
2012	90	-0,1	0,010	0,00	0,000
2013	80	-10,1	102,01	-1030	10406,0401
2014	77	-13,1	171,610	-2248,1	29450,0
2015	117	26,9	723,610	19465,1	523611,432
2016	125	34,9	1218,01	42508,55	1483548,4
= 10 Tahun	901		5104,90	60252	4574382,10

#### Parameter Statistik

Curah hujan rata-rata ( $X$ )

$$X = \frac{\sum X_i}{N} = \frac{901}{10} = 90,1 \text{ mm}$$

Standart deviasi (S):

$$S = \frac{\overline{(Xi-X)^2}}{(N-1)} = \frac{5104,90}{9} = 23,8162$$

Koefisien skewness (Cs):

$$Cs = \frac{N}{N-1} \frac{\sum (Xi-X)^3}{(N-2)S^3} = \frac{10 \times 60252}{9 \times 8 \times 23,8162^3} = 0,6195$$

Koefisien kurtosis (Ck):

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Xi-X)^4}{S^4} = \frac{\frac{1}{10} (4574832,10)^4}{23,8162^4} = 1,4218$$

Dari Tabel 2.4 dan Tabel 2.5, untuk n = 10

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9496$$

Dari Tabel 2.6 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

$$X_T = X + K.S = 90,1 + ((-0,135) \times 23,8162) = 86,8797 \text{ mm}$$

Dari Tabel 2.6 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

$$X_T = X + K.S = 90,1 + (1,059 \times 23,8162) = 115,3107 \text{ mm}$$

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

$$X_T = X + K.S = 90,1 + (1,849 \times 23,8162) = 134,1359 \text{ mm}$$

Dari Tabel 2.6 untuk periode ulang (T) 25 Tahun

$$Y_{Tr} = 3,1993$$

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

$$X_T = X + K.S = 90,1 + (2,848 \times 23,8162) = 157,9195 \text{ mm}$$

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

$$X_T = X + K.S = 90,1 + (3,588 \times 23,8162) = 175,5634 \text{ mm}$$

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

$$X_T = X + K.S = 90,1 + (4,324 \times 23,8162) = 193,0795 \text{ mm}$$

Tabel 4.4: Kombinasi periode ulang tahunan (mm).

Periode Ulang (T)	Distribusi Log Person Type III	Distribusi Gumbel
2	82.6181	86.8797
5	107.0360	115.3107
10	123.5043	134.1359
25	189.6137	157.9195
50	164.5345	175.5634
100	184.0518	193.0795

#### 4.4. 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	$C_s \neq 0$	$C_s = 0,4017$	Dipilih
Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$	$C_s = 0,6195$ $C_k = 1,4218$	

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.

#### 4.5. Penentuan Jenis Sebaran Secara Grafis (Plotting 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. Plotting 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 Weinbull dan Gumbel seperti pada Pers.4.1.

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

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	$X_i$	$M$	$(X_i)$	$P(X_m)$	$P(X_m)$
2007	70	1	61	9.0909	11.1111
2008	125	2	70	18.1818	22.2222
2009	86	3	70	27.2727	33.3333
2010	61	4	77	36.3636	44.4444
2011	70	5	80	45.4545	55.5556
2012	90	6	86	54.5455	66.6667
2013	80	7	90	63.6364	77.7778
2014	77	8	117	72.7273	88.8889
2015	117	9	125	81.8182	100
2016	125	10	125	90.9091	111.1111

## 4.6. 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.

### 4.6.1. 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:

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

$$= 4,322 \approx 5$$

$$DK = K - (p+1)$$

$$= 5 - (1+1)$$

$$= 3$$

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

$$\Delta X = \frac{(X_{maks} - X_{min})}{(K-1)} = \frac{(125-61)}{(5-1)} = 16$$

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

$$= 61 - \frac{1}{2} \times 16$$

$$= 53$$

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

$$= 125 - \frac{1}{2} \times 16$$

$$= 117$$

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.

Kelas	Probabilitas (%)	Jumlah Data		Oj - Ej	$X^2 = \frac{(O_j - E_j)^2}{E_j}$
		Oj	Ej		
1	$53 < x < 70$	2	1	1	1,000
2	$70 < x < 80$	2	1	1	1,000
3	$80 < x < 90$	2	5	9	1,800
4	$90 < x < 117$	2	3	1	0,333
5	$X > 117$	2	0	4	0,000
Jumlah		10	10		4,133

Dilihat dari hasil perbandingan diatas bahwa  $X^2 =$  harga Chi-Square  $= 4,133 < X^2$  cr (Tabel 2.5)  $= 5,991$  maka hipotesa yang diuji dapat diterima.

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

Kelas	Probabilitas (%)	Jumlah Data		Oj - Ej	$X^2 = \frac{(Oj-Ej)^2}{Ej}$
		Oj	Ej		
1	$53 < x < 70$	2	2	0	0,000
2	$70 < x < 80$	2	1	1	1,000
3	$80 < x < 90$	2	0	4	0,000
4	$90 < x < 117$	2	1	1	0,000
5	$X > 117$	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 4.8) = 5,991 maka hipotesa yang diuji dapat diterima.

#### 4.7. Pengukuran Curah Hujan Rencana

Perhitungan curah hujan dengan metode distribusi Log Pearson Tipe III, seperti yang terlihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9: 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	2007	70	1.8451	-0.1096	0.0120	-0.0013
2	2008	125	2.0969	0.1422	0.0202	0.0029
3	2009	86	1.9345	-0.0202	0.0004	0.0000
4	2010	61	1.7853	-0.1694	0.0287	-0.0049
5	2011	70	1.8451	-0.1096	0.0120	-0.0013
6	2012	90	1.9542	-0.0005	0.0000	0.0000
7	2013	80	1.9031	-0.0516	0.0027	-0.0001
8	2014	77	1.8865	-0.0682	0.0047	-0.0003
9	2015	117	2.0682	0.1135	0.0129	0.0015
10	2016	125	2.0969	0.1422	0.0202	0.0029
Jumlah		901	19.4159	-0.1314	0.1138	-0.0007
Rata-rata		90,1	1.9416		1.9547	

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

$K$  = Koefesien untuk distribusi Log Pearson Tipe III

$S$  = Standar deviasi

Perhitungan curah hujan rencana dengan Metode Log Pearson III dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10: Perhitungan curah hujan rencana Metode Log Pearson Tipe III.

No	Periode	Rata-rata Log $X_i$	Sd	Cs	Nilai k	Log Pearson Tipe III	
						Log Rr	Rr (mm)
1	2	1.9416	0.112	-0.066	1.9341	85.9274	2
2	5	1.9416	0.112	0.816	2.0333	107.9728	5
3	10	1.9416	0.112	1.317	2.0897	122.9335	10
4	25	1.9416	0.112	2.881	2.2654	184.2674	25
5	50	1.9416	0.112	2.262	2.1959	156.9973	50
6	100	1.9416	0.112	2.616	2.2357	172.0660	100

#### 4.8. 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.

##### 4.8.1. Metode Rasional

Metode rasional digunakan karena luas di kawasan Medan Sunggal adalah 13,51 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 Medan Timur Kota Medan, digunakan koefisien pengaliran sebesar 0,95 sesuai pada Tabel 2.7. Koefisien aliran, dikarenakan daerah permukiman di kawasan Medan Sunggal adalah daerah perkotaan.

#### 4.9. 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

$$I = \frac{R}{24} \times \frac{24}{t_c}^2 \cdot 3$$

Dimana:

- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- tc = 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<sub>2</sub>).

Diketahui data sebagai berikut:

$$S = \frac{\text{Elevasi hulu} - \text{Elevasi hilir}}{\text{Panjang saluran}}$$

$$= \frac{29 - 27}{2000}$$

$$= 0,001$$

$$t_c = \frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S}^{0,385}$$

$$= \frac{0,87 \times 2000^2}{1000 \times 0,001}^{0,385}$$

$$= 1,616$$

$$I = \frac{85,8833}{24} \times \frac{24^2}{1,616^3}$$

$$I = 21,649 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan intensitas curah hujan untuk periode 5 dan 10 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11: Perhitungan intensitas curah hujan.

No	Periode	R <sub>24</sub> (mm)	C	tc (jam)	I (mm/jam)
1	2	85.9274	0.95	1.616248	21.64942495
2	5	107.9728	0.95	1.616248	27.20376937
3	10	122.9335	0.95	1.616248	30.9731208

Luas *cathment area* pada kawasan Kecamatan Medan Sunggal adalah = 13,51 Ha. Koefesien pengaliran (C) = 0,95 Wilayah perkotaan. Jadi debit banjir rancangan untuk kala ulang 2 tahun adalah:

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

$$Q = 0,00278 \cdot 0,95 \cdot 21,649 \cdot 13,51$$

$$Q = 0,772 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk perhitungan kala ulang 5 tahun dan 10 tahun tersedia didalam Tabel 4.12.

Tabel 4.12: Perhitungan Q rancangan pada kawasan Jalan Seroja.

No	Periode	L (Km)	C	tc (jam)	I (mm/jam)	A (Ha)	Q (m <sup>3</sup> /det)
1	2	2	0.95	1.616248	21.64942495	13.51	0.772449534
2	5	2	0.95	1.616248	27.20376937	13.51	0.970628043
3	10	2	0.95	1.616248	30.9731208	13.51	1.105118162

#### 4.10. Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika penampang saluran drainase di kawasan Jalan Seroja Kecamatan Medan Sunggal 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.

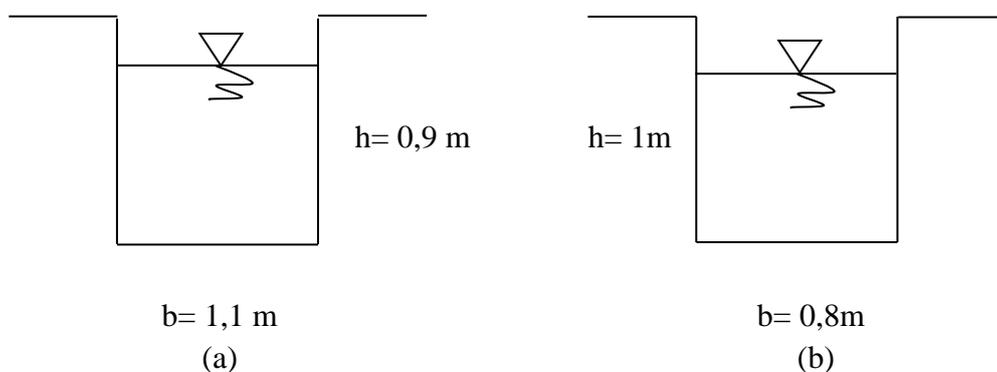
##### 4.10.1 Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan data-data yang tertera pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13: Hasil survei drainase di Jalan Seroja.

No	Saluran	Ukuran Saluran		Panjang Saluran (km)	Kondisi Eksisting Saluran
		B (meter)	H (meter)		
1	Jl. Seroja Kanan	1,1	0,9	2	Beton
2	Jl. Seroja Kiri	0,8	1	2	Beton

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase dan dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1: (a) Saluran sebelah kanan, (b) Saluran sebelah kiri.

a. Saluran Jalan Seroja Kanan

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 1,1 \times 0,9$$

$$A = 0,99 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = (2 \times 0,9) + 1,1$$

$$P = 2,9\text{m}$$

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,99}{2,9}$$

$$R = 0,341 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*):

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi saluran batu pecah disemen =0,025 dari Tabel 2.9.

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,341^{\frac{2}{3}} \times 0,001^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,6179 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,6179 \times 0,99$$

$$Q = 0.6117 \text{ m}^3/\text{det}$$

b. Saluran Jalan Seroja Kiri

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 0,8 \times 1$$

$$A = 0,8 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = (2 \times 1) + 0,8$$

$$P = 2,8 \text{ m}$$

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,8}{2,8}$$

$$R = 0,286 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*):

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.9.

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,286^{\frac{2}{3}} \times 0,001^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,5487 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,5487 \times 0,8$$

$$Q = 0,4390 \text{ m}^3/\text{det}$$

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 4.14.

Tabel 4.14: Perbandingan Q analisis tampungan penampung dan Q analisis rancangan debit banjir di Kawasan Seroja.

No	Nama Saluran	Q Tampungan Penampung	Q Rancangan Debit Banjir			Keterangan
			2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	
1	Drainase Jl. Seroja Kanan	0,6117m <sup>3</sup> /d et	0,7724 m <sup>3</sup> /det	0,9706 m <sup>3</sup> /det	1,1051 m <sup>3</sup> /det	Tidak aman untuk 2, 5, 10 tahun
2	Drainase Jl. Seroja Kiri	0,4390m <sup>3</sup> /d et	0,7724 m <sup>3</sup> /det	0,9706 m <sup>3</sup> /det	1,1051 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.

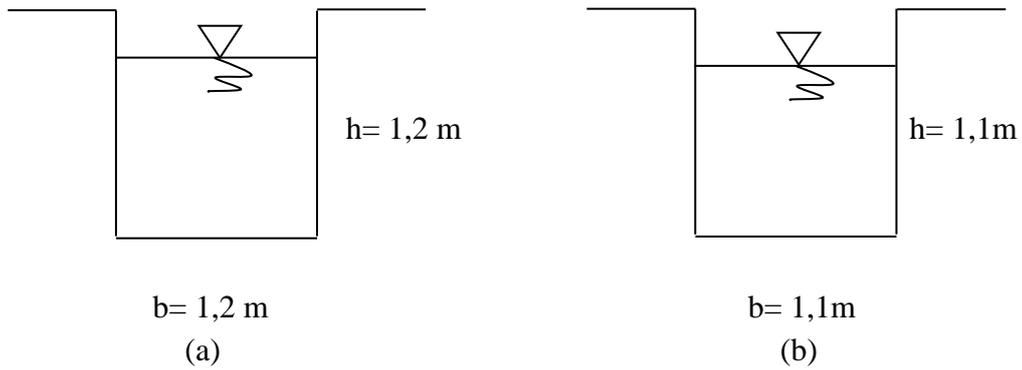
#### 4.10.2. Perencanaan Ulang Sistem Drainase

Perencanaan ulang sistem drainase dilakukan untuk mengetahui apakah ukuran dimensi saluran yang dirancang dapat menampung besar debit banjir rancangan. Apabila nilai Q analisi rancangan < Q analisis tampungan penampung maka saluran dapat dikatakan aman dari banjir. Untuk perhitungan Q tampungan penampung dapat dilihat di dalam Tabel 4.15.

Tabel 4.15: Dimensi saluran drainase perencanaan.

No	Saluran	Ukuran Saluran		Panjang Saluran (km)	Kondisi Eksisting Saluran
		B (meter)	H (meter)		
1	Jl. Seroja Kanan	1.2	1.2	2	Beton
2	Jl. Seroja Kiri	1.1	1.1	2	Beton

Bentuk saluran drainase dapat dilihat pada Gambar 4.2.



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

a. Saluran Jalan Seroja Kanan

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

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

$$A = 1,44 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

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

$$P = 3,6 \text{ m}$$

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{1,44}{3,6}$$

$$R = 0,400 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*):

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.9.

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,400^{\frac{2}{3}} \times 0,001^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,6867 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,6867 \times 1,44$$

$$Q = 0,9888 \text{ m}^3/\text{det}$$

b. Saluran Jalan Seroja Kiri

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = A \times h$$

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

$$A = 1,21 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

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

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

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{1,21}{3,3}$$

$$R = 0,367 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*):

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.9.

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,367^{\frac{2}{3}} \times 0,001^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,6480 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,6480 \times 1,21$$

$$Q = 0,7841 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil Q analisis rancangan debit banjir dan Q analisis tampungan penampang 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 Kawasan Jalan Seroja.

No	Nama Saluran	Q Tampungan Penampung	Q Rancangan Debit Banjir			Keterangan
			2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	
1	Drainase Jl. Seroja Kanan	0,9888 m <sup>3</sup> /det	0,7724 m <sup>3</sup> /det	0,9706 m <sup>3</sup> /det	1,1051 m <sup>3</sup> /det	Aman untuk 2 tahun dan tidak aman untuk 5 dan 10 tahun
2	Drainase Jl. Seroja Kiri	0,7841 m <sup>3</sup> /det	0,7724 m <sup>3</sup> /det	0,9706 m <sup>3</sup> /det	1,1051 m <sup>3</sup> /det	Aman untuk 2 tahun dan tidak aman untuk 5 dan 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. Dengan menggunakan didtribusi Log Pearson Tipe III, diperoleh intensitas curah hujan rencana maksimum pada periode ulang 10 tahun untuk drainase pada kawasan Jalan Seroja adalah 30,973 mm/jam yang disebabkan intensitas curah hujan yang tinggi.
2. Dari hasil perhitungan debit banjir didapat:
  - Debit banjir rencana (Q) periode 2 tahun untuk drainase pada kawasan Jalan Seroja adalah 0,772 m<sup>3</sup>/det dan waktu konsentrasi (tc) adalah 1,616 jam.
  - Debit banjir rencana (Q) periode 5 tahun untuk drainase pada kawasan Jalan Seroja adalah 0,970 m<sup>3</sup>/det dan waktu konsentrasi (tc) adalah 1,616 jam.
  - Debit banjir rencana (Q) periode 10 tahun untuk drainase pada kawasan Jalan Seroja adalah 1,105 m<sup>3</sup>/det dan waktu konsentrasi (tc) adalah 0,616 jam.
3. Dari hasil perhitungan dimensi saluran eksisting drainase pada kawasan Jalan Seroja Kecamatan Medan Sunggal pada periode 2, 5 dan 10 tahun di sebelah kanan dan kiri tidak dapat menampung besarnya debit banjir rencana pada daerah penelitian.

## **5.2. Saran**

1. Perlu dilakukannya evaluasi lanjutan yang lebih spesifik sehingga didapat data-data yang lebih akurat sebagai dasar dalam menangani masalah-masalah yang terjadi pada drainase kawasan Jalan Seroja Kecamatan Medan Sunggal.
2. Dari analisa dilapangan terdapat drainase yang tidak berfungsi dengan normal, sehingga perlu dilakukannya pemulihan penampang drainase.
3. Perlu dilakukannya pengerukan dan pembersihan dari sampah yang membuat drainase tidak berfungsi dengan normal, kemudian sampah yang didapat dari hasil pengerukan dibuang pada tempatnya agar tidak kembali menyumbat saluran drainase.
4. Membangun dimensi penampang drainase yang sesuai dengan kapasitas debit banjir rencana di seluruh titik-titik rawan banjir.
5. 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

- Abdeldayem, S. (2005) *Agricultural Drainage: Towards an Integrated Approach, Irrigation and Drainage Systems*. 19:71-87.
- Hardjosuprpto, M. (1998) *Drainase Perkotaan Volume I*, Bandung: ITB-Press.
- Hendrasarie, N. (2005) Evaluasi banjir pada area drainase Kali Kepiting dan Kali Kenjeran Surabaya Timur. *J. Rekayasa Perencanaan* 2(1): 1-17.
- Kodoatie, R. J. (2003) *Manajemen dan Rekayasa Infrastruktur*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Montarcih (2009) *Hidrologi teknik sumber dayaa air jilid 1*, Malang: Citra.
- Hisbulloh (1995) *Hidrologi untuk pengairan*, Jakarta: Pradnya Paramita.
- Linsley, R. K. (1986) *Hidrologi Untuk Insinyur*, Jakarta: Erlangga.
- Soemarto, CD. (1986) *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Long, A. R. (2007) Drainage Evaluation at the U. S. 50 Joint Sealant Experiment. *J. Transportation Engineering* 1(1): 133.
- Riman (2011) Evaluasi sistem drainase perkotaan di kawasan kota metropolis Surabaya. *J. Widya Teknika* 19(2): 39-46.
- Triatmodjo, B. (1993) *Hidraulika Terapan*, Yogyakarta: Beta Offset.
- Suhardjono (2013) *Drainase Perkotaan*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Sunjoto (1987) *Sistem Drainase Air Hujan yang Berwawasan Lingkungan*, Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Wesli (2008) *Drainase Perkotaan*, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Suripin (2004) *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Jakarta: Andi.



# LAMPIRAN A

Tabel L1: Data curah hujan (Stasiun BMKG Sei Semayang).

Tahun	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
2007	31	41	7	60	70	21	55	23	37	35	40	57
2008	31	35	19	45	27	17	25	35	51	60	125	45
2009	80	36	50	0	55	23	27	85	86	75	74	47
2010	61	9	36	59	42	50	49	53	23	47	41	50
2011	43	33	45	55	20	50	28	55	51	70	30	63
2012	25	90	40	25	35	30	55	45	73	65	45	70
2013	60	65	35	35	35	15	30	35	50	80	35	55
2014	10	38	8	60	62	45	16	77	65	62	45	69
2015	82	11	13	40	53	63	32	100	46	63	81	117
2016	65	80	12	58	55	75	36	24	125	95	40	26



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



Gambar L2: Kondisi saluran drainase sebelah kiri di kawasan jalan seroja.



Gambar L3: Kondisi saluran drainase sebelah kanan di jalan seroja.



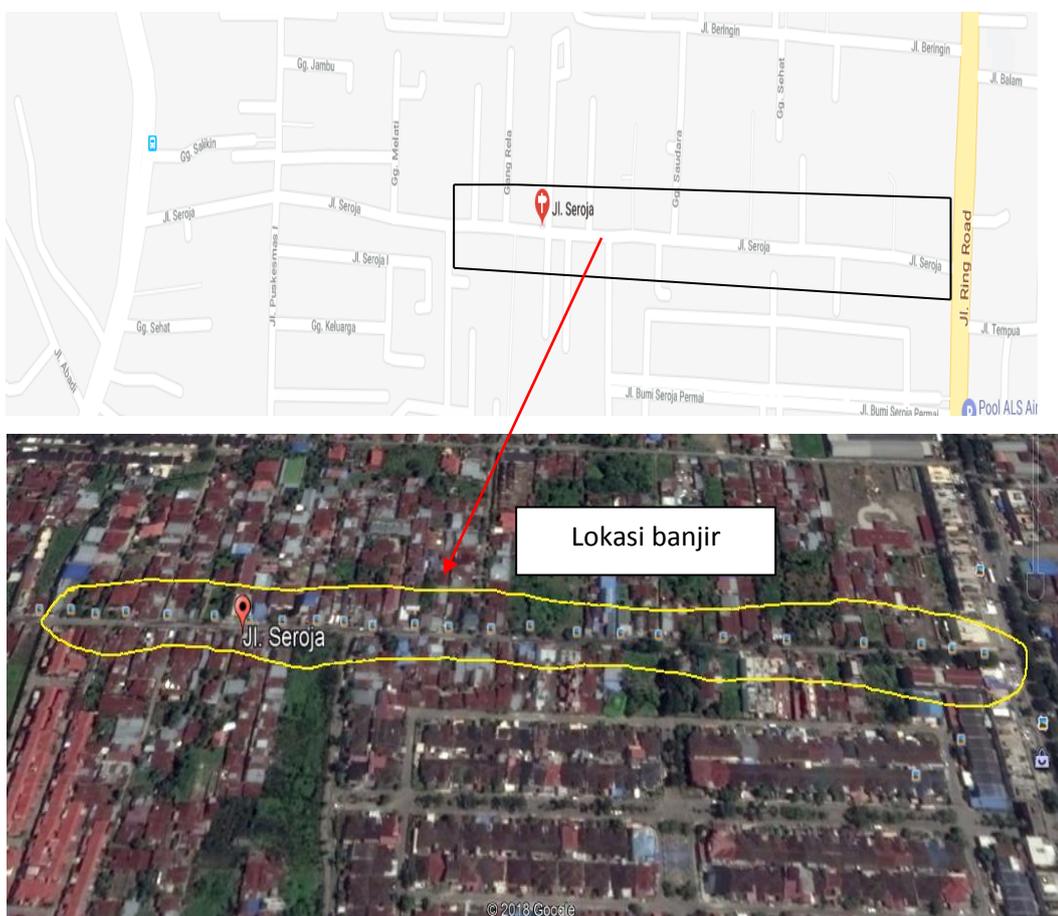
Gambar L4: Gambar saluran drainase sebelah kanan di Jalan Seroja.



Gambar L5: Gambar saluran drainase sebelah kanan di Jalan Seroja.



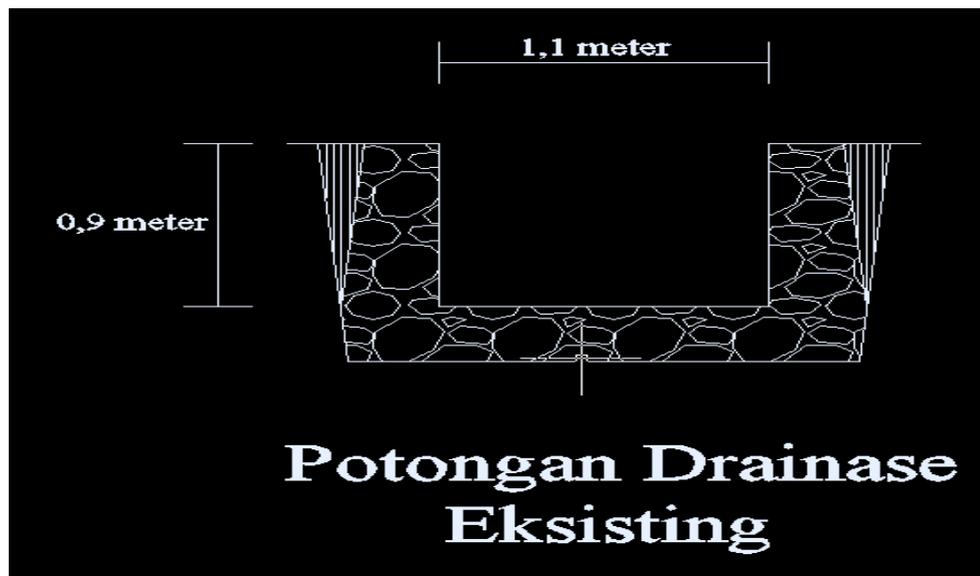
Gambar L6: Gambar kondisi saluran drainase sebelah kiri di Jalan Seroja.



Gambar L7: Peta banjir.



Gambar L8: Skema/pola jaringan drainase.



Gambar L9: Potongan Drainase Eksisting.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Bayu Prasetyo  
Panggilan : Bayu  
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 27 Juli 1995  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Alamat : Jalan Selamat Gang Berkeluarga No.182C  
Agama : Islam

Nama Orang Tua  
Ayah : Sumarjo  
Ibu : Siti Romzah  
No.HP : 081534048734  
E-Mail : bayu.niiew27@gmail.com

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1307210106  
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	SD MIS Islamiyah Guppi	2007
2	SMP	SMP Negeri 15 Medan	2010
3	SMA	SMK Negeri 2 Medan	2013
4	Melanjutkan kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2013 sampai selesai.		

