

**TUGAS AKHIR**

**STUDI PENANGANAN BANJIR PADA KAWASAN  
KELURAHAN BANDAR SELAMAT DI JALAN LETDA  
SUJONO  
(STUDI KASUS)**

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

**Disusun Oleh:**

**WISMU RAMADHANA LUBIS**  
**1507210155**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
**FAKULTAS TEKNIK**

Jl. Kapten Mucthar Basri No.3 Medan 20238 (061) 6622400

---

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Nama : Wisnu Ramadhana Lubis  
NPM : 1507210155  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Studi Penanganan Banjir Pada Kawasan Kelurahan Bandar  
Selamat Di Jalan Letda Sujono (Studi Kasus)  
Bidang Ilmu : Keairan

Disetujui Untuk Disampaikan Kepada  
Panitia Ujian

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Randi Gunawan S.T, M.Si.

Rizki Efrida S.T, M.T

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Wisnu Ramadhana Lubis  
NPM : 1507210155  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Studi Penanganan Banjir Pada Kawasan Kelurahan Bandar  
Selamat Di Jalan Letda Sujono (Studi Kasus)  
Bidang Ilmu : Keairan

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

Medan, Maret 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



Randi Gunawan, S.T, M.Si

Dosen Pembimbing II / Penguji



Rizki Efrida, S.T, M.T

Dosen Pembimbing I / Penguji



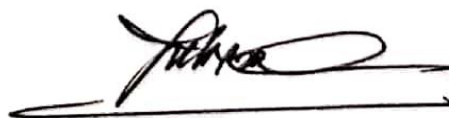
Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T, M.Sc

Dosen Pembimbing II / Penguji



Hj. Irma Dewi, S.T, M.Si

Program Studi Teknik Sipil  
Ketua,



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

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Wismu Ramadhana Lubis  
Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 17 januari 1997  
NPM : 1507210155  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Studi Penanganan Banjir Pada Kawasan Kelurahan Bandar Selamat Di Jalan Letda Sujono (Studi Kasus)”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, 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 2021

Saya yang menyatakan,



Wismu Ramadhana Lubis

## ABSTRAK

### STUDI PENANGANAN BANJIR PADA KAWASAAN KELURAHAN BANDAR SELAMAT DI JALAN LETDA SUJONO (STUDI KASUS)

Wismu Ramadhana Lubis  
1507210155  
Randi Gunawan, S.T, M.Si  
Rizki Efrida, S.T, M.T

Permasalahan yang terjadi pada sistem drainase Kota Medan yaitu setiap tahunnya selalu tergenang air, khususnya pada musim penghujan. Pada sejumlah saluran drainase, baik yang ada dalam lingkaran rumah maupun saluran induk begitu hujan besar terjadi air meluap keluar dan menggenangi ruas jalan faktor yang mempengaruhi daya tampung air tersebut, salah satunya adalah banyak saluran yang sudah menebal endapan lumpurnya. Oleh karena itu dalam kajian ini yang akan dibahas kondisi dari drainase yang terdapat di salah satu kelurahan dalam kecamatan Medan Tembung yaitu di kawasan Kelurahan Bandar Selamat (di jalan Letda Sujono). Luas daerah yang diteliti 9 Ha, tinggi genangan mencapai  $\pm 40$  cm, dan lamanya genangan mencapai  $\pm 5$  jam. Dari hasil survei dilapangan didapat data-data saluran drainase eksisting yaitu, untuk drainase primer adalah lebar 0,8 meter, tinggi 1,1 meter dan panjang saluran 970 meter, untuk drainase sekunder memiliki ukuran yang beragam. Pada penelitian ini digunakan metode *Ej Gumbel* dari hasil analisa didapat nilai debit (Q) rancangan untuk kala ulang 2, 5, dan 10 tahun yaitu  $Q_2 = 1,006 \text{ m}^3/\text{detik}$ ,  $Q_5 = 1,8 \text{ m}^3/\text{detik}$ ,  $Q_{10} = 2,4810 \text{ m}^3/\text{detik}$ , dari hasil analisa didapat bahwasannya saluran drainase primer sudah tidak mampu untuk menampung besarnya debit curah hujan. Maka dari itu solusi untuk mengatasi masalah banjir ini perlu dilakukannya upaya pemulihan fungsi dan penambahan ukuran penampang drainase agar mampu menampung debit yang lebih besar lagi sehingga tidak terjadi banjir lagi pada saat musim penghujan.

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

## **ABSTRACT**

### **FLOOD HANDLING STUDY IN THE BANDAR SELAMAT VILLAGE AREA ON STREET LETDA SUJONO (CASE STUDY)**

Wismu Ramadhana Lubis  
1507210155  
Randi Gunawan, S.T, M.Si  
Rizki Efrida, S.T, M.T

*The problem that occurs in the drainage system of Medan City is that it is always inundated every year, especially during the rainy season. In a number of drainage channels, both those in the house circle and the main channel, when heavy rain occurs, the water overflows and inundates the road sections, factors that affect the water holding capacity, one of which is that many channels have thickened silt. Therefore, this study will discuss the condition of the drainage in one of the sub-districts in Medan Tembung sub-district, namely in the Bandar Selamat sub-district area (on street Letda Sujono). The area under study was 9 ha, the inundation height reached  $\pm 40$  cm, and the inundation duration reached  $\pm 5$  hours. From the results of the field survey, data on the existing drainage channels are obtained, namely, primary drainage is 0.8 meters wide, 1.1 meters high and channel length 970 meters, for secondary drainage it has various sizes. In this study, the Ej Gumbel method was used. From the analysis, it was found that the discharge value ( $Q$ ) of the design for the return period of 2, 5, and 10 years, namely  $Q_2 = 1.006 \text{ m}^3 / \text{sec}$ ,  $Q_5 = 1.8 \text{ m}^3 / \text{sec}$ ,  $Q_{10} = 2.4810 \text{ m}^3 / \text{second}$ , from the analysis result it is found that the primary drainage channel is not able to accommodate the amount of rainfall discharge. Therefore, the solution to overcome the problem of flooding is necessary to carry out efforts to restore function and increase the size of the drainage section so that it is able to accommodate a larger discharge so that floods do not occur again during the rainy season.*

*Keyword: drainage, debit, hidrologi analysis, hidrolika analysis*

## **KATA PENGANTAR**

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

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

1. Bapak Randi Gunawan, S.T, M.Si, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Rizki Efrida, S.T, M.T, selaku Dosen Pimbimbing II dan telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T, M.Sc, selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Hj. Irma Dewi, S.T, M.Si, selaku Dosen Pembanding II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T, 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 sipilan kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Terima kasih yang teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Imran Lubis dan Ibunda tercinta Helny Pohan yang telah bersusah payah mendidik dan

membiyai saya serta memberikan semangat kepada saya serta senantiasa mendo'akan saya sehingga penulisan dapat menyelesaikan studi ini tepat pada waktunya.

9. Sahabat-sahabat penulis: Arman Gamilar S.T, Ihkwan Swandy S.T, Fadhil Ahmad, Fetty Septi Lubis, Fadli Aziz S.T, Febri Hamdani Purba S.T, Radidya S.T, Fajar Arif Pamuji S.T, Bayu Sukma Afifi S.T, Bambang Kurniawan S.T dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

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

Medan,

Wismu Ramadhana Lubis



## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penulisan	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Umum	6
2.1.1 Faktor penyebab Banjir	6
2.2 Analisa Hidrologi	7
2.2.1 Siklus Hidrologi	7
2.3 Sistem Drainase	8
2.3.1 Konsep Perencanaan	10
2.3.2 Fungsi Drainase	12
2.3.3 Pola Jaringan Drainase	12
2.4 Analisa Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum	15
2.5 Uji Data	22
2.5.1 Uji Konsistensi Data	22
2.5.2 Uji Pemeriksaan Data di Luar Ambang Batas ( <i>Outlier</i> )	23

2.5.3 Uji Distribusi Frekuensi	25
2.5.4 Uji Chi-square	25
2.5.5 Uji Smirnov Kolmogorov	27
2.5.6 Waktu Konsentrasi ( $T_c$ )	29
2.5.7 Analisa Intensitas Curah Hujan	31
2.5.8 Koefisien Limpasan ( <i>Runoff</i> )	31
2.5.9 Luas Daerah Pengaliran (A)	33
2.5.10 Analisa Debit Rencana	33
2.6 Analisa Hidrolika	34
2.6.1 Kemiringan Saluran	35
2.6.2 Cek Perbandingan Lebar Terhadap Kedalaman Saluran	36
2.6.3 Kecepatan Minimum yang diizinkan	37
2.6.4 Jagaan (Freeboard)	37
2.6.5 Saluran Terbuka	37
2.6.6 Saluran Tertutup	39
2.6.7 Dimensi Saluran	40
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>	42
3.1 Bagan Alir Penelitian	42
3.2 Lokasi Penelitian	43
3.2.1 Kondisi Umum Lokasi Studi	43
3.3 Batas – Batas Daerah	45
3.4 Jaringan Jalan dan Drainase	45
3.5 Pengumpulan Data	46
3.5.1 Data Primer	46
3.5.2 Data Sekunder	46
3.6 Pengolahan Data	47
3.6.1 Analisa Frekuensi Hujan	48
3.6.2 Analisa Debit Rencana	48
<b>BAB 4 ANALISA DATA</b>	49
4.1 Data Primer	49
4.2 Data Sekunder	50
4.3 Analisa Hidrologi	51

4.3.1 Analisis Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum	51
4.3.2 Uji kecocokan Chi-Square	57
4.3.3 Koefisien Aliran Permukaan	59
4.4 Debit Banjir Rencana	60
4.5 Intensitas Curah Hujan	61
4.5.1 Metode Rasional	61
4.6 Analisa Hidrolika	62
4.6.1 Perhitungan Kapasitas Tampung Saluran Drainase	62
4.6.2 Perhitungan Perencanaan Kapasitas Tampung Saluran Drainase	88
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	91
5.1 Kesimpulan	91
5.2 Saran	92
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Parameter statistik yang penting (Suripin, 2004)	16
Tabel 2.2	Nilai variabel reduksi Gauss (Suripin, 2004)	17
Tabel 2.3	Nilai K untuk metode sebaran Log-person III (Suripin, 2004)	19
Tabel 2.4	<i>Reduced mean</i> (Yn) (Suripin, 2004)	21
Tabel 2.5	<i>Reduced standar deviation</i> (Sn) (Suripin, 2004)	21
Tabel 2.6	<i>Reduksi variated</i> (Ytr) (Suripin, 2004)	21
Tabel 2.7	Harga Kn untuk pemeriksaan <i>Outlier</i> (Chow, 1988)	24
Tabel 2.8	Nilai kritis untuk distribusi Chi-square (Dr.Ir.Lily Montarchi L, M.Sc, 2009)	26
Tabel 2.9	Tabel nilai kritis Smirnov Kolmogorov (Dr.Ir.Lily Montarchi L, M.Sc, 2009)	28
Tabel 2.10	Kemiringan melintang normal perkerasan jalan (Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan No.008/T/BNKT/1990)	29
Tabel 2.11	Harga n untuk rumus manning (Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan No.008/T/BNKT/1990)	30
Tabel 2.12	Koefisien pengaliran (C) (Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan, Direktorat Jakarta Bina Marga)	32
Tabel 2.13	Nilai banding saluran/kedalaman “n” (teknik irigasi dan drainase)	36
Tabel 2.14	Tipe saluran dan nilai kekerasan manning (n) (Wesli, 2008)	41
Tabel 2.15	Nilai kemiringan dinding saluran sesuai bahan (ISBN: 970 – 8382 – 49 – 8)	41
Tabel 3.1	Data curah hujan satu harian maksimum (BMKG Sampali)	46
Tabel 4.1	Data hasil survei saluran primer	49
Tabel 4.2	Data hasil survei saluran sekunder	49
Tabel 4.3	Data curah hujan satu harian maksimum (BMKG Sampali)	50
Tabel 4.4	Analisa curah hujan distribusi Normal	51
Tabel 4.5	Hasil analisa curah hujan distribusi Normal	52
Tabel 4.6	Analisa curah hujan distribusi Log Normal	52
Tabel 4.7	Hasil analisa curah hujan distribusi Log Normal	54

Tabel 4.8	Analisa curah hujan distribusi Log Pearson III	54
Tabel 4.9	Hasil analisa curah hujan distribusi Log Pearson III	55
Tabel 4.10	Analisa curah hujan distribusi Ej Gumbel	55
Tabel 4.11	Hasil analisa curah hujan distribusi Ej Gumbel	56
Tabel 4.12	Rekapitulasi hasil analisa curah hujan maksimum	57
Tabel 4.13	Kombinasi priode ulang tahunan	58
Tabel 4.14	Perbandingan uji distribusi Log Pearson III	59
Tabel 4.15	Perbandingan uji distribusi Ej Gumbel	59
Tabel 4.16	Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan (Suripin, sistem drainase yang berkelanjutan: 241)	60
Tabel 4.17	Perhitungan intensitas curah hujan	61
Tabel 4.18	Perhitungan Q rencana pada kawasan Kelurahan Bandar Selamat	62
Tabel 4.19	Hasil survei drainase saluran primer (SP) di kawasan Keluran Bandar Selamat	62
Tabel 4.20	Perhitungan Q analisis tampung penampung dan Q analisis rancangan debit banjir di kawasan Keluran Bandar Selamat	65
Tabel 4.21	Hasil survei drainase saluran sekunder (SS) sebelah kanan di kawasan Keluran Bandar Selamat	65
Tabel 4.22	Perhitungan Q analisis tampung penampung dan Q analisis rancangan debit banjir di kawasan Kelurahan Bandar Selamat	76
Tabel 4.23	Hasil survei drainase Saluran Skunder (SS) sebelah kiri di kawasan Kelurahan Bandar Selamat	77
Tabel 4.24	Perhitungan Q analisis tampung penampung dan Q analisis rancangan debit banjir di kawasan Kelurahan Bandar Selamat	88
Tabel 4.25	Hasil perencanaan Saluran Primer (SP) di kawasan Kelurahan Bandar Selamat	89
Tabel 4.26	Perhitungan Q analisis tampung penampung dan Q analisis rancangan debit banjir di kawasan Kelurahan Bandar Selamat	90

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus hidrologi (Thegorbalsla, 2018)	8
Gambar 2.2	Perbandingan antara aliran pipa dengan saluran terbuka (Edy Harseno, 2007)	10
Gambar 2.3	Pola jaringan drainase siku (Ahmad Rozaqi, 2018)	12
Gambar 2.4	Pola jaringan drainase paralel (Ahmad Rozaqi, 2018)	13
Gambar 2.5	Pola jaringan drainase grid iron (Ahmad Rozaqi, 2018)	13
Gambar 2.6	Pola jaringan drainase alamiah (Ahmad Rozaqi, 2018)	14
Gambar 2.7	Pola jaringan drainase radial (Ahmad Rozaqi, 2018)	14
Gambar 2.8	Pola jaringan drainase jaring – jaring (Ahmad Rozaqi, 2018)	15
Gambar 2.9	Lengkungan massa ganda (Nemec, 1973)	23
Gambar 2.10	Penampang saluran persegi panjang (Suripin, 2004)	38
Gambar 2.11	Penampang saluran trapesium (Suripin, 2004)	39
Gambar 3.1	Bagan alir penelitian	42
Gambar 3.2	Peta lokasi penelitian (google earth)	43
Gambar 3.3	Drainase makro (google map)	44
Gambar 3.4	Aliran drainase (autocad)	45
Gambar 4.1	Penampang saluran drainase primer	49
Gambar 4.2	Grafik rekapitulasi	57
Gambar 4.3	Penampang saluran drainase primer	63
Gambar 4.4	Penampang Saluran Sekunder (SS1) Gg. Subur	65
Gambar 4.5	Penampang Saluran Sekunder (SS2) Jl. Sosro	67
Gambar 4.6	Penampang Saluran Sekunder (SS3) Gg. Jawa	68
Gambar 4.7	Penampang Saluran Sekunder (SS4) Gg. Banjar	69
Gambar 4.8	Penampang Saluran Sekunder (SS5) Gg. Sunda	70
Gambar 4.9	Penampang Saluran Sekunder (SS6) Gg. Ambon	71
Gambar 4.10	Penampang Saluran Sekunder (SS7) Gg. Bali	72
Gambar 4.11	Penampang Saluran Sekunder (SS8) Gg. Pinang	73
Gambar 4.12	Penampang Saluran Sekunder (SS9) Gg. Durian	74

Gambar 4.13	Penampang Saluran Sekunder (SS10) Gg. Dahlia	75
Gambar 4.14	Penampang Saluran Sekunder (SS11) Gg. Belimbing	77
Gambar 4.15	Penampang Saluran Sekunder (SS12) Gg. Jambu	78
Gambar 4.16	Penampang Saluran Sekunder (SS13) Gg. Muslim	79
Gambar 4.17	Penampang Saluran Sekunder (SS14) Gg. Setia	80
Gambar 4.18	Penampang Saluran Sekunder (SS15) Gg. Saudara	82
Gambar 4.19	Penampang Saluran Sekunder (SS16) Gg. Abadi	83
Gambar 4.20	Penampang Saluran Sekunder (SS17) Gg. Sukses	84
Gambar 4.21	Penampang Saluran Sekunder (SS18) Gg. Rezeki	85
Gambar 4.22	Penampang Saluran Sekunder (SS19) Gg. Kurnia	86
Gambar 4.23	Penampang Saluran Sekunder (SS20) Gg. Pinang	87
Gambar 4.24	Potongan melintang saluran rencana	90
Gambar 4.25	Potongan memanjang saluran rencana	90

## DAFTAR NOTASI

S	= Standard deviasi variat
X	= Rata-rata hitung variat
$X_T$	= Besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun
$K_T$	= Faktor frekuensi
Log X	= Harga rata – rata
S	= Simpangan baku
G	= Koefisien kemencengan “Skewness”
K	= Variabel standar, faktor probabilitas
$Y_n$	= Besaran yang mempunyai fungsi dari jumlah pengamatan
$S_n$	= Besaran dari jumlah pengamatan
$Y_{tr}$	= Reduksi sebagai fungsi dari priode ulang
$X_H$	= Nilai ambang batas atas
$X_L$	= Nilai ambang batas bawah
$X_r$	= Nilai rata-rata
$S_n$	= Simpangan baku
$K_n$	= Besaran yang tergantung pada jumlah data
N	= Jumlah sampel data
k	= Jumlah kelas
n	= Banyaknya data
$X_h^2$	= Parameter Chi kuadrat terhitung
G	= Jumlah Kelas
$O_i$	= Frekuensi pengamatan kelas
$E_i$	= Frekuensi teoritis kelas
Dk	= Derajat kebebasan
K	= Jumlah kelas
P	= Banyaknya parameter untuk Uji-Square



Pe	= Peluang empiris
m	= Nomor urut data
n	= Banyaknya data
Tc	= Waktu konsentrasi
To	= Waktu yang diperlukan oleh limpasan mencapai saluran terdekat
Td	= Waktu pengaliran dalam saluran ke titik yang dimaksud
L	= Panjang lintasan aliran diatas permukaan lahan
Ls	= Panjang lintasan aliran didalam saluran
S	= Kemiringan lahan
n	= Angka kekerasan manning
V	= Kecepatan aliran didalam saluran
I	= Intensitas hujan
t	= Lamanya hujan
R <sub>24</sub>	= Curah hujan maksimum harian
C	= Koefisien limpasan air hujan
A	= Luas daerah pengaliran
Q	= Debit maksimum
Cs	= Koefisien tampang

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kota Medan yang menyandang status pusat pemerintahan, pusat pertumbuhan ekonomi dan pusat pembangunan. Provinsi Sumatera Utara menuntut kota ini untuk terus berkembang. Seiring dengan itu tentunya dibutuhkan dukungan sarana – prasarana infrastruktur yang memadai. Pertumbuhan kota dan perkembangan industri menimbulkan dampak yang cukup besar pada siklus hidrologi sehingga berpengaruh besar terhadap sistem drainase perkotaan (M. Fahriza Hilmi, 2018).

Kota Medan memiliki luas 26.510 km<sup>2</sup> atau 3,6% dari keseluruhan wilayah Sumatera Utara. Dengan demikian, dibandingkan dengan kota/kabupaten lainnya, Kota Medan memiliki luas wilayah yang relatif kecil dengan jumlah penduduk yang relatif besar. Kecamatan Medan Tembung adalah salah satu 21 kecamatan di Kota Medan, Sumatera Utara, Indonesia. Kecamatan ini mempunyai penduduk sebesar 134.113 jiwa. Luasnya adalah 7,78 km<sup>2</sup> dan kepadatan penduduknya adalah 16.785,11 jiwa/km<sup>2</sup> (M. Fahriza Hilmi, 2018).

Permasalahan yang terjadi pada sistem drainase Kota Medan yaitu setiap tahunnya selalu tergenang air, khususnya pada musim penghujan. Pada sejumlah saluran drainase, baik yang ada dalam lingkungan rumah maupun saluran induk begitu hujan besar terjadi air meluap keluar dan menggenangi ruas jalan, faktor yang mempengaruhi daya tampung air tersebut salah satunya adalah banyak saluran yang sudah menebal endapan lumpurnya, ada juga saluran yang sudah tertimbun dengan sampah sehingga air tidak leluasa mengalir dan saluran drainase yang rusak atau tidak berfungsi lagi. Hal ini banyak terlihat pada daerah pada pemukiman penduduk khususnya baik karena material lainnya di atasnya dan ada juga disebabkan karena disengaja, seperti pintu masuk ke rumah atau pertokoan penduduk (Ikhwan Swandy, 2020).

Oleh karena itu dalam kajian ini yang akan dibahas kondisi dari drainase yang terdapat di salah satu Kelurahan dalam Kecamatan Medan Tembung yaitu di kawasan Kelurahan Bandar Selamat (di jalan Letda Sujono). Kawasan Kelurahan Bandar Selamat merupakan kawasan padat penduduk yang penduduknya tidak

perduli akan lingkungan sekitarnya sehingga banyak sampah yang ada di saluran drainase yang mengakibatkan terjadinya genangan/banjir ketika hujan turun.

Diangkatnya permasalahan ini karena genangan/banjir yang terjadi di kawasan tersebut mungkin karena dipengaruhi kondisi kapasitas saluran drainase. Beberapa dari titik-titik genangan yang ada merupakan daerah dataran rendah sehingga sulit untuk mengalirkannya dengan konsep drainase sederhana, dengan tingkat kesulitan yang tinggi biasanya menelan biaya yang relatif cukup besar, masyarakat masih menganggap bahwa badan air merupakan tempat pembuangan sampah, sampah dibuang sembarangan di jalan dan kemudian dibawa oleh air hujan masuk ke saluran, air menjadi kotor dan saluran menjadi penuh sampah sehingga tersumbat dan meluap pada musim hujan, penyerobotan lahan umum, mengakibatkan penampang sungai/lubang berkurang, bukaan/lubang di sisi jalan yang berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan yang berada disepanjang jalan yang menuju ke saluran (*street inlet*) yang tidak terawat dengan baik sehingga menyulitkan air mengalir dari jalan menuju saluran yang ada. Secara khusus penyebab terjadinya banjir/genangan periodik maupun genangan permanen pada sistem drainase Kota Medan adalah kurangnya saluran induk yang melayani sistem drainase makro Kota Medan, sedangkan saluran-saluran induk yang ada sekarang ini beberapa diantaranya dalam kondisi yang terlalu dangkal sehingga sulit untuk menarik air dari daerah sekitarnya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

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

1. Distribusi apa yang sesuai untuk mengevaluasi data yang ada?
2. Berapa besarnya intensitas curah hujan rencana dengan menggunakan data curah hujan yang di dapat dari Stasiun Klimatologi?
3. Berapa besarnya debit banjir rencana di daerah penelitian?
4. Apakah saluran drainase masih mampu untuk menampung debit banjir rencana di Kelurahan Bandar Selamat?

5. Menganalisa dimensi saluran rencana yang mampu menampung debit kala ulang 10 tahun?

### **1.3 Batasan Masalah**

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

1. Menentukan distribusi yang sesuai dengan mengevaluasi data yang ada.
2. Menentukan curah hujan rencana dengan menggunakan data curah hujan yang didapat dari stasiun Klimatologi daerah Kecamatan Medan Tembung.
3. Mengevaluasi debit banjir rencana pada daerah penelitian di drainase primer, sekunder dan tersier Kelurahan Bandar Selamat.
4. Melakukan evaluasi hidrolis untuk menangani permasalahan banjir pada daerah penelitian tersebut.
5. Merencanakan dimensi saluran rencana untuk kala ulang 10 tahun.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui distribusi yang sesuai dengan mengolah data yang sudah ada.
2. Untuk memperoleh intensitas curah hujan rencana pada daerah penelitian dengan menganalisa data curah hujan dari stasiun pengamat hujan yang ada di daerah tersebut.
3. Untuk mendapatkan debit banjir rencana dan waktu konsentrasi di lokasi penelitian pada daerah tangkapan air.
4. Untuk mengetahui apakah saluran drainase eksisting masih mampu menampung debit banjir rencana pada kawasan Kelurahan Bandar Selamat.
5. Apabila tidak mampu menampung debit banjir, maka melakukan perencanaan dimensi saluran rencana.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menambah pengetahuan dalam bidang teknik sumber daya air.
2. Dapat mengaplikasikan ilmu yang didapat di kampus.
3. Dapat mengetahui besarnya kapasitas saluran drainase yang dibutuhkan pada kawasan Kelurahan Bandar Selamat.
4. Dapat merencanakan saluran drainase yang dibutuhkan.

## **1.6 Sistematika Pembahasan**

### **BAB 1: PENDAHULUAN**

Meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat penelitian, metode pengumpulan data dan sistematika penulisan. Menyajikan metode pelaksanaan penelitian dari dimulainya penelitian, survei lapangan, pengolahan data, hingga kesimpulan dan saran.

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

Pada bab ini dijabarkan uraian teoritis yang berhubungan dengan penelitian agar dapat memberikan gambaran 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 serta mendeskripsikan lokasi penelitian yang akan dianalisis.

### **BAB 4: ANALISA DATA**

Secara khusus membahas penampang drainase yang sudah ada, difokuskan yang terkena banjir diambil sepanjang 970 meter. Menghitung curah hujan berdasarkan data curah hujan dengan menggunakan analisis frekuensi curah hujan, perhitungan debit banjir rencana serta menganalisis kapasitas penampang drainase perkotaan di kawasan Kelurahan Bandar Selamat (analisis hidrolika).

## BAB 5: KESIMPULAN DAN SARAN

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

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Umum**

Banjir adalah suatu kondisi dimana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang atau terhambatnya aliran air didalam saluran pembuang, sehingga meluap menggenangi daerah (dataran banjir) sekitarnya (Suripin, 2004).

Banjir merupakan peristiwa alam yang dapat menimbulkan kerugian harta benda penduduk serta dapat pula menimbulkan korban jiwa. Dikatakan banjir apabila terjadi luapan air yang disebabkan kurangnya kapasitas penampang saluran. Banjir dibagian hulu biasanya arus banjirnya deras, daya gerusnya besar, tetapi durasinya pendek. Sedangkan dibagian hilir arusnya tidak deras (karena landai), tetapi durasi banjirnya panjang (Anisah Lukman, 2018).

##### **2.1.1 Faktor Penyebab Banjir**

Banyak faktor menjadi penyebab terjadinya banjir. Namun secara umum penyebab terjadinya banjir dapat diklasifikasikan dalam 2 kategori, yaitu banjir yang disebabkan oleh sebab-sebab alami dan banjir yang diakibatkan oleh tindakan manusia (Dimitri Fairizi, 2015). Yang termasuk sebab-sebab alami banjir diantaranya adalah:

##### **1. Curah Hujan**

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

##### **2. Pengaruh Fisiografi**

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

### 3. Erosi dan Sedimentasi

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

### 4. Menurunnya Kapasitas Sungai

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

### 5. Pengaruh Air Pasang

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

### 6. Kapasitas Drainase Yang Tidak Memadai

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

## 2.2 Analisa Hidrologi

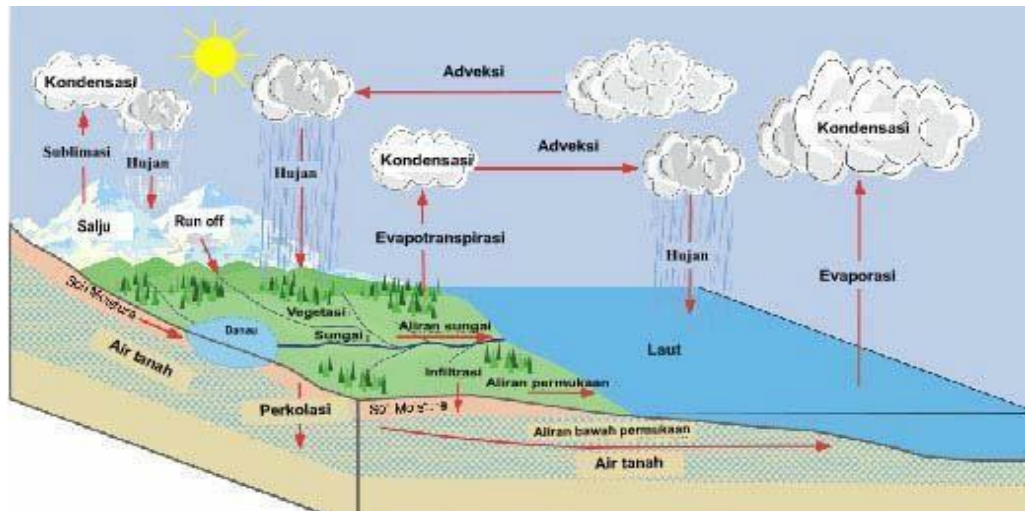
Analisa Hidrologi merupakan bidang yang sangat rumit dan kompleks. Hal ini disebabkan oleh ketidakpastian dalam hidrologi, keterbatasan teori, dan rekaman data, dan keterbatasan ekonomi. Hujan adalah kejadian yang tidak dapat diprediksi. Artinya, kita tidak dapat memprediksi secara pasti seberapa besar hujan yang akan terjadi pada suatu periode waktu (Suripin, 2004).

### 2.2.1 Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi dimulai dengan penguapan air dari laut. Uap yang dihasilkan dibawah oleh udara yang bergerak. Dalam kondisi yang kemungkinan, uap air tersebut terkondensasi membentuk awan, dan pada akhirnya dapat menghasilkan air hujan. Air hujan yang jatuh ke bumi menyebar dengan arah yang berbeda-



beda dalam beberapa cara. Sebagian besar dari air hujan 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 (Thegorbalsla, 2018).



Gambar 2.1: Siklus hidrologi (Thegorbalsla, 2018)

Sebagian air mencari jalannya sendiri melalui permukaan dan bagian atas tanah menuju sungai, sementara lainnya menembus masuk lebih jauh kedalam tanah menjadi bagian dari air tanah (*ground water*). 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 kelaut (Thegorbalsla, 2018).

### 2.3 Sistem Drainase

Secara umum, sistem drainase dapat didefinisikan sebagai rangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Diruntut dari hulunya, bangunan sistem drainase terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran pembawa

(*conveyer drain*), saluran induk (*main drain*), dan badan air penerima (*receiving waters*). Di sepanjang sistem drainase sering dijumpai bangunan lainnya, seperti gorong-gorong, siphon, jembatan air (*aqueduct*), pelimpah, pintu-pintu air, bangunan terjun, kolam tando, dan stasiun pompa. Pada sistem yang lengkap, sebelum masuk ke badan air penerima, air diolah dahulu di instalasi pengolahan air limbah (IPAL), khususnya untuk sistem tercampur. Hanya air yang telah memenuhi baku mutu tertentu yang dimasukkan ke badan air penerima, sehingga tidak merusak lingkungan (Ni Komang Sri Kartika, dkk, 2018).

Kegunaan dengan adanya saluran drainase ini antara lain:

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

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

a. Sistem Drainase Makro

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

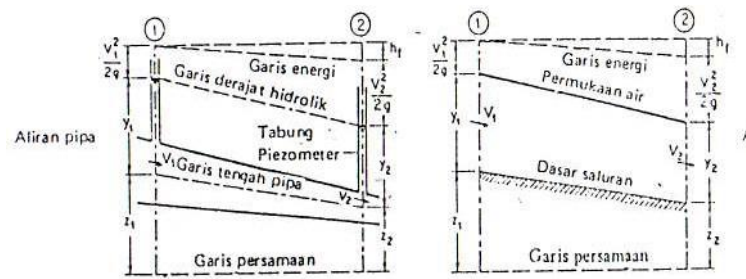
b. Sistem Drainase Mikro

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

Sistem drainase untuk lingkungan pemukiman lebih cenderung sebagai sistem drainase mikro.

### 2.3.1 Konsep Perencanaan

Umum, aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran saluran terbuka (*open channel flow*) maupun saluran tertutup (*pipe flow*). Pada aliran saluran terbuka terdapat permukaan yang bebas oleh karena itu seluruh saluran diisi oleh air. Pada aliran pipa permukaan air secara langsung tidak dipengaruhi oleh tekanan udara luar, kecuali hanya tekanan hidrolis yang ada dalam aliran saja (Edy Harseno, 2007)



Gambar 2.2: Perbandingan antara aliran pipa dengan saluran terbuka (Edy Harseno, 2007)

Pada aliran saluran terbuka untuk penyederhanaan dianggap bahwa aliran sejajar, kecepatannya beragam dan kemiringan kecil. Dalam hal ini permukaan air merupakan garis derajat hidrolis dan dalamnya air sama dengan tinggi tekanan. Meskipun kedua jenis aliran hampir sama, penyelesaian masalah aliran dalam saluran terbuka jauh lebih sulit dibandingkan dengan aliran dalam pipa tekan, oleh karena kedudukan permukaan air bebas cenderung berubah sesuai dengan waktu dan ruang dan juga bahwa ke dalam aliran, debit, kemiringan dasar saluran dan kedudukan permukaan bebas saling bergantung satu sama lain (Edy Harseno, 2007).

Menurut Hadi Rahardja dalam jurnal Dimitri Fairizi (2015), drainase dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Drainase menurut sejarah terbentuknya
  - a. Drainase alamiah

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

b. Drainase buatan

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

2. Drainase menurut konstruksinya

a. Saluran terbuka

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

b. Saluran tertutup

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

3. Drainase menurut sistem buangnya

a. Sistem terpisah (*Separate sistem*)

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

b. Sistem tercampur (*Combined sistem*)

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

c. Sistem kombinasi (*Pascudo separate sistem*)

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

### 2.3.2 Fungsi Drainase

Menurut Hadi Raharja dalam Dimitri Fairizi (2015), drainase memiliki banyak fungsi, diantaranya :

1. Mengeringkan daerah becek dan genangan air
2. Mengendalikan akumulasi limpasan air hujan yang berlebihan.
3. Mengendalikan erosi, kerusakan jalan, dan kerusakan infrastruktur.
4. Mengelola kualitas air.

Drainase dalam kota mempunyai fungsi sebagai berikut, Rosinta M Sinaga, dan Rumilla Harahap:

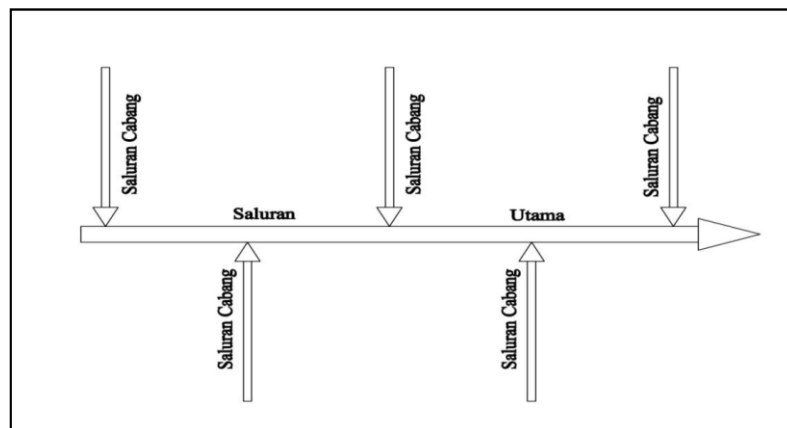
1. Untuk mengalirkan genangan air atau banjir ataupun air hujan dengan cepat dari permukaan jalan
2. Untuk mencegah aliran air yang berasal dari daerah lain atau daerah di sekitar jalan yang masuk ke daerah perkerasan jalan.
3. Untuk mencegah kerusakan jalan dan lingkungan yang diakibatkan oleh genangan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

### 2.3.3 Pola Jaringan Drainase

Beberapa pola jaringan drainase menurut, Ahmad Rozaqi (2018):

1. Jaringan Drainase Siku

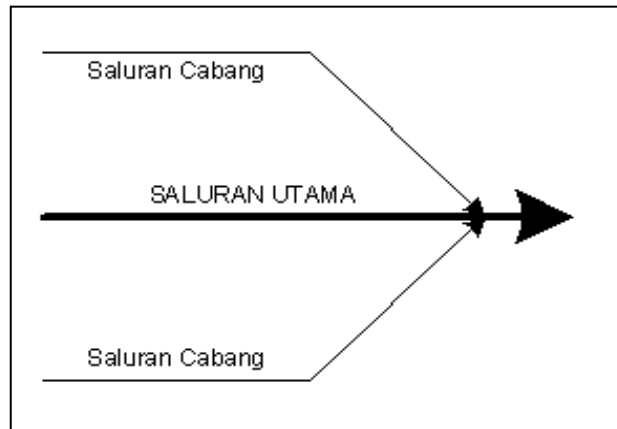
Jaringan yang dibuat pada daerah yang memiliki topografi sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan sungai di sekitarnya. Sungai tersebut nantinya akan dijadikan sebagai pembuangan utama atau pembuangan akhir.



Gambar 2.3: Pola Jaringan Drainase Siku (Ahmad Rozaqi, 2018)

## 2. Jaringan Drainase Paralel

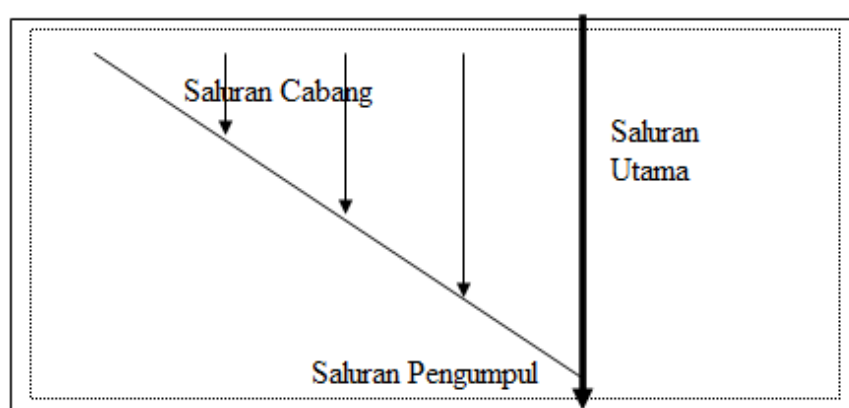
Jaringan yang memiliki saluran utama sejajar dengan saluran cabangnya. Biasanya memiliki jumlah cabang yang cukup banyak dan pendek-pendek. Apabila terjadi perkembangan kota, saluran akan menyesuaikan.



Gambar 2.4: Pola Jaringan Drainase Paralel (Ahmad Rozaqi, 2018)

## 3. Jaringan Drainase Grid Iron

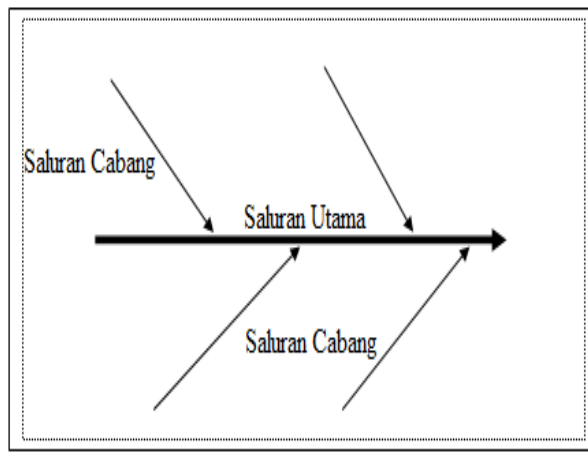
Jaringan ini diperuntukkan untuk daerah pinggir kota dengan skema pengumpulan pada drainase cabang sebelum masuk kedalam saluran utama.



Gambar 2.5: Pola Jaringan Drainase Grid Iron (Ahmad Rozaqi, 2018)

## 4. Jaringan Drainase Alamiah

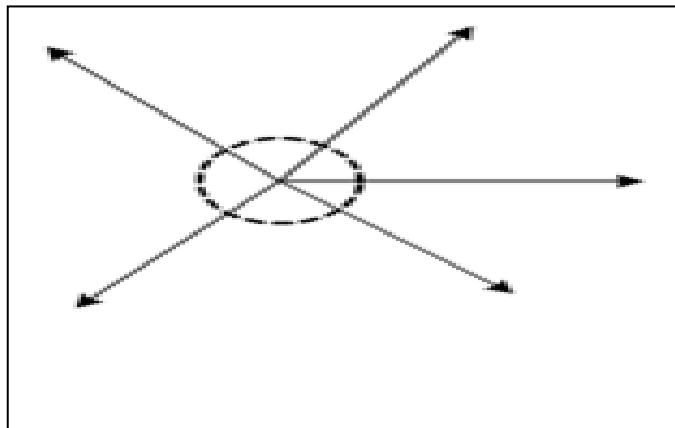
Seperti jaringan drainase siku, hanya saja pada pola alamiah ini beban sungainya lebih besar.



Gambar 2.6: Pola Jaringan Drainase Alamiah (Ahmad Rozaqi, 2018)

#### 5. Jaringan Drainase Radial

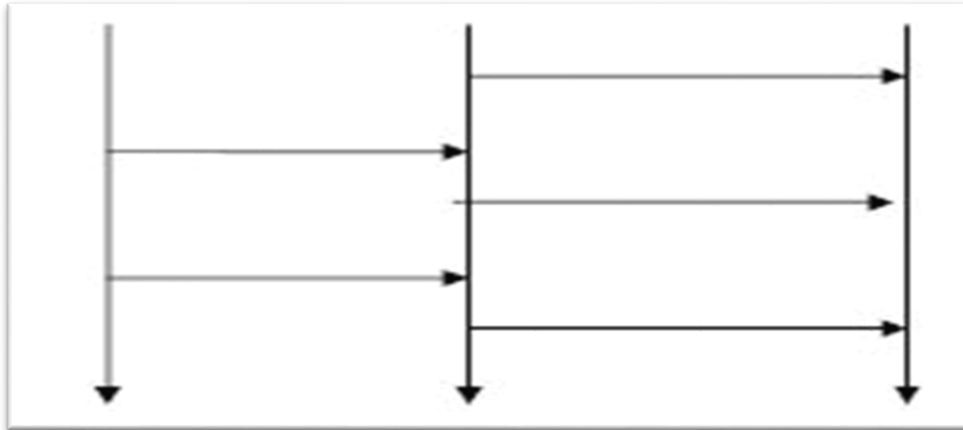
Jaringan ini memiliki pola menyebarkan aliran pada pusat saluran menuju luar.



Gambar 2.7: Pola Jaringan Drainase Radial (Ahmad Rozaqi, 2018)

#### 6. Jaringan Drainase Jaring-Jaring

Jaringan ini mempunyai saluran-saluran pembuangan mengikuti arah jalan raya. Jaringan ini sangat cocok untuk daerah dengan topografi datar.



Gambar 2.8: Pola Jaringan Drainase Jaring-jaring (Ahmad Rozaqi, 2018)

#### 2.4 Analisa Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum

Sistem hidrologi kadang-kadang dipengaruhi oleh peristiwa-peristiwa yang luar biasa (ekstrem), seperti hujan lebat, banjir, dan kekeringan. Tujuan analisis frekuensi curah hujan adalah berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrem yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Analisa frekuensi diperlukan seperti data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan, baik yang manual maupun otomatis (Suripin, 2004).

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

Untuk analisis diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakaran hujan, baik secara manual maupun otomatis. Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kajian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan dimasa yang akan datang. Dengan anggapan bahwa sifat statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan dimasa lalu (Wasli, 2008).

Berdasarkan pengalaman yang ada, penggunaan periode kala ulang yang digunakan 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

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

Dalam analisa curah hujan untuk menentukan debit banjir rencana, data curah hujan yang dipergunakan adalah curah hujan maksimum tahunan. Hujan rata-rata yang diperoleh dengan cara ini dianggap similar (mendekati) hujan-hujan tersebut yang terjadi. Untuk perhitungan curah hujan rencana, digunakan Metode Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log Person III dan Distribusi Gumbel. Setelah didapat curah hujan rencana dari ke empat metode tersebut maka yang paling ekstrem yang digunakan nantinya pada debit rencana (M. Fahriza Hilmi, 2018).

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

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

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

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

Parameter	Sampel	Populasi
Rata-rata	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$	$\mu = E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx$
Simpang Baku	$S = \left[ \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{1/2}$	$\sigma = \{E[x - \mu]^2\}^{1/2}$

Tabel 2.1: *lanjutan*

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

### 1. Distribusi normal

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

$$K_T = \frac{x_T - X}{S} \quad (2.1)$$

Dimana:

$K_T$  = faktor frekuensi

$x_T$  = perkalian nilai yang diharapkan terjadi periode ulang T Tahun

$X$  = nilai rata-rata hitung variat

$S$  = deviasi standar nilai variat

Umumnya sudah tersedia dalam tabel untuk mempermudah perhitungan, seperti ditunjukkan dalam tabel berikut, biasa disebut sebagai tabel nilai variabel reduksi Gauss.

Tabel 2.2: Nilai variabel reduksi Gauss (Suripin, 2004).

No	Periode Ulang, T (Tahun)	Peluang	$K_T$
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,010	0,990	-2,33
4	1,050	0,950	-1,64
5	1,110	0,900	-1,28
6	1,250	0,800	-0,84
7	1,330	0,750	-0,67
8	1,430	0,700	-0,52

Tabel 2.2: *lanjutan*

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

## 2. Distribusi Log Normal

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

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

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

Dimana:

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

$Y$  = nilai rata-rata hitung variat

$S$  = deviasi standar nilai variat

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

## 3. Distribusi Log Person III

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

- a. Harga rata-rata
- b. Simpang baku

c. Koefisien kemencangan

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

1. Ubah data kedalam bentuk logaritmis,  $X = \log X$

2. Hitung harga rata-rata:

$$\log X = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n \log Xi}{n} \right] \quad (2.4)$$

3. Hitung harga simpangan baku:

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

4. Hitungan Koefisien kemencangan:

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

5. Hitungan Logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus:

$$\log X_T = \log + K.S \quad (2.7)$$

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

Tabel 2.3: Nilai K untuk metode sebaran Log-person III (Suripin, 2004)

Periode ulang (Tahun)								
Koef. G	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3	-0.667	-0.636	-0.396	0.42	1.18	2.278	3.152	4.051
2.8	-0.714	-0.666	-0.384	0.46	1.21	2.275	3.144	3.973
2.6	-0.769	-0.696	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	2.889
2.4	-0.832	-0.725	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.8
2.2	-0.905	-0.752	-0.33	0.574	1.284	2.24	2.97	3.705
2	-0.99	-0.777	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.192	3.605
1.8	-1.087	-0.799	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499
1.6	-1.197	-0.817	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.78	3.388
1.4	-1.318	-0.832	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.076	3.271
1.2	-1.449	-0.844	-0.195	0.732	1.34	2.087	2.626	3.149
-1	-3.022	-0.758	0.164	0.852	1.086	1.366	1.492	1.588
-1.2	-2.149	-0.732	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449
-1.4	-2.271	-0.705	0.225	0.832	1.041	1.198	1.27	1.318
-1.6	-2.238	-0.675	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197

Tabel 2.3: *lanjutan*

Periode ulang (Tahun)								
Koef. G	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
-1.8	-3.499	-0.643	0.282	0.799	0.945	1.305	1.069	1.087
-2	-3.065	-0.609	0.307	0.777	0.895	0.959	0.98	0.99
-2.2	-3.705	-0.674	0.33	0.752	0.844	0.888	0.9	0.905
-2.4	-3.8	-0.532	0.351	0.725	0.795	0.823	0.823	0.832
-2.6	-3.889	-0.49	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.796
-2.8	-3.973	-0.469	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714
-0.6	-2.755	-0.8	0.099	0.857	1.2	1.528	1.72	1.88
-0.8	-0,132	0,780	1,336	1.834	2.029	2,453	2,891	2,998

#### 4. Distribusi Gumbel

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

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

$$X = \bar{X} + S \cdot K \quad (2.8)$$

Dimana:

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

S = standar deviasi (simpangan baku) sampel

Faktor probabilitas K untuk harga-harga ekstrem Gumbal dapat dinyatakan, dalam persamaan, sebagai berikut:

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

Dimana:

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

$S_n$  = *reduced standard deviation*, yang juga tergantung pada jumlah sampel/data ke-n

$Y_{tr}$  = *reduced variated*, yang dapat dihitung dengan persamaan berikut ini.

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

Tabel 2.4 *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 2.5: *Reduced standar 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 2.6: *Reduksi Variated* ( $Y_{tr}$ ) sebagai fungsi priode ulang (Suripin, 2004)

Periode Ulang T (tahun)	Reduced Variate $Y_{tr}$	$Y_n$	$S_n$	K
2	0,3665	0,4952	0,9496	-0,136
5	14,999	0,4952	0,9496	1,058
10	22,504	0,4952	0,9496	1,848
20	29,702	0,4952	0,9496	2,606

Tabel 2.6: *lanjutan*

Periode Ulang T (tahun)	Reduced Variate Y <sub>tr</sub>	Y <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	K
25	31,985	0,4952	0,9496	2,847
50	39,019	0,4952	0,9496	3,588

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

$$\begin{aligned}
 Y_{tr} &= X + \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} S \\
 &= X - \frac{Y_n S}{S_n} + \frac{Y_{TR} S}{S_n}
 \end{aligned}
 \tag{2.11}$$

Atau

$$Y_{tr} = b + \frac{1}{4} Y_{tr}
 \tag{2.12}$$

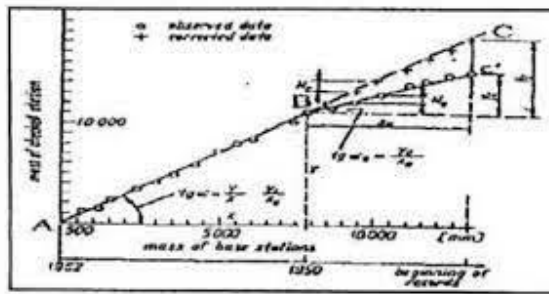
Dimana:

$$a = \frac{S_a}{s} \text{ dan } b = X \frac{Y_a S}{S_u}
 \tag{2.13}$$

## 2.5 Uji Data

### 2.5.1 Uji Konsistensi Data

Uji Konsistensi Data Hujan Uji konsistensi data dilakukan dengan menggunakan kurva massa ganda (*double mass curve*). Dengan metode ini dapat dilakukan koreksi untuk data hujan yang tidak konsisten. Langkah yang dilakukan adalah membandingkan harga akumulasi curah hujan tahunan pada stasiun yang diuji dengan akumulasi curah hujan tahunan rata-rata dari suatu jaringan dasar stasiun hujan yang berkesesuaian, kemudian diplotkan pada kurva. Jaringan ini dipilih dari stasiun - stasiun hujan yang berdekatan dengan stasiun yang diuji dan memiliki kondisi meteorologi yang sama dengan stasiun yang diuji (Subarkah, 1980).



Gambar 2.9: Lengkung Massa Ganda (Nemec, 1973)

Dari gambar di atas akan diperoleh garis ABC bila tidak ada perubahan terhadap lingkungan. Tetapi bila pada tahun tertentu terjadi perubahan lingkungan, maka didapat garis patah ABC apabila terjadi penyimpangan (ABC), maka dikoreksi dengan rumus (Nemec, 1973).

$$\tan \alpha = \frac{Y_Z}{X_Z}$$

$$\tan \alpha O = \frac{Y_0}{X_0}$$

$$BC = \frac{\tan \alpha}{\tan \alpha O} BC'$$

Dengan:

BC = data hujan yang diperbaiki (mm)

BC' = data hujan hasil pengamatan (mm)

$\tan \alpha O$  = kemiringan sebelum ada perubahan

$\tan \alpha$  = kemiringan setelah ada perubahan

Uji kesesuaian frekuensi dimaksudkan untuk mengetahui apakah frekuensi yang dipilih dapat digunakan atau tidak untuk serangkaian data yang tersedia. Dalam studi ini, untuk keperluan analisis uji kesesuaian frekuensi digunakan dua metode statistik, yaitu Uji Chi-Square dan Uji Smirnov Kolmogorov.

### 2.5.2 Uji Pemeriksaan Data di Luar Ambang Batas (*Outlier*)

Data di luar ambang batas (*outlier*) adalah data yang menyimpang cukup jauh dari trend kelompoknya. Keberadaan outlier biasanya mengganggu pemilihan jenis distribusi suatu sampel data, sehingga outlier perlu dibuang. Uji Grubbs and



Beck menetapkan dua batas ambang atas  $X_H$  dan ambang bawah  $X_L$  sebagai berikut (Chow, 1988) :

$$X_H = X_{rt} + K_n \times S_n \quad (2.14)$$

$$X_L = X_{rt} - K_n \times S_n \quad (2.15)$$

Dengan :

$X_H$  = nilai ambang atas (mm)

$X_L$  = nilai ambang bawah (mm)

$X_{rt}$  = nilai rata – rata (mm)

$S_n$  = simpangan baku dari logaritma terhadap sampel data

$K_n$  = besaran yang tergantung pada jumlah sampel data

$n$  = jumlah sampel data

Data yang nilainya diluar  $X_H$  dan  $X_L$  diklasifikasikan sebagai outlier.

Tabel 2.7: Harga  $K_n$  untuk pemeriksaan *Outlier* (Chow, 1988)

Jumlah Data (n)	$K_n$	Jumlah Data (n)	$K_n$	Jumlah Data (n)	$K_n$	Jumlah Data (n)	$K_n$
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.7	80	2.94
15	2.247	29	2.549	43	2.71	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.76	130	3.104
22	2.429	36	2.39	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.65	55	2.804		

### 2.5.3 Uji Distribusi Frekuensi

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

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

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

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

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

### 2.5.4 Uji Chi-Square

Uji Chi-Square dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter  $Xh^2$ . Parameter  $Xh^2$  dapat dihitung dengan rumus (Soewarno, 1995):

1. Menghitung jumlah kelas dengan rumus :

$$k = 1 + 3.33 \log n \quad (2.16)$$

dengan :

$k$  = jumlah kelas

$n$  = banyaknya data

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

5. Menghitung dengan persamaan :

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (2.17)$$

dengan:

$X_h^2$  = parameter Chi kuadrat terhitung

G = jumlah kelas

$O_i$  = frekuensi pengamatan kelas

$E_i$  = frekuensi teoritis kelas

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

$$Dk = K - (p + 1) \quad (2.18)$$

Dimana :

Dk = derajat kebebasan

K = jumlah kelas

P = banyaknya parameter untuk Uji-Square adalah 2

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

Tabel 2.8: Nilai kritis untuk distribusi Chi-Square (Dr.Ir.Lily Montarcih L, M.Sc, 2009).

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

Tabel 2.8: *lanjutan*

Dk	$\alpha$ derajat kepercayaan							
	$t_{0.995}$	$t_{0.99}$	$t_{0.975}$	$t_{0.95}$	$t_{0.05}$	$t_{0.025}$	$t_{0.01}$	$t_{0.005}$
15	4.601	5.229	6.262	7.261	25	27.488	30.58	32.8
16	5.142	5.812	6.908	7.962	26.3	28.845	32	34.27
17	5.697	6.408	7.564	8.672	27.59	30.191	33.41	35.72
18	6.265	7.015	8.231	9.39	28.87	31.526	34.81	37.16
19	6.884	7.633	8.907	10.117	30.14	32.852	36.19	38.58
20	7.434	8.26	9.591	10.851	31.41	34.17	37.57	40
21	8.034	8.897	10.283	11.591	32.67	35.479	38.93	41.4
22	8.643	9.542	10.982	12.338	33.92	36.781	40.29	42.8
23	9.26	10.196	11.689	13.091	35.17	38.076	41.64	44.18
24	9.886	10.856	12.401	13.848	36.42	39.364	42.98	45.56
25	10.52	11.524	13.12	14.611	37.65	40.646	44.31	46.93
26	11.16	12.198	13.844	15.379	38.89	41.923	45.64	48.92
27	11.808	12.879	14.573	16.151	40.11	43.194	46.96	49.65
28	12.461	13.565	15.308	16.928	41.34	44.461	48.28	50.99

### 2.5.5 Uji Smirnov Kolmogorov

Uji Smirnov Kolmogorov digunakan untuk membandingkan peluang yang paling maksimum antara distribusi empiris dan distribusi teoritis yang disebut  $\Delta_{\max}$ . Prosedur perhitungan uji Smirnov Kolmogorov adalah sebagai berikut (Soewarno, 1995):

1. Data diurutkan dari kecil ke besar
2. Menghitung peluang empiris ( $Pe$ ) dengan rumus Weibull

$$Pe = \frac{m}{n+1} \times 100\% \quad (2.19)$$

Dengan:

$Pe$  = peluang empiris (%)

$m$  = nomor urut data

$n$  = banyaknya data

3. Mencari nilai  $G$  dengan rumus :

$$G = \frac{(\log Xi - \log Xrt)}{Sn} \quad (2.20)$$

4. Menghitung peluang teoritis ( $R$ ) dengan rumus:

$$Pt = 1 - Pr \quad (2.21)$$

Dengan: Pr = probabilitas yang terjadi

5. Menghitung simpangan maksimum

( $\Delta maks$ ) dengan rumus:

$$\Delta maks = |Pt - Pe| \tag{2.22}$$

6. Menentukan nilai  $\Delta tabel$  Menyimpulkan hasil perhitungan, yaitu apabila  $\Delta maks < \Delta tabel$  maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, dan apabila  $\Delta maks > \Delta tabel$  maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat diterima.

Tabel 2.9: Tabel nilai kritis Smirnov Kolmogorov (Dr.Ir.Lily Montarcih L, M.Sc, 2009).

Ukuran Sampel (n)	Level Of Significance $\alpha$ (%)				
	20	15	10	5	1
1	0.9	0.925	0.95	0.975	1
2	0.684	0.726	0.776	0.842	0.93
3	0.565	0.597	0.642	0.708	0.83
4	0.494	0.525	0.564	0.624	0.73
5	0.446	0.474	0.51	0.563	0.67
6	0.41	0.436	0.47	0.521	0.62
7	0.381	0.405	0.438	0.486	0.58
8	0.358	0.381	0.411	0.457	0.54
9	0.339	0.36	0.388	0.432	0.51
10	0.322	0.342	0.368	0.409	0.49
11	0.307	0.326	0.352	0.391	0.47
12	0.295	0.302	0.338	0.385	0.45
13	0.284	0.313	0.325	0.361	0.43
14	0.274	0.292	0.314	0.349	0.42
15	0.266	0.283	0.304	0.338	0.4
16	0.258	0.274	0.295	0.328	0.4
17	0.25	0.266	0.286	0.318	0.38
18	0.244	0.259	0.278	0.309	0.37
19	0.237	0.252	0.272	0.301	0.36
20	0.231	0.246	0.264	0.294	0.35

### 2.5.6 Waktu Konsentrasi (Tc)

Waktu konsentrasi untuk saluran air hujan daerah perkotaan terdiri dari waktu yang diperlukan oleh limpasan untuk mengalir dipermukaan tanah untuk mencapai saluran terdekat ( $T_o$ ) dan waktu pengaliran dalam saluran ke titik yang dimaksud ( $T_d$ ) (M. Fahriza Hilmi, 2018). Dalam penelitian ini drainase yang akan di tinjau sepanjang 970 m dibagi menjadi 4 titik tinjauan drainase yang diteliti di sebelah kanan dan kiri badan jalan. Maka untuk menghitung waktu konsentrasinya adalah sebagai berikut:

Waktu Konsentrasi:

$$T_o = \left[ \frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right] 0,167 \quad (2.23)$$

$$T_d = \frac{L_s}{60 \times V} \quad (2.24)$$

$$T_c = T_o \text{ dan } T_d \quad (2.25)$$

Dimana:

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

Ls = panjang Lintasan Aliran di dalam Saluran (m)

S = kemiringan lahan

n = angka Kekasaran Manning

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

Dalam hal ini nilai S (kemiringan lahan) yang digunakan dalam perhitungan berdasarkan tabel 2.10.

Tabel 2.10: Kemiringan melintang normal perkerasan jalan (Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan No. 008/T/BNKT/1990)

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

Dan harga n (Angka Kekasaran Manning) yang digunakan dalam perhitungan berdasarkan Tabel 2.11.

Tabel 2.11: Harga n untuk rumus manning (Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan No. 008/T/BNKT/1990)

No	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
1	Saluran tanah, lurus teratur	0,017	0,020	0,023	0,025
2	Saluran tanah yang dibuat lurus teratur	0,023	0,028	0,030	0,040
3	Saluran pada dinding batuan, lurus, teratur	0,023	0,030	0,033	0,035
4	Saluran pada dinding batuan, tidak lurus, teratur	0,035	0,040	0,045	0,045
5	Saluran bantuan yang dibedakan ada tumbuh-tumbuhan	0,025	0,030	0,035	0,040
6	Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0,028	0,030	0,033	0,035
7	Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah	0,020	0,025	0,028	0,035
8	Banyak tumbuh-tumbuhan	0,075	0,100	0,015	0,150
9	Bersih, lurus, tidak perpasir, tidak berlubang	0,025	0,028	0,030	0,033
10	Melengkung, bersih, berlubang dan berdinding pasir	0,033	0,035	0,040	0,045
11	Seperti no 9 tapi ada tambahan atau kerikil	0,030	0,033	0,035	0,040
12	Seperti no 10, dangkal tidak teratur	0,040	0,045	0,050	0,055
13	Seperti no 10, berbatu ada tumbuh – tumbuhan	0,035	0,040	0,045	0,060
14	Seperti no 12, sebagian berbatu	0,045	0,050	0,055	0,060
15	Aliran pelan banyak tumbuhan dan berlubang	0,050	0,060	0,070	0,080
16	Saluran pasangan batu tanpa finishing	0,025	0,030	0,033	0,035
17	Saluran pasangan batu dengan finishing	0,017	0,020	0,025	0,030
18	Saluran beton	0,014	0,016	0,019	0,021

Tabel 2.11: *lanjutan*

No	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
19	Saluran beton, halus dan rata	0,010	0,011	0,012	0,013
20	Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0,013	0,014	0,014	0,015

### 2.5.7 Analisa Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan persatuan waktu. Sifat umum hujan adalah singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar priode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya (Suripin, 2004).

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

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (2.26)$$

Dimana:

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

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

### 2.5.8 Koefisien Limpasan (*Runoff*)

Dalam perencanaan drainase, bagian air hujan yang menjadi perhatian adalah aliran permukaan (*surface runoff*), sedangkan untuk pengendalian banjir tidak hanya aliran permukaan, tetapi limpasan (*runoff*). Limpasan adalah gabungan antar aliran permukaan, aliran-aliran yang tertunda pada cekungan-cekungan, dan aliran bawah permukaan (*subsurface flow*) (Wesli, 2008).

Aliran pada saluran atau sungai tergantung dari berbagai faktor secara bersamaan. Faktor – faktor yang mempengaruhi limpasan aliran pada saluran atau



sungai tergantung dari berbagai macam faktor secara bersamaan. Faktor yang berpengaruh secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu :

- Faktor meteorologi yaitu karakteristik hujan seperti intensitas hujan, durasi hujan dan distribusi hujan.
- Karakteristik DAS meliputi luas dan bentuk DAS, topografi dan tata guna lahan. Ketetapan dalam menentukan besarnya debit air sangatlah penting dalam penentuan dimensi saluran. Disamping penentuan luas daerah pelayanan drainase dan curah hujan rencana, juga dibutuhkan besaran harga koefisien pengaliran (C). Pengambilan harga C harus disesuaikan dengan rencana perubahan tata guna lahan yang terjadi pada waktu yang akan datang. Berikut ini koefisien C untuk metode rasional, sebagai berikut:

Tabel 2.12: Koefisien pengaliran (C) (Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan, Direktorat Jakarta Bina Marga)

NO	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien pengaliran(C)
1	Jalan beton dan jalan aspal	0,70-9,5
2	Jalan kerikil dan jalan tanah	0,40-0,70
3	Bahu jalan : - Tanah berbutir halus - Tanah berbutir kasar - Batuan masif keras	0,40-0,65 0,10-0,20 0,70-0,85
4	Daerah perkotaan	0,70-0,95
5	Daerah pinggiran kota	0,60-0,70
6	Daerah industri	0,60-0,90
7	Permukiman padat	0,60-0,80
8	Permukiman tidak padat	0,40-0,60
9	Taman dan kebun	0,20-0,40
10	Persawahan	0,45-0,60
11	Perbukitan	0,70-0,80
12	Pegunungan	0,75-0,90

### 2.5.9 Luas Daerah Pengaliran (A)

Batas-batas daerah pengaliran ditetapkan berdasarkan peta topografi, pada umumnya dalam skala 1 : 50.000 – 1 : 25.000. Jika luas daerah pengaliran relatif kecil diperlukan peta dalam skala yang lebih besar. Dalam praktek sehari-hari, sering terjadi tidak tersedia peta topografi ataupun peta pengukuran lainnya yang memadai sehingga menetapkan batas daerah pengaliran merupakan suatu pekerjaan yang sulit. Jika tidak memungkinkan memperoleh peta topografi yang memadai, asumsi berikut sebagai bahan pembanding (M. Fahriza Hilmi, 2018).

### 2.5.10 Analisa Debit Rencana

Debit rencana adalah debit maksimum yang akan dialirkan oleh saluran drainase untuk mencegah terjadinya genangan. Untuk drainase perkotaan dan jalan raya, sebagai debit banjir maksimum tersebut disamakan atau dilampaui 1 kali dalam 5 tahun, 2 kali dalam 10 tahun atau 20 kali dalam 100 tahun. Penetapan debit banjir maksimum periode 5 tahun ini berdasarkan pertimbangan (M. Fahriza Hilmi, 2018) :

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

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

Perhatikan debit rencana Metode Rasional adalah sebagai berikut:

$$Q = 0,278 CIA \quad (2.27)$$

Dimana:

C = koefisien limpasan air hujan

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

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

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

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

$$C_s = \frac{2T_c}{2T_c + T_d} \quad (2.28)$$

Dimana:

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

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

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

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

## 2.6 Analisa Hidrolika

Zat cair dapat diangkat dari suatu tempat ke tempat lain melalui bangunan pembawa alamiah ataupun bantuan manusia. Bangunan pembawa ini dapat terbuka maupun tertutup bagian atasnya. Saluran yang tertutup bagian atasnya disebut saluran tertutup (*cloused conduits*), sedangkan yang terbuka bagian atasnya disebut saluran terbuka (*open channels*). Sungai, saluran irigasi, selokan

merupakan saluran terbuka, sedangkan terowongan, pipa, aquaduk, gorong-gorong merupakan saluran tertutup (Suripin, 2004).

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

lengkung saluran

Lengkung saluran yang diizinkan untuk saluran tanah bergantung kepada :

1. Ukuran dan kapasitas saluran
2. Jenis tanah
3. Kecepatan aliran

Jari-jari minimum lengkung pada as saluran harus diambil sekurang-kurangnya 8 kali lebar atas pada lebar permukaan air rencana.

Jika jari-jari minimum dibutuhkan, maka saluran harus diberi pasangan. Panjang pasangan dibuat paling sedikit 4 kali kedalaman air pada tikungan saluran.

Jari-jari lengkung saluran yang diberi pasangan harus sebagai berikut :

1. 3 kali lebar permukaan air untuk saluran-saluran kecil ( $< 0.6 \text{ m}^3/\text{dt}$ )
2. 7 kali lebar permukaan air untuk saluran-saluran besar ( $> 10 \text{ m}^3/\text{dt}$ )

### **2.6.1 Kemiringan Saluran**

Yang dimaksud kemiringan saluran adalah kemiringan dasar saluran dan kemiringan dinding saluran. Kemiringan dasar saluran disini adalah kemiringan dasar saluran arah memanjang dimana umumnya dipengaruhi oleh kondisi topografi, serta tinggi tekanan yang diperlukan untuk adanya pengaliran sesuai dengan kecepatan yang diinginkan. Kemiringan dasar saluran maksimum yang diperoleh adalah 0,005 – 0,008 tergantung pada bahan saluran yang digunakan . Kemiringan yang lebih curam dari 0,002 bagi tanah lepas sampai dengan 0,005 untuk tanah padat akan menyebabkan erosi (penggerusan). Kemiringan muka air rencana (slope) I sedapat mungkin akan cocok dengan kemiringan dasar saluran yang ada. Bentuk dan kemiringan rencana saluran akan dipilih sehingga kecepatan yang didapat tidak melampaui kecepatan maksimum izin (Wesli 2008).

## 2.6.2 Cek Perbandingan Lebar Terhadap Kedalaman Saluran

Idealnya, saluran-saluran didesain dengan perbandingan lebar, kedalaman  $B/h = n = 1,0$  ini untuk saluran-saluran yang relatif kecil. Saluran-saluran dengan debit besar biasanya didesain dangkal dengan nilai banding "n" bisa sampai 10. Nilai-nilai banding n yang digunakan untuk desain diberikan dalam Tabel 2.13. Akan tetapi, untuk pekerjaan rehabilitasi dan pembaharuan saluran-saluran yang sudah ada, bentuk saluran rencana tidak akan memenuhi nilai-nilai seperti pada Tabel 2.13. Bentuk saluran yang sudah ada tidak dapat diubah begitu saja tanpa alasan-alasan yang jelas. Pengerukan lumpur yang terkumpul didasar saluran mungkin diperlukan untuk memperkecil nilai banding "n". Tetapi penimbunan sisi-sisi saluran tidak boleh dilakukan bila alasan hanya untuk mengurangi nilai banding "n". Harga n yang tinggi untuk debit-debit yang besar adalah perlu sebab jika tidak, kecepatan rencana akan melebihi kecepatan maksimum yang diizinkan (Wesli 2008).

Tabel 2.13: Nilai Banding Saluran/Kedalaman "n" (teknik irigasi dan drainase)

Debit rencana		N
Qp (m <sup>3</sup> /dt)		
0,15	- 0,30	1,0
0,30	- 0,50	1,0 - 1,2
0,50	- 0,75	1,2 - 1,3
0,75	- 1,00	1,3 - 1,5
1,00	- 1,50	1,5 - 1,8
1,50	- 3,00	1,8 - 2,3
3,00	- 4,50	2,3 - 2,7
4,50	- 5,00	2,7 - 2,9
5,00	- 6,00	2,9 - 3,1
6,00	- 7,50	3,1 - 3,5
7,50	- 9,00	3,5 - 3,7
9,00	- 10,00	3,7 - 3,9
10,00	- 11,00	3,9 - 4,2
11,00	- 15,00	4,2 - 4,9
15,00	- 25,00	4,9 - 6,5
25,00	- 40,00	6,5 - 9,0

### 2.6.3 Kecepatan Minimum yang diizinkan

Kecepatan minimum yang diizinkan, adalah kecepatan terkecil yang tidak menimbulkan pengendapan dan tidak merangsang timbulnya tanaman aquatic serta lumut. Pada umumnya dalam praktek, kecepatan sebesar 0,60 –0,90 m/dt, dapat digunakan dengan aman apabila persentase lumpur yang ada di air cukup kecil. Kecepatan 0,75 m/dt, bias mencegah tumbuhnya tumbuh-tumbuhan yang dapat memperkecil daya angkut saluran. Pada saluran pasangan kecepatan yang diizinkan  $m^3/dt$  (Wesli 2008).

### 2.6.4 Jagaan (*Freeboard*)

Yang dimaksud dengan jagaan atau *freeboard* dari suatu saluran adalah jarak vertikal dari puncak tanggul sampai permukaan air pada kondisi perencanaan. Jagaan direncanakan untuk mencegah peluapan air akibat gelombang serta fluktuasi permukaan air, misalnya berupa gerakan-gerakan angin serta pasang surut. Jagaan tersebut direncanakan antara kurang dari 5% sampai dengan 30% lebih dari dalamnya aliran (Wesli 2008).

### 2.6.5 Saluran Terbuka

Pada saluran terbuka terdapat permukaan air yang bebas, permukaan bebas ini dapat dipengaruhi oleh tekanan udara luar secara langsung. Kekentalan dan gravitasi mempengaruhi sifat aliran pada saluran terbuka (Ikhkwan Swandy, 2020). Saluran terbuka umumnya digunakan pada daerah yang:

- Lahan yang masih memungkinkan (luas)
  - Lalu lintas pejalan kakinya relatif jarang
  - Badan di kiri dan kanan saluran relatif ringan
1. Debit aliran bila menggunakan rumus Manning

$$Q = A.V \quad (2.29)$$

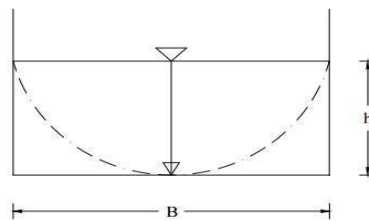
Kondisi debit aliran berfluktuasi sehingga perlu memperhatikan kecepatan aliran. Diupayakan agar pada saat debit pembuangan kecil masih dapat mengangkut sedimen, dan pada keadaan debit besar terhindar dari bahaya erosi.

## 2. Penampang saluran

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

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

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



Gambar 2.10: Penampang Saluran Persegi Panjang (Suripin, 2004).

Untuk penampang persegi panjang paling ekonomis:

$$A = B \cdot h \quad (2.30)$$

$$P = B + 2h \quad (2.31)$$

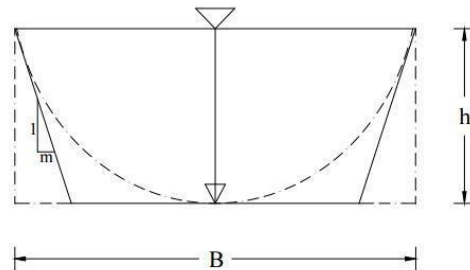
$$B = 2h \text{ atau } h = \frac{B}{2} \quad (2.32)$$

Jari-jari hidrolis  $R$ :

$$R = \frac{A}{P} = \frac{B \cdot h}{B + 2h} \quad (2.33)$$

Penampang Saluran Trapesium Paling ekonomis:

Luas penampang melintang A dan keliling basah P, saluran dengan penampang melintang bentuk trapesium dengan lebar dasar b, kedalaman h dan kemiringan dinding 1 m (gambar 2.11) dapat dirumuskan sebagai berikut.



Gambar 2.11 Penampang Saluran Trapesium (Suripin, 2004)

$$A = (B + mh) h \quad (2.34)$$

$$P = B + 2h \quad (2.35)$$

$$B = P - 2h \quad (2.36)$$

X penampang trapesium paling ekonomis adalah jika kemiringan dindingnya m:

$$A = (b + mh) h \text{ (m}^2\text{)} \quad (2.37)$$

$$P = B + 2h \sqrt{m^2 + 1} \text{ (m)} \quad (2.38)$$

$$R = \frac{A}{P} \text{ (m)} \quad (2.39)$$

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} l^{\frac{1}{2}} \quad (2.40)$$

- Kemiringan dinding saluran m (berdasarkan kriteria)
- Luas penampang (A)
- Keliling basah (P)
- Jari-jari hidrolis (R)
- Kecepatan aliran (V)

### 2.6.6 Saluran Tertutup

Aliran dalam saluran terbuka digerakan oleh gaya penggerak yang dilakukan oleh jumlah berat aliran yang mengalir menuruni lereng, sedangkan pada saluran tertutup gaya penggerak tersebut dilakukan oleh gradien tekanan . Ketentuan-ketentuan mengenai aliran bagi saluran tertutup yang penuh adalah tidak berlaku



pada saluran terbuka. Pendekatan yang digunakan di Indonesia dalam merancang drainase perkotaan masih menggunakan cara konvensional, yaitu dengan menggunakan saluran terbuka. Bila digunakan saluran yang ditahan dalam tanah biasanya berbentuk bulat atau persegi, maka diasumsikan saluran tersebut tidak terisi penuh (dalam arti tidak tertekan), sehingga masih dapat dipegunakan persamaan saluran terbuka (Ikhkwan Swandy, 2020). Saluran tertutup umumnya digunakan pada:

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

### 2.6.7 Dimensi Saluran

Perhitungan dimensi saluran didasarkan pada debit yang harus ditampung oleh saluran ( $Q_s$  dalam  $m^3/det$ ) lebih besar atau sama dengan debit rencana yang diakibatkan oleh hujan rencana ( $Q_T$  dalam  $m^3/det$ ) (Triatmodjo, 1993).

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

$$Q = A \cdot V \quad (2.41)$$

Dimana:

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

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

Kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran dapat dihitung dengan menggunakan rumus Manning sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (2.42)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (2.43)$$

Dimana:

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

$n$  = koefisien kekasaran Manning

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

$S$  = kemiringan dasar saluran

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

P = keliling basah saluran (m)

Nilai koefisien kekasaran Manning n, untuk gorong-gorong dan saluran pasangan dapat dilihat pada tabel 2.14 sebagai berikut:

Tabel 2.14: Tipe saluran dan nilai kekasaran Manning (n) (Triatmodjo, 1993).

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 Lapis Mortar	0,011-0,015
5	Pasangan Batu Disemen	0,017-0,030
6	Kayu	0,010-0,014
7	Bata	0,011-0,015
8	Aspal	0,013

Tabel 2.15: Nilai kemiringan dinding saluran sesuai bahan (ISBN : 970 – 8382 - 49 -8)

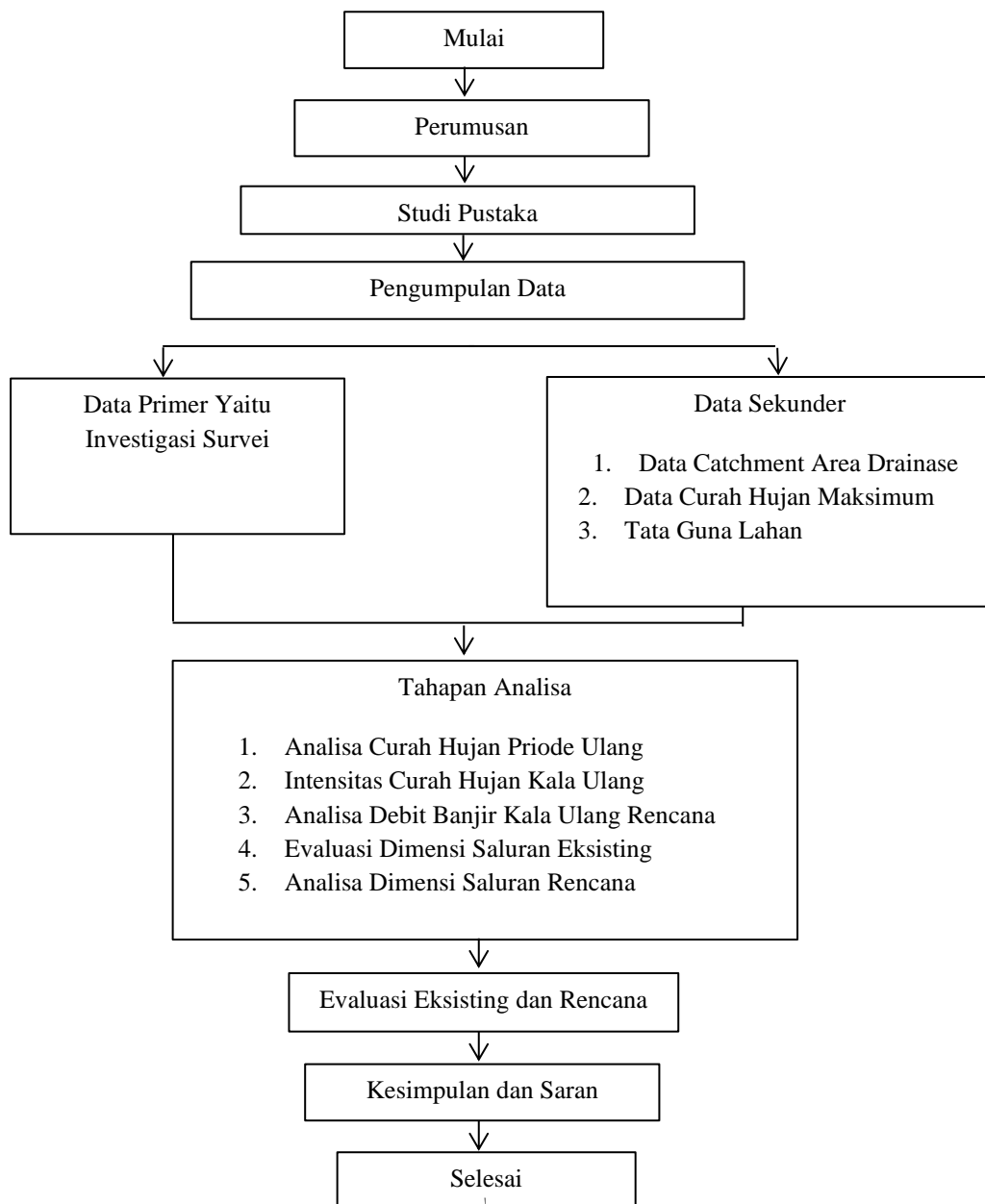
No.	Bahan Saluran	Kemiringan Dinding (m)
1	Batuan/cadas	0
2	Tanah lumpur	0,25
3	Lempung keras/tanah	0,5-1
4	Tanah dengan pasangan batu	0,5-1
5	Lempung	1,5
6	Tanah berpasir	2
7	Lumpur berpasir	3

## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Bagan Alir Penelitian

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



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian

### 3.2 Lokasi Penelitian

Jalan yang menjadi objek penelitian dalam Tugas Akhir ini berada di jalan Letda Sujono Km 2 (Kelurahan Bandar Selamat) Medan (Lihat Gambar 3.2)



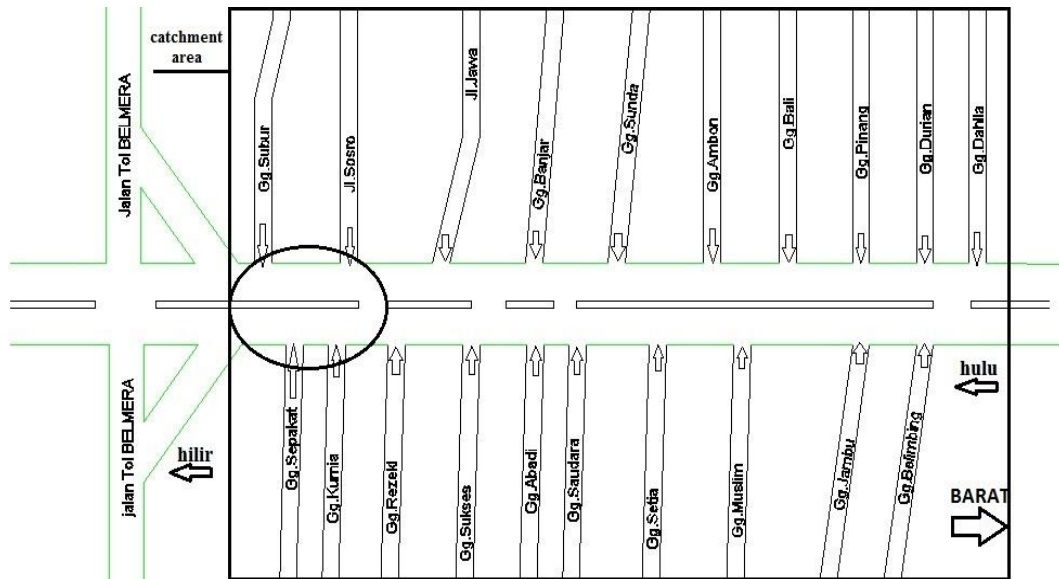
Gambar 3.2: Peta Lokasi Penelitian (google earth)

#### 3.2.1 Kondisi Umum Lokasi Studi

Adapun gambar ini adalah area aliran drainase pada daerah Kelurahan Bandar Selamat, yang diambil dari hulu ke hilir aliran yang terbentang sepanjang 970 m. Pada tanda panah biru itu menunjukkan keadaan drainase makro di hilir, dan pada tanda panah merah itu menunjukkan keadaan drainase makro di hulu.



Gambar 3.3: Drainase makro (google map)



Gambar 3.4 Aliran Drainase (autocad)

Pada lokasi yang diberi tanda lingkaran pada gambar 3.4 ini rawan terjadi genangan banjir akibat tidak mampunya saluran drainase menampung air pada saat musim penghujan, ketinggian banjir dapat mencapai 40 centimeter dengan durasi surutnya  $\pm 5$  jam dan luas area genangan  $\pm 3450 \text{ m}^2$ . Data mengenai curah hujan harian maksimum wilayah Kecamatan Medan Tembung di kawasan Kelurahan Bandar Selamat didapatkan melalui Stasiun Sampali.

### 3.3 Batas – Batas Daerah

Secara umum administratif batas-batas lokasi studi yaitu meliputi:

- Sebelah Barat : berbatasan dengan Medan Perjuangan
- Sebelah Timur : berbatasan dengan Kabupaten Deli Serdang
- Sebelah Selatan : berbatasan dengan Medan Denai
- Sebelah Utara : berbatasan dengan Kabupaten Deli Serdang

### 3.4 Jaringan Jalan dan Drainase

Jaringan jalan pada lokasi studi terdiri dari jalan utama tersebut mempunyai drainase yang ditempatkan pada kedua sisi jalan yaitu sisi kanan dan sisi kiri.

Sistem drainase terdiri dari dua macam saluran yaitu saluran primer dan saluran sekunder, dimana yang dimaksud saluran primer adalah saluran utama

yang berada pada kedua sisi jalan dan saluran sekunder adalah saluran yang terdapat pada jalan-jalan gang. Saluran drainase utama merupakan drainase pengumpul. Dengan kurangnya perawatan terhadap drainase utama, maka dapat menyebabkan laju air yang mengalir cukup terganggu sehingga menimbulkan terjadinya banjir di beberapa titik.

### 3.5 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 dan data curah hujan tahun 2009 hingga 2018 yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Sampali.

#### 3.5.1 Data Primer

Data primer didapat langsung dari lapangan dengan cara melakukan peninjauan atau pengamatan survei lapangan secara cermat dan memperhatikan keadaan yang ada di lapangan.

#### 3.5.2 Data Sekunder

##### 1. Data Catchmen Area Drainase

Luas catchment area drainase kawasan kelurahan bandar selmat kurang lebih 9 ha.

##### 2. Data curah hujan maksimum

Data sekunder curah hujan satu harian maksimum tahun 2009 hingga 2018 yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Sampali.

Tabel 3.1: Data curah hujan satu harian maksimum (BMKG Sampali)

Tahun	Xi (mm)
2009	103
2010	401
2011	98

Tabel 3.1: *lanjutan*

Tahun	Xi (mm)
2012	83
2013	111
2014	165
2015	90
2016	84
2017	135
2018	147

### 3. Tata guna lahan

Karena letaknya yang berbatasan dengan daerah-daerah lain sehingga pertumbuhan penduduk Kelurahan Bandar Selamat sangat pesat dengan penyebaran penduduk merata disetiap daerahnya. Penggunaan tanah pada lokasi studi adalah sebagai berikut:

- Bangunan perumahan penduduk
- Bangunan sekolah
- Bangunan rumah ibadah
- Bangunan pertokoan
- Bangunan gudang
- Jalanan beraspal

### 3.6 Pengolahan Data

Pengolahan data untuk keperluan analisa drainase sebagai pengendalian banjir di Kecamatan Medan Tembung 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. Evaluasi dimensi saluran eksisting
- e. Analisa dimensi saluran rencana



### **3.6.1 Analisa Frekuensi Hujan**

Distribusi frekuensi digunakan untuk memproses probabilitas besaran curah hujan rencana dalam periode ulang. Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya, kala ulang priode adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Dalam hal ini tidak terkandung pengertian bahwa kejadian tersebut akan berulang teratur dalam kala ulang tersebut. Metode yang dipakai nantinya harus ditentukan dengan melihat karakteristik distribusi hujan daerah setempat.

### **3.6.2. Analisa Debit Rencana**

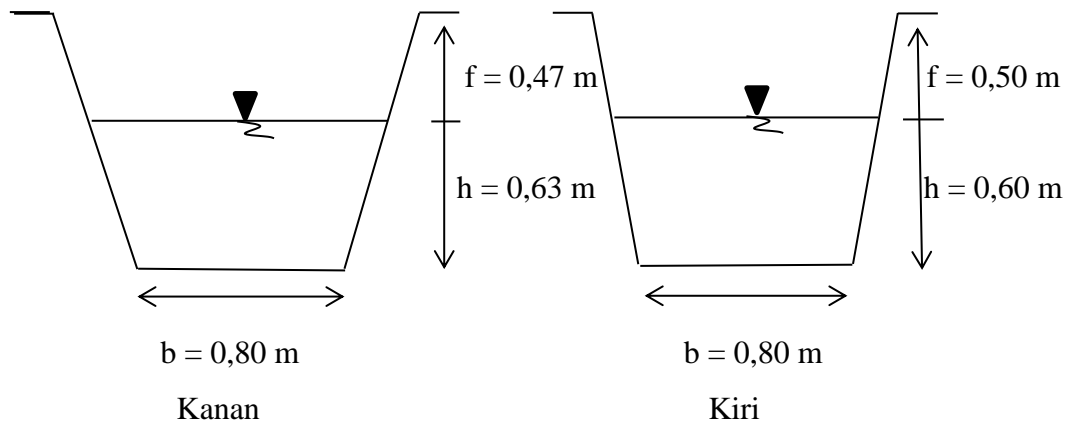
Untuk menghitung debit rencana pada studi ini dipakai perhitungan dengan metode rasional. Metode rasional adalah salah satu metode untuk menentukan debit aliran permukaan yang diakibatkan oleh curah hujan yang umumnya merupakan suatu dasar untuk merancang debit saluran drainase. Adapun asumsi dari metode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

## BAB 4

### ANALISA DATA

#### 4.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari survei langsung ke lokasi penelitian di kawasan Keluran Bandar Selamat. Data tersebut sebagai berikut:



Gambar 4.1: Penampang saluran drainase primer

Tabel 4.1: Data hasil survei saluran primer

No	Saluran Primer	Ukuran Saluran			Panjang Saluran (Km)	Kondisi Eksisting Saluran
		b (meter)	m (%)	h (meter)		
1	Kanan	0.8	0.5	0.63	0.97	PB disemen
2	Kiri	0.8	0.5	0.6	0.97	PB disemen

Tabel 4.2: Data hasil survei saluran sekunder

No	Saluran Sekunder Kanan dan Kiri	Ukuran Saluran			Panjang Saluran (Km)	Kondisi Eksisting Saluran
		b (m)	h (m)	m (%)		
1	Gg. Subur	0.35	0.45	0	0.22	PB disemen
2	Jl. Sosro	0.8	0.1	0.5	0.4	PB disemen
3	Gg. Jawa	0.25	0.3	0	0.23	PB disemen
4	Gg. Banjar	0.35	0.3	0	0.24	PB disemen
5	Gg. Sunda	0.2	0.35	0	0.25	PB disemen

Tabel 4.2: *lanjutan*

No	Saluran Sekunder Kanan dan Kiri	Ukuran Saluran			Panjang Saluran (Km)	Kondisi Eksisting Saluran
		b (m)	h (m)	m (%)		
6	Gg. Ambon	0.2	0.35	0	0.26	PB disemen
7	Gg. Bali	0.2	0.35	0	0.24	PB disemen
8	Gg. Pinang	0.2	0.35	0	0.24	PB disemen
9	Gg. Durian	0.15	0.35	0	0.23	PB disemen
10	Gg. Dahlia	0.3	0.35	0	0.24	PB disemen
11	Gg. Blimbing	0.35	0.25	0	0.2	PB disemen
12	Gg. Jambu	0.35	0.25	0	0.21	PB disemen
13	Gg. Muslim	0.3	0.25	0	0.23	PB disemen
14	Gg. Setia	0.2	0.25	0	0.23	PB disemen
15	Gg. Saudara	0.2	0.25	0	0.23	PB disemen
16	Gg. Abadi	0.3	0.25	0	0.23	PB disemen
17	Gg. Sukses	0.3	0.25	0	0.23	PB disemen
18	Gg. Rezeki	0.35	0.25	0	0.23	PB disemen
19	Gg. Kurnia	0.4	0.35	0	0.23	PB disemen
20	Gg. Sepakat	0.2	0.35	0	0.23	PB disemen

#### 4.2 Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi yang berkaitan dengan suatu penelitian itu. Maka data yang diperoleh pada penelitian ini hanya data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun terakhir dari tahun 2009 s/d 2018 sebagai berikut.

Tabel 4.3: Data curah hujan satu harian maksimum dari BMKG sampali.

Tahun	Xi (mm)
2009	103
2010	401
2011	98
2012	83

Tabel 4.3: *lanjutan*

Tahun	Xi (mm)
2013	111
2014	165
2015	90
2016	84
2017	135
2018	147

### 4.3 Analisis Hidrologi

#### 4.3.1 Analisis Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum

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

##### 1. Distribusi Normal

Tabel 4.4: Analisis curah hujan distribusi Normal

Tahun	Curah Hujan (mm) (Xi)	(Xi - X)	(Xi - X) <sup>2</sup>
2009	103	-38.7	1497.69
2010	401	259.3	67236.49
2011	98	-43.7	1909.69
2012	83	-58.7	3445.69
2013	111	-30.7	942.49
2014	165	23.3	2672.89
2015	90	-51.7	2672.89
2016	84	-57.7	3329.29
2017	135	-6.7	44.89
2018	147	5.3	28.09
Jumlah	1417		81650.1
X	141.7		
S	95.25		

Dari data-data diatas didapat:

$$X = \frac{1417}{10} = 141,7$$

$$\text{Deviasi Standart (S)} = \sqrt{\frac{81650,1}{9}} = 95,25$$

Perhitungan analisis curah hujan rencana dengan distribusi Normal:

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

Untuk T = 2 Tahun

$$\begin{aligned} X_T &= X + (K_T \times S) \\ &= 141,7 + (0 \times 95,25) \\ &= 141,7 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk T = 5 Tahun

$$\begin{aligned} X_T &= X + (K_T \times S) \\ &= 141,7 + (0,84 \times 95,25) \\ &= 221,71 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk T = 10 Tahun

$$\begin{aligned} X_T &= X + (K_T \times S) \\ &= 141,7 + (1,28 \times 95,25) \\ &= 263,62 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tabel 4.5: Hasil analisa curah hujan distribusi Normal

No	Priode Ulang (T) Tahun	K <sub>T</sub>	X	S	Curah Hujan (X <sub>T</sub> ) (mm)
1	2	0	141.7	95.25	141.7
2	5	0.84	141.7	95.25	221.71
3	10	1.28	141.7	95.25	263.62

## 2. Distribusi Log Normal

Tabel 4.6: Analisa curah hujan distribusi Log Normal

NO	Curah Hujan (mm) Xi	Log Xi	(Log Xi - Log X)	(Log Xi - Log X) <sup>2</sup>
1	103	2.01	-0.14	0.01919
2	401	2.6	0.45	0.2041
3	98	1.99	-0.16	0.02565
4	83	1.92	-0.23	0.05396
5	111	2.05	-0.11	0.01125

Tabel 4.6: *lanjutan*

NO	Curah Hujan (mm) Xi	Log Xi	(Log Xi - Log X)	(Log Xi - Log X) <sup>2</sup>
6	165	2.22	0.07	0.00437
7	90	1.95	-0.2	0.03886
8	84	1.92	-0.23	0.05157
9	135	2.13	-0.02	0.00044
10	147	2.17	0.02	0.00025
Jumlah	1417	20.97		0.40964
X	141.7	2.15		

Dari data – data diatas didapat:

$$X = \frac{1417}{10} = 141,7$$

$$\text{Deviasi Standart (S)} = \sqrt{\frac{0.40964}{9}} = 0,21$$

Perhitungan analisa curah hujan dengan motode distribusi Log Normal:

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

Untuk (T) 2 tahun

$$\text{Log } X_2 = 2,15 + (0 \times 0,21)$$

$$\text{Log } X_2 = 2,15$$

$$X_2 = 141,25 \text{ mm}$$

Untuk (T) 5 tahun

$$\text{Log } X_5 = 2,15 + (0,84 \times 0,21)$$

$$\text{Log } X_5 = 2,33$$

$$X_5 = 213,7 \text{ mm}$$

Untuk (T) 10 tahun

$$\text{Log } X_{10} = 2,15 + (1,28 \times 0,21)$$

$$\text{Log } X_{10} = 2,42$$

$$X_{10} = 236,03 \text{ mm}$$

Tabel 4.7: Hasil analisa curah hujan distribusi Log Normal

No	Priode ulang (T)	K <sub>T</sub>	Log X	Log S	Log X <sub>T</sub>	Curah hujan (X <sub>T</sub> )
	Tahun					(mm)
1	2	0	2.15	0.21	2.15	141.25
2	5	0.84	2.15	0.21	2.33	213.7
3	10	1.28	2.15	0.21	2.42	236.03

### 3. Distribusi Log Pearson III

Tabel 4.8: Analisa curah hujan distribusi Log Pearson III

No	Xi	Log X	Log Xi	(Log Xi - Log X)	(Log Xi - Log X) <sup>2</sup>	(Log Xi - Log X) <sup>3</sup>
1	103	2.15	2.01	-0.14	0.0192	-0.00266
2	401	2.15	2.6	0.45	0.2041	0.092207
3	98	2.15	1.99	-0.16	0.0256	-0.00411
4	83	2.15	1.92	-0.23	0.054	-0.01253
5	111	2.15	2.05	-0.11	0.0112	-0.00119
6	165	2.15	2.22	0.07	0.0044	0.000289
7	90	2.15	1.95	-0.2	0.0389	-0.00766
8	84	2.15	1.92	-0.23	0.0516	-0.01171
9	135	2.15	2.13	-0.02	0.0004	-9E-06
10	147	2.15	2.17	0.02	0.0003	0.000004
Jlh	1417	21.5			0.4096	0.052627

Dari data – data diatas didapat:

$$X = \frac{21,5}{10} = 2,15$$

$$\text{Deviasi Standart (S)} = \sqrt{\frac{0.40964}{9}} = 0,21$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien kemencengan } G &= \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - x)^3}{(n-1)(n-2)s^3} \\ &= \frac{10 (0,052627)}{(10-1)(10-2)0,21^3} = 0,8 \end{aligned}$$

Berikut hasil analisa curah hujan rencana dengan distribusi Log Pearson III:

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

Untuk (T) 2 Tahun

$$\text{Log } X_2 = 2,15 + (-0,132 \times 0,21) = 2,12$$

$$X_2 = 131,83 \text{ mm}$$

Untuk (T) 5 Tahun

$$\text{Log } X_5 = 2,15 + (0,780 \times 0,21) = 2,32$$

$$X_5 = 208,93 \text{ mm}$$

Untuk (T) 10 Tahun

$$\text{Log } X_{10} = 2,15 + (1,336 \times 0,21) = 2,44$$

$$X_{10} = 275,42 \text{ mm}$$

Tabel 4.9: Hasil analisa curah hujan distribusi Log Pearson III

NO	T	K	Log X	Log S	Log $X_T$	Curah hujan ( $X_T$ )
						(mm)
1	2	-0.132	2.15	0.21	2.12	131.83
2	5	0.78	2.15	0.21	2.32	208.93
3	10	1.336	2.15	0.21	2.44	275.42

#### 4. Distribusi Ej Gumbel

Tabel 4.10: Analisa curah hujan distribusi Ej Gumbel

No	Curah hujan (mm)	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$
	$X_i$		
1	103	-38.7	1497.69
2	401	259.3	67236.49
3	98	-43.7	1909.69
4	83	-58.7	3445.69
5	111	-30.7	942.49
6	165	23.3	542.89
7	90	-51.7	2672.89
8	84	-57.7	3329.29
9	135	-6.7	44.89
10	147	5.3	28.09
Jumlah	1417		81650.1
X	141.7		



Dari data – data diatas didapat:

$$X = \frac{1417}{10} = 141,7$$

$$\text{Deviasi Standart (S)} = \sqrt{\frac{81650,1}{9}} = 95,25$$

Menghitung logaritma curah hujan dengan distribusi Ej Gumbel

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + K.S$$

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

$$Y_n = 0,4592$$

$$S_n = 0,9496$$

Untuk (T) 2 tahun  $Y_{TR} = 0.3668$

$$K = \frac{0,3668 - 0,4952}{0,9496} = -0.135$$

$$\begin{aligned} X_2 &= 141,7 + (-0.135 \times 95,25) \\ &= 128,84 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk (T) 5 tahun  $Y_{TR} = 1,5004$

$$K = \frac{1,5004 - 0,4952}{0,9496} = 1,059$$

$$\begin{aligned} X_5 &= 141,7 + (1,059 \times 95,25) \\ &= 242.53 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk (T) 10 tahun  $Y_{TR} = 2,251$

$$K = \frac{2,251 - 0,4952}{0,9496} = 1,849$$

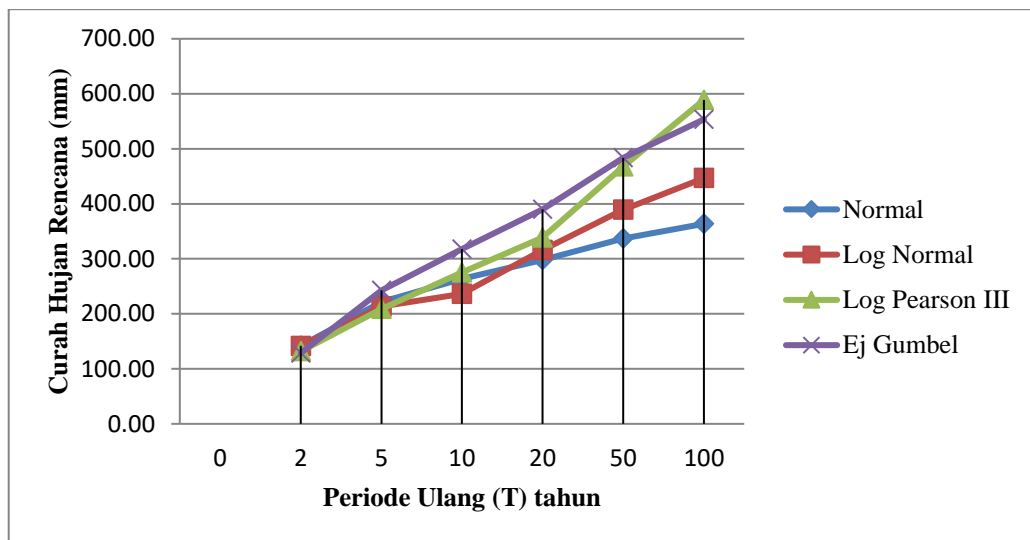
$$\begin{aligned} X_{10} &= 141,7 + (1,849 \times 95,25) \\ &= 317.81 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tabel 4.11: Hasil analisa curah hujan distribusi Ej Gumbel

No	Priode ulang (T)	$Y_{TR}$	$Y_n$	$S_n$	X	S	K	Curah hujan ( $X_T$ )
	Tahun							(mm)
1	2	0.3668	0.4952	0.9496	141.7	95.25	-0.135	128.84
2	5	1.5004	0.4952	0.9496	141.7	95.25	1.059	242.53
3	10	2.251	0.4952	0.9496	141.7	95.25	1.849	317.81

Tabel 4.12: Rekapitulasi hasil analisa curah hujan rencana maksimum

No	Priode ulang (T)	Normal	Log Normal	Log Pearson III	Ej Gumbel
	tahun				
1	2	141.7	141.25	131.83	128.84
2	5	221.71	213.7	208.93	242.53
3	10	263.62	236.03	275.42	317.81
4	20	297.91	316.23	338.84	390.02
5	50	336.96	389.05	467.74	483.49
6	100	363.63	446.68	588.84	553.53



Gambar 4.2: Grafik rekapitulasi

Dari hasil analisa distribusi frekuensi hujan dengan berbagai metode, maka yang akan digunakan periode ulang 10 tahun distribusi Ej Gumbel yang paling ekstrem sehingga data inilah yang digunakan untuk analisa selanjutnya.

#### 4.3.2 Uji Kecocokan Chi-Square

Untuk menguji kecocokan Metode Log Pearson Tipe III dan Metode Ej 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:

$$K = 1 + 3,33 \text{ Log } n$$

$$= 1 + 3,33 \text{ Log } 10$$

$$= 4,33 = 5$$

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

$$= 5 - (2 + 1)$$

$$= 2$$

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

Distribusi Log Pearson Tipe III (Tabel 4.9)

$$\text{Log } X = 2,15$$

$$Sd = 0,21$$

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + K + Sd$$

$$= 2,15 + (-0,132) \times 0,21$$

$$= 2,12$$

$$X_T = 131,83 \text{ mm}$$

Distribusi Ej Gumbel (Tabel 4.11)

$$X_T = X + K \times S_n$$

$$= 141,7 + (-0,132) \times 0,9$$

$$= 128,84 \text{ mm}$$

Tabel 4.13: Kombinasi Priode Ulang Tahunan

No.	Periode Ulang (T)	Distribusi Log Pearson Tipe III (mm)	Distribusi Ej Gumbel (mm)
1	2	131.83	128.84
2	5	208.93	242.53
3	10	275.42	317.81
4	20	338.84	390.02
5	50	467.74	483.49
6	100	588.84	553.53

Nilai  $X^2$  hasil perhitungan yang dapat dilihat pada tabel dan syarat yang harus dipenuhi, yaitu  $X^2 \text{ hitung} < X^2 \text{ cr}$ .

Tabel 4.14: Perbandingan Uji Distribusi Log Pearson III

No	Nilai Batas	F Pengamatan	F Teoritis	(O <sub>i</sub> - E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup>	X <sup>2</sup>
	Kelompok	O <sub>i</sub>	E <sub>i</sub>		
1	131.83 > X <sub>i</sub> > 208.93	2	2	0	0
2	208.93 > X <sub>i</sub> > 275.42	2	1	1	1
3	275.42 > X <sub>i</sub> > 338.84	2	0	4	0
4	338.84 > X <sub>i</sub> > 467.74	2	1	1	0
5	467.74 > X <sub>i</sub> < 588.84	2	6	16	2.667
Jumlah		10	10		3.667

Dilihat dari hasil perbandingan diatas bahwa  $X^2 = \text{harga Chi-Square} = 3,667 < X^2_{cr} = 5,991$  maka hipotesa yang diuji dapat diterima.

Tabel 4.15: Perbandingan Uji Distribusi Ej Gumbel

No	Nilai Batas	F Pengamatan	F Teoritis	(O <sub>i</sub> - E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup>	X <sup>2</sup>
	Kelompok	O <sub>i</sub>	E <sub>i</sub>		
1	128.84 > X <sub>i</sub> > 242.53	2	1	1	1
2	242.53 > X <sub>i</sub> > 317.81	2	1	1	1
3	317.81 > X <sub>i</sub> > 390.02	2	5	9	1.8
4	390.02 > X <sub>i</sub> > 483.49	2	3	1	0.333
5	483.49 > X <sub>i</sub> < 553.53	2	0	4	0
Jumlah		10	10		4.133

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

### 4.3.3 Koefisien Aliran Permukaan

Koefisien aliran permukaan (C) adalah koefisien yang besarnya tergantung pada kondisi permukaan tanah, kemiringan medan, jenis tanah, lamanya hujan di daerah pengaliran. (Petunjuk desain drainase permukaan jalan Direktorat Jendral Bina Marga).

Berdasarkan tabel 2.12 diatas telah ditentukan nilai dari koefisien limpasan terhadap kondisi karakter permukaannya yaitu berhubung keterbatasan data penggunaan lahan yang tidak saya miliki, maka saya memutuskan untuk menggunakan koefisien penggunaan lahan = 0,90 (jalan beton dan aspal) di

sesuaikan dengan kondisi penggunaan lahan terbesar dilokasi penelitian. Nilai tersebut diambil berdasarkan tabel 2.12.

#### 4.4 Debit Banjir Rencana

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

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

Perhitungan debit rencana saluran drainase didaerah perkotaan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus rasional. Analisis penampang drainase menghitung luas basah dan keliling basah penampang di drainase tersebut dan menganalisis volume penampang dengan persamaan Manning. Selanjutnya menghitung debit saluran yang terjadi.

Tabel 4.16: Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan (Suripin, Sistem Drainase yang Berkelanjutan : 241)

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

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

## 4.5 Intensitas Curah Hujan

Tabel 4.17: Perhitungan Intensitas Curah Hujan

t (jam)	R24		
	R 2	R 5	R 10
	128.84	242.53	317.81
0.08	240.58	452.86	593.44
0.25	112.55	211.87	277.64
0.5	70.9	133.47	174.9
1	44.67	84.08	110.18
2	28.14	52.97	69.41
3	21.47	40.42	52.97
4	17.73	33.37	43.72
5	15.28	28.75	37.68
6	13.53	25.46	33.37
7	12.21	22.98	30.11
8	11.17	21.02	27.54
9	10.32	19.43	25.46
10	9.62	18.11	23.74
11	9.03	17	22.28
12	8.52	16.04	21.02
13	8.08	15.21	19.93
14	7.69	14.47	18.97
15	7.34	13.82	18.12
16	7.03	13.24	17.35
17	6.76	12.72	16.66
18	6.5	12.24	16.04
19	6.27	11.81	15.47
20	6.06	11.41	14.95
21	5.87	11.05	14.48
22	5.69	10.71	14.03
23	5.52	10.4	13.62
24	5.37	10.11	13.24

### 4.5.1 Metode Rasional

Debit banjir rancana untuk kala ulang 2 tahun adalah:

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

$$Q = 0,278 \times 0,9 \times 44,67 \times 0,09$$

$$Q = 1.006 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Tabel 4.18: Perhitungan Q rencana pada kawasan Kelurahan Bandar Selamat

No	Periode		C	I	A	Q
					(Km <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /det)
1	2	0.278	0.9	44.67	0.09	1.006
2	5	0.278	0.9	84.08	0.09	1.8933
3	10	0.278	0.9	110.18	0.09	2.481

#### 4.6 Analisa Hidrolika

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

##### 4.6.1 Perhitungan Kapasitas Tampung Saluran Drainase

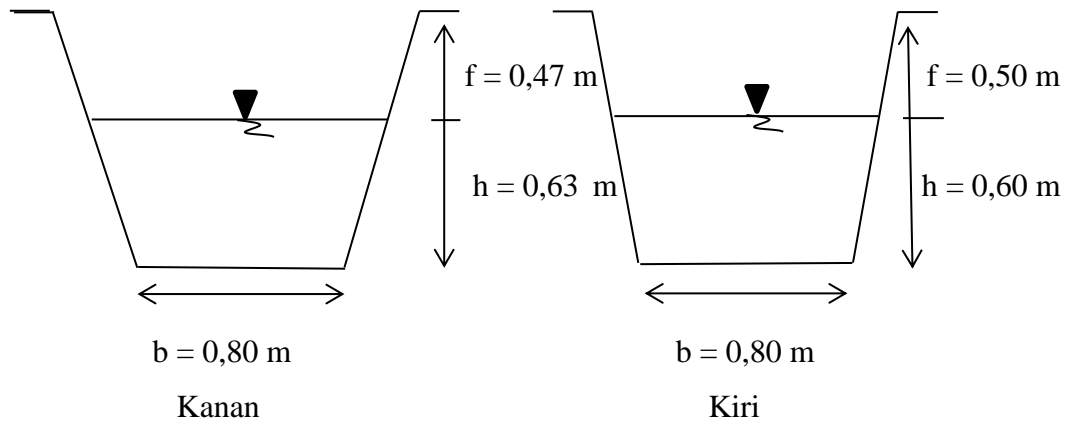
Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan didapatkan data saluran primer dan saluran sekunder. Dalam hal ini saluran primer diartikan sebagai saluran utama yang mengalir di sepanjang jalan kawasan kelurahan Bandar Selamat dan saluran sekunder diartikan sebagai saluran yang berasal dari jalan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

###### a. Saluran Primer

Tabel 4.19: Hasil survei drainase Saluran Primer (SP) di kawasan Kelurahan Bandar Selamat

No	Saluran Primer	Ukuran Saluran			Panjang Saluran (Km)	Kondisi Eksisting Saluran
		b (m)	m (%)	h (m)		
1	Kanan	0.8	0.5	0.63	0.97	PB disemen
2	Kiri	0.8	0.5	0.6	0.97	PB disemen

Dari hasil survei juga didapat bentuk dimensi saluran drainase dan dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3: Penampang saluran drainase primer.

Dimensi saluran primer sebelah kanan dan sebelah kiri.

Diketahui:

Luas permukaan (A) Kanan:

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

$$A = ( 0,80 + ( 0,5 \times 0,63 ) ) \times 0,63$$

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

Keliling Basah (P):

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

$$P = 0,80 + 2 \times 0,63\sqrt{0,5^2 + 1}$$

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

Jari – jari Hidraulis (R):

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

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

$$R = 0,45 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

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

$$S = \frac{20-19}{970} = 0,001$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,45^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$V = 0,74 \text{ m/detik}$$



Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,74 \times 0,99$$

$$Q = 0,7 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Luas permukaan (A) Kiri:

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

$$A = (0,80 + (0,5 \times 0,60)) \times 0,60$$

$$A = 0,98 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = 0,80 + 2 \times 0,60\sqrt{0,5^2 + 1}$$

$$P = 2,14 \text{ m}$$

Jari – jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,98}{2,14}$$

$$R = 0,46 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

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

$$S = \frac{20 - 19}{970} = 0,001$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,46^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$V = 0,75 \text{ m/detik}$$

Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,75 \times 0,98$$

$$Q = 0,73 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil Q rencana debit banjir dan Q analisa tampung penampung diatas dibuat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada tabel 4.20.

Tabel 4.20: Perhitungan Q analisis tampung penampung dan Q analisis rancangan debit banjir di kawasan Kelurahan Bandar Selamat.

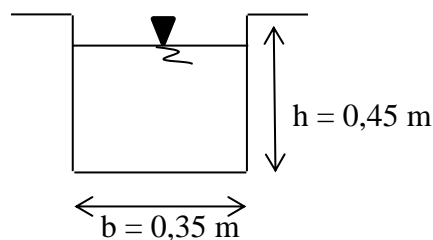
No	Saluran Primer	Q Tampung Penampung m <sup>3</sup> /detik	Q Rencana Debit Banjir			Keterangan
			2 Tahun m <sup>3</sup> /detik	5 Tahun m <sup>3</sup> /detik	10 Tahun m <sup>3</sup> /detik	
1	Kanan	0.74	1.006	1.893	2.481	Tidak Aman
2	Kiri	0.73	1.006	1.893	2.481	Tidak Aman

b. Saluran Sekunder (kanan)

Tabel 4.21: Hasil survei drainase Saluran Sekunder (SS) sebelah kanan di kawasan Kelurahan Bandar Selamat.

No	Saluran Sekunder (Kanan)	Ukuran Saluran			Panjang Saluran (Km)	Kondisi Eksisting Saluran
		b (m)	h (m)	m (%)		
1	Gg. Subur	0.35	0.45	0	0.22	PB disemen
2	Jl. Sosro	0.8	0.1	0.5	0.4	PB disemen
3	Gg. Jawa	0.25	0.3	0	0.23	PB disemen
4	Gg. Banjar	0.35	0.3	0	0.24	PB disemen
5	Gg. Sunda	0.2	0.35	0	0.25	PB disemen
6	Gg. Ambon	0.2	0.35	0	0.26	PB disemen
7	Gg. Bali	0.2	0.35	0	0.24	PB disemen
8	Gg. Pinang	0.2	0.35	0	0.24	PB disemen
9	Gg. Durian	0.15	0.35	0	0.23	PB disemen
10	Gg. Dahlia	0.3	0.35	0	0.24	PB disemen

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase sekunder sebelah kanan dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4: Penampang Saluran Sekunder (SS1) Gg. Subur.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 0,35 \times 0,45$$

$$A = 0,16 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = (2 \times 0,45) + 0,35$$

$$P = 1,25 \text{ m}$$

Jari – jari hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,16}{1,25}$$

$$R = 0,13 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

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

$$S = \frac{20 - 19}{970} = 0,001$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,13^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$V = 0,32 \text{ m/detik}$$

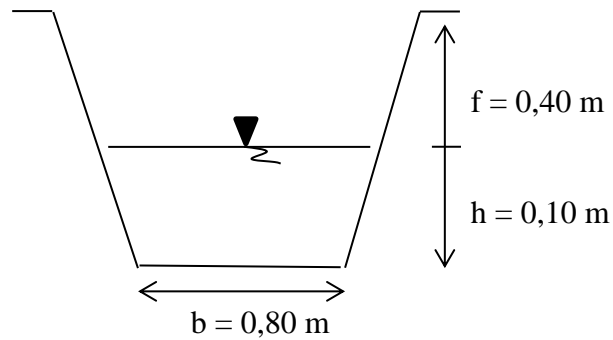
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,32 \times 0,16$$

$$Q = 0,05 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase sekunder sebelah kanan dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5: Penampang Saluran Sekunder (SS2) Jl. Sosro.

Diketahui:

Luas permukaan (A) Kanan:

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

$$A = (0,80 + (0,5 \times 0,10)) \times 0,10$$

$$A = 0,805 \text{ m}^2$$

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

$$P = 0,80 + 2 \times 0,10\sqrt{0,5^2 + 1}$$

$$P = 1,024 \text{ m}$$

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

$$R = \frac{0,805}{1,024}$$

$$R = 0,79 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

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

$$S = \frac{20 - 19}{970} = 0,001$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,79^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$V = 1,08 \text{ m/detik}$$

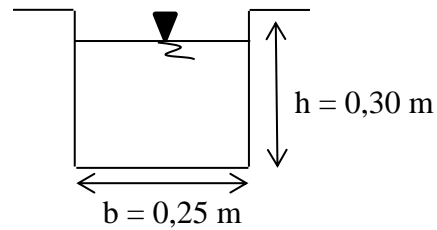
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 1,08 \times 0,805$$

$$Q = 0,9 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase sekunder sebelah kanan dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6: Penampang Saluran Sekunder (SS3) Gg. Jawa.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 0,25 \times 0,30$$

$$A = 0,075 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = (2 \times 0,30) + 0,25$$

$$P = 0,85 \text{ m}$$

Jari – jari hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,075}{0,85}$$

$$R = 0,09 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

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

$$S = \frac{20 - 19}{970} = 0,001$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,09^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$V = 0,25 \text{ m/detik}$$

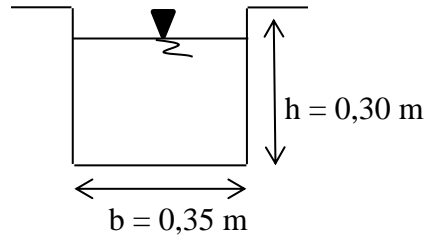
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,25 \times 0,075$$

$$Q = 0,02 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase sekunder sebelah kanan dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7: Penampang Saluran Sekunder (SS4) Gg. Banjar.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 0,35 \times 0,30$$

$$A = 0,105 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = (2 \times 0,30) + 0,35$$

$$P = 0,95 \text{ m}$$

Jari – jari hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,105}{0,95}$$

$$R = 0,11 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

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

$$S = \frac{20 - 19}{970} = 0,001$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,11^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

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

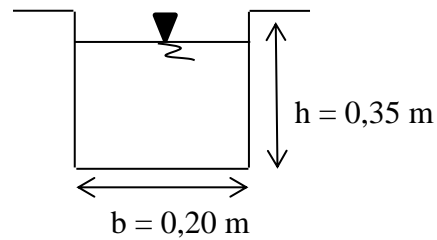
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,29 \times 0,105$$

$$Q = 0,03 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase sekunder sebelah kanan dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8: Penampang Saluran Sekunder (SS5) Gg. Sunda.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 0,20 \times 0,35$$

$$A = 0,07 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = (2 \times 0,35) + 0,20$$

$$P = 0,9 \text{ m}$$

Jari – jari hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,07}{0,9}$$

$$R = 0,08 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

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

$$S = \frac{20 - 19}{970} = 0,001$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,08^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$V = 0,23 \text{ m/detik}$$

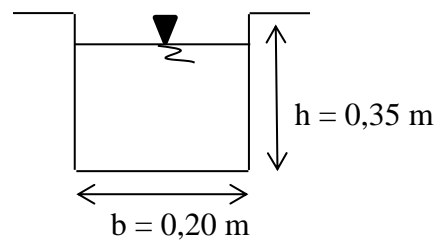
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,23 \times 0,07$$

$$Q = 0,02 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase sekunder sebelah kanan dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4.9: Penampang Saluran Sekunder (SS6) Gg. Ambon.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 0,20 \times 0,35$$

$$A = 0,07 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = (2 \times 0,35) + 0,20$$

$$P = 0,9 \text{ m}$$

Jari – jari hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,07}{0,9}$$

$$R = 0,08 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

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



$$S = \frac{20 - 19}{970} = 0,001$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,08^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$V = 0,23 \text{ m/detik}$$

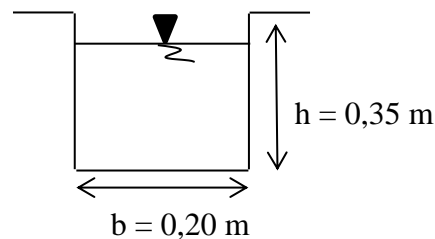
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,23 \times 0,07$$

$$Q = 0,02 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase sekunder sebelah kanan dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 4.10: Penampang Saluran Sekunder (SS7) Gg. Bali.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 0,20 \times 0,35$$

$$A = 0,07 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = (2 \times 0,35) + 0,20$$

$$P = 0,9 \text{ m}$$

Jari – jari hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,07}{0,9}$$

$$R = 0,08 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

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

$$S = \frac{20 - 19}{970} = 0,001$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,08^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$V = 0,23 \text{ m/detik}$$

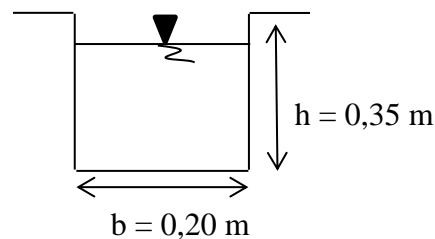
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,23 \times 0,07$$

$$Q = 0,02 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase sekunder sebelah kanan dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4.11: Penampang Saluran Sekunder (SS8) Gg. Pinang.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 0,20 \times 0,35$$

$$A = 0,07 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = (2 \times 0,35) + 0,20$$

$$P = 0,9 \text{ m}$$

Jari – jari hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,07}{0,9}$$

$$R = 0,08 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

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

$$S = \frac{20 - 19}{970} = 0,001$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,08^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$V = 0,23 \text{ m/detik}$$

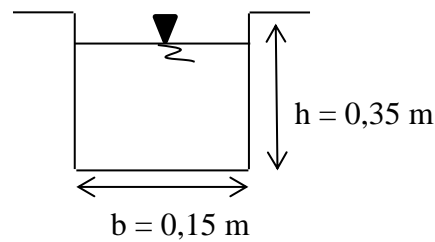
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,23 \times 0,07$$

$$Q = 0,02 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase sekunder sebelah kanan dapat dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4.12: Penampang Saluran Sekunder (SS9) Gg. Durian.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 0,15 \times 0,35$$

$$A = 0,05 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = (2 \times 0,35) + 0,15$$

$$P = 0,85 \text{ m}$$

Jari – jari hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,05}{0,85}$$

$$R = 0,06 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

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

$$S = \frac{20 - 19}{970} = 0,001$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,06^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$V = 0,19 \text{ m/detik}$$

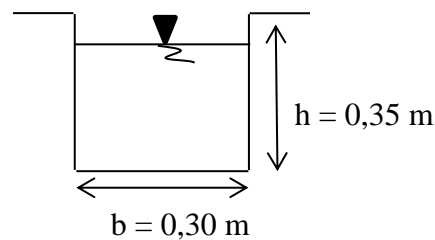
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,19 \times 0,05$$

$$Q = 0,009 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase sekunder sebelah kanan dapat dilihat pada gambar 4.13



Gambar 4.13: Penampang Saluran Sekunder (SS10) Gg. Dahlia.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 0,30 \times 0,35$$

$$A = 0,105 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = (2 \times 0,35) + 0,30$$

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

Jari – jari hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,105}{1}$$

$$R = 0,105 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

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

$$S = \frac{20 - 19}{970} = 0,001$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,105^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$V = 0,28 \text{ m/detik}$$

Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,28 \times 0,105$$

$$Q = 0,03 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil Q rencana debit banjir dan Q analisa tampung penampung diatas dibuat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada tabel 4.22.

Tabel 4.22: Perhitungan Q analisis tampung penampung dan Q analisis rancangan debit banjir di kawasan Kelurahan Bandar Selamat

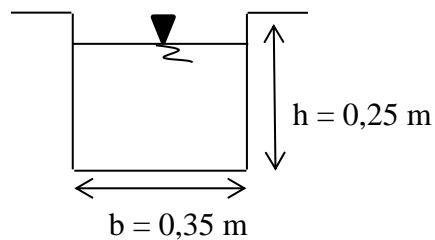
No	Saluran Sekunder (Kanan)	Q Tampung Penampung m <sup>3</sup> /detik	Q Rencana Debit Banjir			Keterangan
			2 Tahun m <sup>3</sup> /detik	5 Tahun m <sup>3</sup> /detik	10 Tahun m <sup>3</sup> /detik	
1	Gg. Subur	0.05	1.006	1.893	2.481	Tidak Aman
2	Jl. Sosro	0.9	1.006	1.893	2.481	Tidak Aman
3	Gg. Jawa	0.02	1.006	1.893	2.481	Tidak Aman
4	Gg. Banjar	0.03	1.006	1.893	2.481	Tidak Aman
5	Gg. Sunda	0.02	1.006	1.893	2.481	Tidak Aman
6	Gg. Ambon	0.02	1.006	1.893	2.481	Tidak Aman
7	Gg. Bali	0.02	1.006	1.893	2.481	Tidak Aman
8	Gg. Pinang	0.02	1.006	1.893	2.481	Tidak Aman
9	Gg. Durian	0.009	1.006	1.893	2.481	Tidak Aman
10	Gg. Dahlia	0.03	1.006	1.893	2.481	Tidak Aman

c. Saluran Sekunder (kiri)

Tabel 4.23: Hasil survei drainase Saluran Skunder (SS) sebelah kiri di kawasan Kelurahan Bandar Selamat

No	Saluran Sekunder (Kiri)	Ukuran Saluran		Panjang Saluran (Km)	Kondisi Eksisting Saluran
		b (m)	h (m)		
1	Gang Blimbing	0.35	0.25	0.2	PB disemen
2	Gang Jambu	0.35	0.25	0.21	PB disemen
3	Gang Muslim	0.3	0.25	0.23	PB disemen
4	Gang Setia	0.2	0.25	0.23	PB disemen
5	Gang Saudara	0.2	0.25	0.23	PB disemen
6	Gang Abadi	0.3	0.25	0.23	PB disemen
7	Gang Sukses	0.3	0.25	0.23	PB disemen
8	Gang Rezeki	0.35	0.25	0.23	PB disemen
9	Gang Kurnia	0.4	0.35	0.23	PB disemen
10	Gang Sepakat	0.2	0.35	0.23	PB disemen

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase sekunder sebelah kanan dapat dilihat pada gambar 4.14.



Gambar 4.14: Penampang Saluran Sekunder (SS11) Gg. Belimbing.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 0,35 \times 0,25$$

$$A = 0,09 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = (2 \times 0,25) + 0,35$$

$$P = 0,85 \text{ m}$$

Jari – jari hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,09}{0,85}$$

$$R = 0,106 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

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

$$S = \frac{20 - 19}{970} = 0,001$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,106^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$V = 0,28 \text{ m/detik}$$

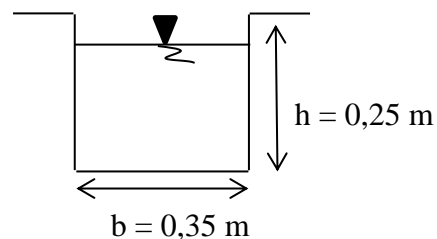
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,28 \times 0,09$$

$$Q = 0,025 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase sekunder sebelah kanan dapat dilihat pada gambar 4.15.



Gambar 4.15: Penampang Saluran Sekunder (SS12) Gg. Jambu.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 0,35 \times 0,25$$

$$A = 0,09 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = (2 \times 0,25) + 0,35$$

$$P = 0,85 \text{ m}$$

Jari – jari hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,09}{0,85}$$

$$R = 0,106 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

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

$$S = \frac{20 - 19}{970} = 0,001$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,106^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$V = 0,28 \text{ m/detik}$$

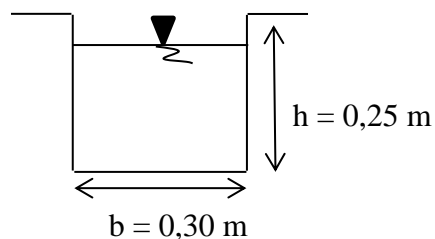
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,28 \times 0,09$$

$$Q = 0,025 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase sekunder sebelah kanan dapat dilihat pada gambar 4.16.



Gambar 4.16: Penampang Saluran Sekunder (SS13) Gg. Muslim.



Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 0,30 \times 0,25$$

$$A = 0,075 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = (2 \times 0,25) + 0,30$$

$$P = 0,8 \text{ m}$$

Jari – jari hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,075}{0,8}$$

$$R = 0,09 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

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

$$S = \frac{20 - 19}{970} = 0,001$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,09^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$V = 0,25 \text{ m/detik}$$

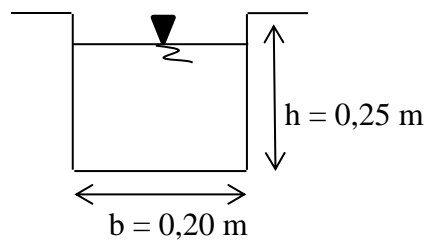
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,25 \times 0,075$$

$$Q = 0,02 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase sekunder sebelah kanan dapat dilihat pada gambar 4.17.



Gambar 4.17: Penampang Saluran Sekunder (SS14) Gg. Setia.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 0,20 \times 0,25$$

$$A = 0,05 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = (2 \times 0,25) + 0,20$$

$$P = 0,7 \text{ m}$$

Jari – jari hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,05}{0,7}$$

$$R = 0,07 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

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

$$S = \frac{20 - 19}{970} = 0,001$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,07^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$V = 0,21 \text{ m/detik}$$

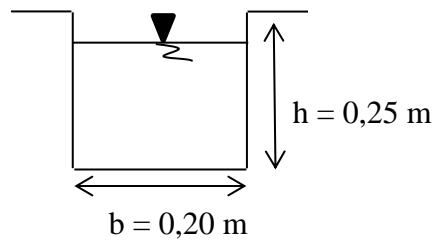
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,21 \times 0,05$$

$$Q = 0,01 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase sekunder sebelah kanan dapat dilihat pada gambar 4.18.



Gambar 4.18: Penampang Saluran Sekunder (SS15) Gg. Saudara.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 0,20 \times 0,25$$

$$A = 0,05 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = (2 \times 0,25) + 0,20$$

$$P = 0,7 \text{ m}$$

Jari – jari hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,05}{0,7}$$

$$R = 0,07 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

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

$$S = \frac{20 - 19}{970} = 0,001$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,07^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$V = 0,21 \text{ m/detik}$$

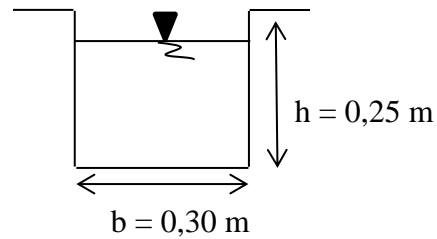
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,21 \times 0,05$$

$$Q = 0,01 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase sekunder sebelah kanan dapat dilihat pada gambar 4.19.



Gambar 4.19: Penampang Saluran Sekunder (SS16) Gg. Abadi.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 0,30 \times 0,25$$

$$A = 0,075 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = (2 \times 0,25) + 0,30$$

$$P = 0,8 \text{ m}$$

Jari – jari hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,075}{0,8}$$

$$R = 0,09 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

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

$$S = \frac{20 - 19}{970} = 0,001$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,09^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$V = 0,25 \text{ m/detik}$$

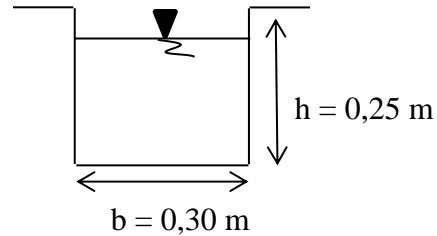
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,25 \times 0,075$$

$$Q = 0,02 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase sekunder sebelah kanan dapat dilihat pada gambar 4.20.



Gambar 4.20: Penampang Saluran Sekunder (SS17) Gg. Sukses.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 0,30 \times 0,25$$

$$A = 0,075 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = (2 \times 0,25) + 0,30$$

$$P = 0,8 \text{ m}$$

Jari – jari hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,075}{0,8}$$

$$R = 0,09 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

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

$$S = \frac{20 - 19}{970} = 0,001$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,09^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$V = 0,25 \text{ m/detik}$$

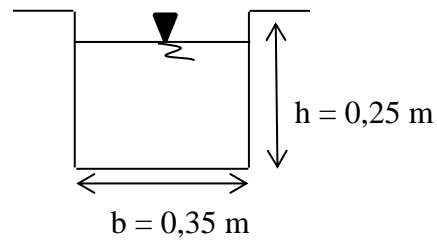
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,25 \times 0,075$$

$$Q = 0,02 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase sekunder sebelah kanan dapat dilihat pada gambar 4.21.



Gambar 4.21: Penampang Saluran Sekunder (SS18) Gg. Rezeki.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 0,35 \times 0,25$$

$$A = 0,09 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = (2 \times 0,25) + 0,35$$

$$P = 0,85 \text{ m}$$

Jari – jari hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,09}{0,85}$$

$$R = 0,106 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

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

$$S = \frac{20 - 19}{970} = 0,001$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,106^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$V = 0,28 \text{ m/detik}$$

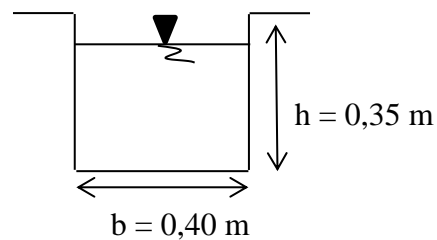
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,28 \times 0,09$$

$$Q = 0,025 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase sekunder sebelah kanan dapat dilihat pada gambar 4.22.



Gambar 4.22: Penampang Saluran Sekunder (SS19) Gg. Kurnia.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 0,40 \times 0,35$$

$$A = 0,14 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = (2 \times 0,35) + 0,40$$

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

Jari – jari hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,14}{1,1}$$

$$R = 0,13 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

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

$$S = \frac{20 - 19}{970} = 0,001$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,13^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$V = 0,32 \text{ m/detik}$$

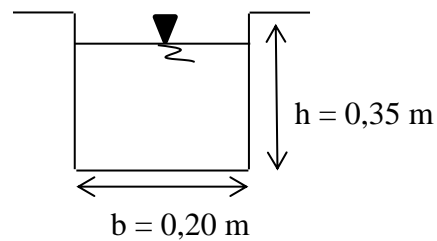
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,32 \times 0,14$$

$$Q = 0,04 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase sekunder sebelah kanan dapat dilihat pada gambar 4.23.



Gambar 4.23: Penampang Saluran Sekunder (SS20) Gg. Pinang.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 0,20 \times 0,35$$

$$A = 0,07 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = (2 \times 0,35) + 0,20$$

$$P = 0,9 \text{ m}$$

Jari – jari hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,07}{0,9}$$

$$R = 0,08 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)



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

$$S = \frac{20 - 19}{970} = 0,001$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,08^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$V = 0,23 \text{ m/detik}$$

Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,23 \times 0,07$$

$$Q = 0,02 \text{ m}^3/\text{detik}$$

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

Tabel 4.24: Perhitungan Q analisis tampung penampung dan Q analisis rancangan debit banjir di kawasan Kelurahan Bandar Selamat

No	Saluran Sekunder (Kiri)	Q Tampung Penampung m <sup>3</sup> /detik	Q Rencana Debit Banjir			Keterangan
			2 Tahun m <sup>3</sup> /detik	5 Tahun m <sup>3</sup> /detik	10 Tahun m <sup>3</sup> /detik	
1	Gg. Blimbing	0.025	1.006	1.893	2.481	Tidak Aman
2	Gg. Jambu	0.025	1.006	1.893	2.481	Tidak Aman
3	Gg. Muslim	0.02	1.006	1.893	2.481	Tidak Aman
4	Gg. Setia	0.02	1.006	1.893	2.481	Tidak Aman
5	Gg. Saudara	0.02	1.006	1.893	2.481	Tidak Aman
6	Gg. Aadi	0.02	1.006	1.893	2.481	Tidak Aman
7	Gg. Sukses	0.02	1.006	1.893	2.481	Tidak Aman
8	Gg. Rezeki	0.025	1.006	1.893	2.481	Tidak Aman
9	Gg. Kurnia	0.04	1.006	1.893	2.481	Tidak Aman
10	Gg. Sepakat	0.02	1.006	1.893	2.481	Tidak Aman

#### 4.6.2 Perhitungan Perencanaan Kapasitas Tampung Saluran Drainase

##### a. Saluran Primer

Tabel 4.25: Hasil perencanaan Saluran Primer (SP) di kawasan Kelurahan Bandar Selamat

No	Saluran Primer	Ukuran Saluran			Panjang Saluran (Km)	Kondisi Eksisting Saluran
		b (m)	m (%)	h (m)		
1	Kanan	1.5	0.5	1.7	0.97	PB disemen
2	Kiri	1.5	0.5	1.7	0.97	PB disemen

Dimensi saluran primer sebelah kanan dan sebelah kiri dibuat sama.

Diketahui:

Luas permukaan (A):

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

$$A = (1.5 + (0.5 \times 1.7)) \times 1.7$$

$$A = 2.95 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = 1.5 + 2 \times 1.7\sqrt{0.5^2 + 1}$$

$$P = 5.3 \text{ m}$$

Jari – jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{2.95}{5.3}$$

$$R = 0.56 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning)

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

$$S = \frac{20 - 19}{970} = 0.001$$

$$V = \frac{1}{0.025} \times 0.56^{2/3} \times 0.001^{1/2}$$

$$V = 0.86 \text{ m/detik}$$

Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

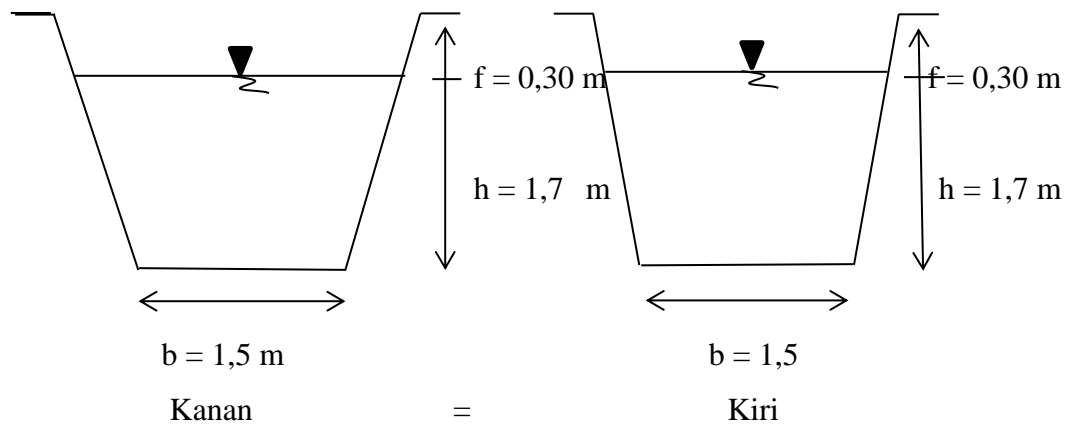
$$Q = 0.86 \times 2.95$$

$$Q = 2.5 \text{ m}^3/\text{detik}$$

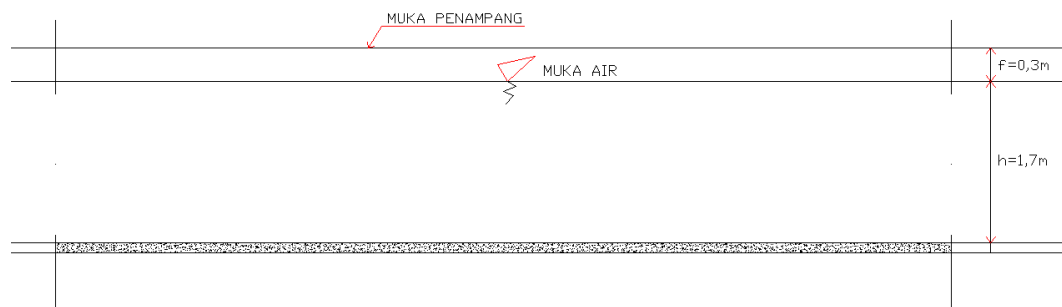
Dari hasil Q rencana debit banjir dan Q analisa tampung penampung diatas dibuat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada tabel 4.26

Tabel 4.26: Perhitungan Q analisis tampung penampung dan Q analisis rancangan debit banjir di kawasan Kelurahan Bandar Selamat

No	Saluran Primer	Q Tampung Penampung m3/detik	Q Rencana Debit Banjir			Keterangan
			2 Tahun m3/detik	5 Tahun m3/detik	10 Tahun m3/detik	
1	Kanan	2.5	1.006	1.893	2.481	Aman
2	Kiri	2.5	1.006	1.893	2.481	Aman



Gambar 4.24: Potongan melintang saluran rencana



Gambar 4.25: Potongan memanjang saluran rencana

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

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

1. Dari analisa yang dilakukan distribusi yang dapat digunakan adalah distribusi E<sub>j</sub> Gumbel dengan ketentuan  $C_s \neq$  yang sesuai dengan data yang didapat untuk distribusi E<sub>j</sub> Gumbel yaitu  $C_s = 0,025$ .
  - Agar pemilihan sebaran tersebut dapat lebih akurat dan dapat diterima diadakan uji keselarasan distribusi.
2. Dari hasil perhitungan debit banjir rencana didapat:
  - Kala ulang 2 Tahun : 1,006 m<sup>3</sup>/detik
  - Kala ulang 5 Tahun : 1,893 m<sup>3</sup>/detik
  - Kala ulang 10 Tahun : 2,481 m<sup>3</sup>/detik
3. Dari hasil survei didapat data dimensi saluran primer dengan lebar 0,8 m, tinggi 1,1 m, dan kemiringan 0,5%, dapat menampung besarnya debit banjir sebesar 0,74 m<sup>3</sup>/detik.
4. Dari hasil perhitungan dimensi saluran eksisting drainase primer dan sekunder pada kawasan Kelurahan Bandar Selamat Kecamatan Medan Tembung pada periode 2, 5, dan 10 tahun tidak dapat menampung besarnya debit banjir rencana pada daerah penelitian.
5. Direncanakan dimensi saluran drainase primer yang aman terhadap debit banjir yaitu dengan dimensi saluran yang memiliki lebar 1,5 meter, tinggi 1,7 meter, dengan kemiringan 0,5% dan dapat menampung debit banjir sebesar 2,5 m<sup>3</sup>/detik.

## 5.2 Saran

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



## DAFTAR PUSTAKA

- Chow ,V.T, dkk. 1988. Applied Hydrology. Mc Grow-Hill Science Engineering
- Direktorat Jendral Bina Marga dan Direktorat Pembinaan Jalan Kota 1990. *Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan* No. 008/T/BNKT
- Fairizi, Dimitri. (2015). Analisis dan Evaluasi Saluran Drainase Pada Kawasan Perumnas Talang Kelapa di Sub DAS Lambidaro kota Palembang. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan* (3).
- Harseno, Edy. (2007). Studi Eksperimental Aliran Berubah Beraturan pada Saluran Terbuka Bentuk Prismatis. *Laporan Tugas Akhir*. Yogyakarta : Program Studi Teknik Sipil UKRIM.
- Herjumawan. (2017). Evaluasi Dimensi Saluran Drainase Pada Kawasan Kelurahan Sei Kera Hulu Kecamatan Medan Tembung Kota Medan. *Jurnal Teknik Sipil*, Hal.139.
- Hilmi, M. Fahriza. (2018). Analisis Sistem Drainase Untuk Menanggulangi Banjir Pada Kawasan MAPOLDASU Medan. *Laporan Tugas Akhir* Medan : Progm Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Komang, N. S. Kartika, dkk. (2018). Evaluasi Fungsi Saluran Drainase Terhadap Kondisi Jalan Gunung Rinjani Di Wilayah Kecamatan Denpasar Barat Evaluation Drainage Channel Function Against Road Condition Gunung Rinjani in Denpasar Barat District Area. 2(1).
- L Montracih, Dr.Ir.Lily. (2019). *Rekayasa Hidrologi*. Malang : Andi Publisher.
- Lukman, Anisa. (2018). Evaluasi Sistem Drainase Di Kecamatan Helvetia Kota Medan. *Jurnal Teknik Sipil Sistem Drainase*, 13(2).
- Nemec. (1973). *Engineering Hydrology*. New Delhi : McGraw Hill Book Company.
- \_\_\_\_\_. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik INDONESIA No.12 /PRT /M /2014*
- Rozaqi, Ahmad. (2018). Pola Jaringan Drainase (Online), <https://neededthing.blogspot.com/2018/05/pola-jaringan-drainase.html>, diakses tanggal 26 Oktober 2019.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*, Bandung : Nova.
- Subarkah, Imam. (1980). *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung : Idea Dharma
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset.

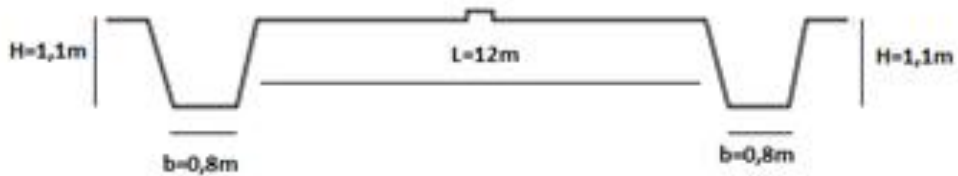
- Swandy, Ikhwan. (2020). Evaluasi Dimensi Saluran Drainase Pada Kawasan Kelurahan Tanah Enam Ratus Kecamatan Medan Marelan Kota Medan (Studi Kasus). *Laporan Tugas Akhir*, Medan : Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Thegorbalsla. 2018. “SIKLUS HIDROLOGI : Pengertian, Proses, Komponen, Macam”(Online),[https://thegorbalsla.com/siklushidrologi/#Proses\\_Siklus\\_Hidrologi](https://thegorbalsla.com/siklushidrologi/#Proses_Siklus_Hidrologi), diakses tanggal 28 Oktober 2019.
- Triatmodjo. (1993). Drainase Perkotaan. Malang: Universitas Brawijaya.
- Wesli. (2008). Drainase Perkotaan. Yogyakarta : Graha Ilmu,



## LAMPIRAN

### A. Gambar

Gambar L.1: Hasil survei dan inventaris bangunan dan saluran



Gambar L 2: Data curah hujan harian maksimum

LAMPIRAN III PERATURAN KEPALA BADAN  
METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA  
NOMOR : KEP 15 TAHUN 2009  
TANGGAL : 31 Juli 2009

PELAYANAN JASA INFORMASI KLIMATOLOGI  
DATA CURAH HUJAN MAKSIMUM

LOKASI PENGAMATAN / STASIUN : STASIUN KLIMATOLOGI DELI SERDANG  
KOORDINAT : 3.620863° LU 98.714852° BT

Curah Hujan Maksimum (mm)

Tahun	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Ags		Sep		Okt		Nov		Des		M a x / Tahun	
	CH	Tgl	CH	Tgl	CH	Tgl	CH	Tgl	CH	Tgl	CH	Tgl	CH	Tgl	CH	Tgl	CH	Tgl	CH	Tgl	CH	Tgl	CH	Tgl	CH	Tgl
2009	103	15	4	26	44	3	57	3	58	15	31	15	38	27	49	23	97	6	61	19	50	22	19	6	103	15-Jan-09
2010	71	7	48	20	401	15	24	4	20	26	47	8	99	26	48	14	40	30	41	22	66	11	60	17	401	15-Mar-10
2011	78	6	35	17	64	3	64	3	39	23	40	30	54	27	98	6	59	27	58	7	63	8	60	27	98	6-Ags-11
2012	40	1	50	15	42	12	57	17	83	7	65	30	95	9	46	22	60	15	75	4	60	21	33	16	83	7-Mei-12
2013	29	31	66	16	53	12	63	27	27	30	39	14	58	29	33	19	32	30	70	19	21	28	111	11	111	11-Dec-13
2014	20	24	22	23	35	29	31	13	46	27	49	12	34	17	91	26	66	14	41	26	57	2	195	19	165	19-Dec-14
2015	42	7	46	19	10	22	12	24	39	26	11	1	36	9	50	4	52	8	76	19	90	25	43	14	90	25-Nov-15
2016	23	1	71	9	9	2	9	20	40	26	41	14	49	8	54	16	84	9	47	17	57	7	34	18	84	9-Sep-16
2017	37	24	6	28	40	3	44	6	22	8	64	10	32	25	82	4	34	27	84	13	65	22	135	2	135	2-Dec-17
2018	29	27	40	23	18	21	68	16	35	23	42	24	62	29	33	18	56	16	147	9	76	12	106	29	147	9-Okt-18

Keterangan: x = data tidak masuk / alat rusak  
CH = Curah Hujan (mm) \*  
Tgl = Tanggal kejadian hujan maksimum  
Sumber : STASIUN KLIMATOLOGI DELI SERDANG

Deli Serdang, 09 Juli 2020  
MENGETAHUI  
A.n KEPALA STASIUN KLIMATOLOGI  
DELI SERDANG

## B. Tabel

Tabel L.1: Perhitungan Q rencana pada kawasan Kelurahan Bandar Selamat

No	Periode		C	I	A	Q
					(Km <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /det)
1	2	0.278	0.9	44.67	0.09	1.006
2	5	0.278	0.9	84.08	0.09	1.8933
3	10	0.278	0.9	110.18	0.09	2.4810

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

No	Saluran Primer	Q Tampung Penampung m <sup>3</sup> /detik	Q Rencana Debit Banjir			Keterangan
			2 Tahun m <sup>3</sup> /detik	5 Tahun m <sup>3</sup> /detik	10 Tahun m <sup>3</sup> /detik	
1	Kanan	2.5	1.006	1.893	2.481	Aman
2	Kiri	2.5	1.006	1.893	2.481	Aman

**C. Foto dokumentasi**



Gambar L1: Saluran primer kanan pada titik awal pengambilan



Gambar L 2: Saluran primer kiri pada titik awal pengambilan



Gambar L 3: Saluran sekunder



Gambar L 4: Saluran Sekunder



Gambar L 5: Saluran primer kanan pada titik akhir pengambilan



Gambar L 6: Saluran primer kiri pada titik akhir pengambilan



**TUGAS AKHIR  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**


---

**LEMBAR ASISTENSI**

**NAMA** : WISMU RAMADHANA LUBIS  
**NPM** : 1507210155  
**TUDUL** : STUDI PENANGANAN BANJIR PADA JALAN LETDA SUJONO  
(STUDI KASUS)

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	8 - 4 - 2020	<ol style="list-style-type: none"><li>1. PENULISAN HARUS SESUAI DENGAN STANDAR YANG BERLAKU</li><li>2. CEK PENULISAN YANG SALAH KETIK</li><li>3. PERBANYAK REFERENSI DENGAN JURNAL DENGAN JURNAL 5 TAHUN TERKAHIR</li><li>4. ANTARA RUMUSAN MASALAH DENGAN TUJUAN HARUS ADA BENANG MERAHNYA ... TIGA YANG AKAN DIBAHAS.. TIGA TUJUANNYA..TIGA ALAT ANALISANYA/ UJINYA. TIGA JUGA KESIMPULANNYA.. LIHAT CONTOH SKRIPSI YANG ADA.. DIPERTEGAS BATASAN MASALAH DAN TUJUAN YANG AKAN DICAPAI</li><li>5. PERBAIKI BAGAN ALIR</li><li>6. PENANGANAN BANJIR HARUS TERINTEGRASI PENANGANANNYA, JANGAN PARSIAL...</li></ol>	

**DOSEN PEMBIMBING 1**

  
( RANDY GUNAWAN, S.T, M.Si )



**TUGAS AKHIR**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

**LEMBAR ASISTENSI**

**NAMA** : WISMU RAMADHANA LUBIS  
**NPM** : 1507210155  
**JUDUL** : **STUDI PENANGANAN BANJIR PADA JALAN LETDA SUJONO**  
**(STUDI KASUS)**

<b>NO</b>	<b>TANGGAL</b>	<b>KETERANGAN</b>	<b>PARAF</b>
2	2 – 7 – 2020	<p>UNTUK ITU JANGAN HANYA DITINJAU DI JALAN LETDA SUJONO .. TAPI KAWASAN YANG ADA DI JALAN LETDA SUJONO...</p> <p>7. BUATKAN PETA BANJIR, SEKEMA BANJIR DARI SALURAN KWARTER, TERSIER, SEKUNDER, PRIMER SAMAPI KE BANDAN AIR</p> <p>1. Penulisan ini harus dengan standar yang berlaku di fatek umsu</p> <p>2. Setiap kutipan buatlah sumbernya</p> <p>3. Perbaiki urutan rumusan masalah, tujuan yang dicapai ( sdh saya tandai)</p> <p>4. Apakah dalam analisis hidrolis hanya sampai evaluasi saluran atau sampai dimensi saluran</p> <p>5. Tolong ditegaskan tujuan yang dicapai dengan bagan alir..</p>	

**DOSEN PEMBIMBING 1**

**( RANDY GUNAWAN, S.T, M.Si )**



**TUGAS AKHIR**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

**LEMBAR ASISTENSI**

**NAMA** : WISMU RAMADHANA LUBIS  
**NPM** : 1507210155  
**JUDUL** : STUDI PENANGANAN BANJIR PADA JALAN LETDA SUJONO  
(STUDI KASUS)

<b>NO</b>	<b>TANGGAL</b>	<b>KETERANGAN</b>	<b>PARAF</b>
3	18 – 8 – 2020	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Setiap hasil analisis dibuatkan narasinya baik kajian hidrologi maupun hidrolis untuk menjelaskan hasil perhitungan</li><li>2. Buatnkan layout hasil analisis setiap ruang di analisis</li><li>3. Buatnkan table analisis evaluasi hidrolis saluran dan analisis saluran rencana</li><li>4. Buatnkan potongan memanjang dan melintang saluran eksisting</li><li>5. Buatnkan potongan memanjang dan melintang saluran yang tidak mampu</li><li>6. Buatnkan potongan memanjang dan melintang saluran rencana</li><li>7. Kenapa pembahasan samapai perencanaan saluran padahal di rumusan, tujuan pembahasannya samapai evaluasi</li></ol>	

**DOSEN PEMBIMBING 1**

  
( RANDY GUNAWAN, S.T, M.Si )





**TUGAS AKHIR**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

**LEMBAR ASISTENSI**

**NAMA** : WISMU RAMADHANA LUBIS  
**NPM** : 1507210155  
**JUDUL** : **STUDI PENANGANAN BANJIR PADA JALAN LETDA SUJONO**  
**(STUDI KASUS)**

<b>NO</b>	<b>TANGGAL</b>	<b>KETERANGAN</b>	<b>PARAF</b>
4	4 – 9 – 2020	<p>8. Kalau dari judul penanganan banjir dan rumusan, tujuan hanya samapai di evaluasi, dan dikesimpulan evaluasi hilang dan timbul hasil perencanaan</p> <p>1. Perbaiki yg saya tandai di bab 3 dan 4</p> <p>2. Dari mana mendapatkan nilai S, jelaskan rumusnya.</p> <p>3. PERBAIKI, SELESAI. ACC</p>	

**DOSEN PEMBIMBING 1**

  
**( RANDY GUNAWAN, S.T, M.Si )**



**TUGAS AKHIR**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

**LEMBAR ASISTENSI**

**NAMA** : WISMU RAMADHANA LUBIS  
**NPM** : 1507210155  
**JUDUL** : STUDI PENANGANAN BANJIR PADA KAWASAN KELURAHAN BANDAR SELAMAT DI JALAN LETDA SUJONO (STUDI KASUS)

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	6 April 2020	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tujuan penelitian dibuat perpoint</li><li>- Buat nomor halaman</li><li>- Penulisan bahasa asing Italic</li><li>- Simbol rumus harus sama dengan keterangan simbol</li><li>- Untuk tabel yang tidak muat di satu halaman, maka untuk tabel lanjutannya di tulis judul tabel (Tabel.....: <i>Lanjutan</i>)</li><li>- Judul tabel/gambar jaraknya 1,5 spasi dari tabel/gambar</li><li>- Ikuti panduan penulisan TA Teknik Sipil UMSU</li></ul>	
2	12 Juni 2020	<ul style="list-style-type: none"><li>- Font yang didalam tabel juga harus TNR</li><li>- Buat nomor halalam dengan footer 1,5 cm</li><li>- Di bagan alir buat keluran/hasil yang dicapai dari penelitian ini</li></ul>	

**DOSEN PEMBIMBING 2**




**(RIZKI EFRIDA, S.T, M.T)**



**TUGAS AKHIR**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

**LEMBAR ASISTENSI**

**NAMA** : WISMU RAMADHANA LUBIS  
**NPM** : 1507210155  
**JUDUL** : STUDI PENANGANAN BANJIR PADA KAWASAN KELURAHAN BANDAR SELAMAT DI JALAN LETDA SUJONO (STUDI KASUS)

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
3	26 Sept 2020	<ul style="list-style-type: none"><li>- Setiap kata pertama dari alenia baru ditulis masuk ke kanan sebesar 7 ketukan</li><li>- Buat penomoran rumus</li><li>- Untuk judul tabel lanjutan tulisannya italic</li><li>- Untuk tabel dan gambar sumbernya tidak usah ditulis sumber cukup gunakan (...)</li><li>- Kesimpulan dan tujuan harus sinkron</li></ul>	
4	3 Okt 2020	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lengkapi : 1. Abstrak</li><li style="padding-left: 40px;">2. Daftar isi, tabel dan gambar</li><li style="padding-left: 40px;">3. Daftar pustaka</li><li>- Lengkapi yg belum lengkap</li></ul>	
5	10 Okt 2020	ACC untuk diseminarkan	

**DOSEN PEMBIMBING 2**



**(RIZKI EFRIDA, S.T, M.T)**

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI		
Nama	Wisnu Ramadhana Lubis	
Tempat, Tanggal Lahir	Medan, 17 Januari 1997	
Jenis Kelamin	Laki-laki	
Agama	Islam	
Alamat	JL. Sidomulyo Gg. Abadi No.64B Tembung	
No. HP	085370090002	
Email	<a href="mailto:wramadhana777@gmail.com">wramadhana777@gmail.com</a>	
RIWAYAT PENDIDIKAN		
Nomor Pokok Mahasiswa	1507210155	
Fakultas	Teknik	
Program Studi	Teknik Sipil	
Perguruan Tinggi	Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	
Alamat Perguruan Tinggi	Jl. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan 20238	
No	Tingkat Pendidikan	Tahun Kelulusan
1	SDN 105293	2009
2	MTsN 2 Medan	2012
3	MAN 2 MODEL Medan	2015
4	Melanjutkan Studi di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2015 Sampai Selesai.	