

SKRIPSI

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

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

Disusun Oleh:

DHEA NABILLA HERSY

1707210106



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

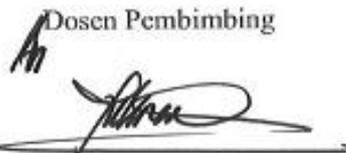
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Dhea Nabilla Hersy
Npm : 1707210106
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisa Jaringan Drainase Terhadap Bencana Banjir
Kawasan Pemukiman Kelurahan Besar, Kecamatan
Medan Labuhan, Kota Medan.
Bidang Ilmu : Transportasi

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, Oktober 2021

Dosen Pembimbing

Randi Gunawan S.T, M.Si

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Dhea Nabilla Hersy
Npm : 1707210106
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisa Jaringan Drainase Terhadap Bencana Banjir
Kawasan Pemukiman Kelurahan Besar, Kecamatan
Medan Labuhan, Kota Medan.
Bidang Ilmu : Transportasi

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

Medan, Oktober 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



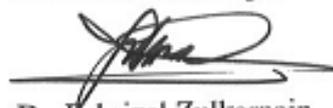
Randi Gunawan S.T, M.Si

Dosen Pembanding I



Dr. Rumila Harahap

Dosen Pembanding II



Dr. Fahrizal Zulkarnain

Ketua Prodi Teknik Sipil



Dr. Fahrizal Zulkarnain

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dhea Nabilla Hersy

Npm : 1707210106

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisa Jaringan Drainase Terhadap Bencana Banjir
Kawasan Pemukiman Kelurahan Besar, Kecamatan
Medan Labuhan, Kota Medan.

Bidang Ilmu : Transportasi

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

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

Bukan merupakan plagiarism, 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 orisinil 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 menegakan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.

Medan, 02 Juni 2021

Saya yang menyatakan



Dhea Nabilla Hersy.

ABSTRAK

ANALISIS JARINGAN DRAINASE TERHADAP BENCANA BANJIR KAWASAN PEMUKIMAN KELURAHAN BESAR, KECAMATAN MEDAN LABUHAN, KOTA MEDAN (STUDI KASUS)

Dhea Nabilla Hersy
1707210106

Bapak Randi Gunawan S,T,M.Si

Permasalahan yang terjadi pada sistem drainase Kecamatan Medan Labuhan yaitu setiap tahunnya selalu tergenang air, khususnya pada musim penghujan. Pada sejumlah saluran drainase, baik yang ada dalam lingkungan rumah penduduk maupun saluran induk begitu hujan besar terjadi air meluap keluar dan menggenangi pemukiman dan ruas jalan. Luas genangan banjir $\pm 3150 \text{ m}^2$, tinggi genangan $\pm 20 \text{ cm}$, dan lamanya genangan $\pm 6 \text{ jam}$. Dari hasil survei dilapangan didapat data-data saluran drainase eksisting yaitu, untuk drainase primer adalah lebar 1 meter, tinggi 1,05 meter dan panjang saluran 1187 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 $Q_2 = 0.618 \text{ m}^3/\text{detik}$, $Q_5 = 0.723 \text{ m}^3/\text{detik}$, $Q_{10} = 0.793 \text{ m}^3/\text{detik}$, dari hasil analisa didapat bahwasannya saluran drainase primer sudah tidak mampu untuk menampung besarnya debit curah hujan. Maka dari itu solusi untuk mengatasi masalah banjir ini perlu dilakukannya upaya pemulihan fungsi dan penambahan ukuran penampang drainase agar mampu menampung debit yang lebih besar lagi sehingga tidak terjadi banjir lagi pada saat musim penghujan.

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

ABSTRACT

ANALYSIS OF DRAINAGE NETWORKS AGAINST FLOOD DISASTER IN KELURAHAN BESAR KECAMATAN MEDAN LABUHAN

Dhea Nabilla Hersy

1707210106

Bapak Randi Gunawan S,T,M.Si

The problem that occur of drainage system in Kecamatan Medan Labuhan in every year was flooded, especially in rainy season. Some of drainage in resident's house as well as primary drainage, it would be overflowed, inundate a resident and the roads when the rain was heavy. The wide area of flood 3150 m², height 20 cm, and for a longtime of flood 6 hour. Based on the result, it was found existing drainage. The first drainage have wide 1 m, height 1,05 m, and length 1187 m, the second drainage have some of dimension. The research used Log Pearson Type III method. It was found debit value (Q) for the periode project in 2, 5, dan 10 years they were $Q_2 = 0.618 \text{ m}^3/\text{second}$, $Q_5 = 0.723 \text{ m}^3/\text{second}$, $Q_{10} = 0.793 \text{ m}^3/\text{second}$, based on the result, the primary drainage could not intercept and retain of rainfall. Therefore the solution to resolve the flood need to be an effort recovery function and addition drainage cross section dimension to be able to intercept and retain of rainfall with the result that no more flooding during the rainy season.

Keyword: drainage, debit, hidrologi analysis, hidrolika analysis

KATA PENGANTAR

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

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

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

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan

pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Medan, Juni 2021

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'D' followed by a flourish and a small '5'.

Dhea Nabilla Hersy

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Umum	6
2.2. Banjir	7
2.2.1. Faktor Penyebab Banjir	7
2.3. Drainase	8
2.3.1. Jenis-Jenis Drainase	9
2.3.2. Fungsi Drainase	10
2.3.3. Pola Jaringan Drainase	10
2.4. Analisis Hidrologi	13
2.4.1. Siklus Hidrologi	14
2.4.2. Waktu Konsetrasi (Tc)	15
2.4.3. Intensitas Hujan	18
2.4.4. Koefisien pengaliran	19
2.4.5. Analisa Frekuensi	20
2.5. Uji Data	25
2.5.1. Uji Distribusi Frekuensi	25
2.5.2. Uji Chi-Square	26

2.5.3.	Waktu Konsentrasi (T_c)	28
2.5.4.	Analisa Intensitas Curah Hujan	30
2.5.5.	Koefisien Limpasan (<i>Runoff</i>)	31
2.5.6.	Luas Daerah Pengaliran (A)	33
2.5.7.	Analisa Debit Rencana	34
2.6.	Analisa Hidraulika	35
2.5.1.	Kemiringan Saluran	36
2.5.2.	Saluran Terbuka	37
2.5.3.	Saluran Tertutup	39
2.5.4.	Dimensi Saluran	39
BAB III METODELOGI PENELITIAN		42
3.1	Bagan Alir	42
3.2	Lokasi Penelitian	44
3.3	Kondisi Umum Lokasi Studi	44
3.4	Batas-batas Daerah	46
3.5	Letak Geografis dan Tata Guna Lahan	46
3.6	Jaringan Jalan dan Drainase	46
3.7	Pengumpulan Data	47
3.7.1.	Data Primer	47
3.7.2.	Data Sekunder	47
3.8	Pengolahan Data	47
3.8.1.	Analisa Frekuensi Hujan	47
3.8.2.	Analisa Debit Rencana	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		49
4.1	Data Primer	49
4.2	Data Sekunder	50
4.3	Analisis Hidrologi	51
4.3.1.	Analisis Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum	51
4.3.2.	Uji Kecocokan Chi-Square	59
4.4	Debit Banjir Rencana	61
4.5	Intesitas Curah Hujan	61
4.5.1.	Metode Rasional	65
4.6	Analisa Hidrolika	65
4.6.1.	Perhitungan Kapasitas Tampung Saluran Drainase	66
4.6.2.	Perhitungan Perencanaan Kapasitas Tampung Saluran Drainase	88

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	91
5.1. Kesimpulan	91
5.2. Saran	92
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN	93

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kemiringan melintang normal perkerasan jalan	16
Tabel 2.2	Harga n untuk rumus manning	16
Tabel 2.3	Koefisien Pengaliran.	19
Tabel 2.4	Parameter statistik yang penting	20
Tabel 2.5	Nilai Variabel Reduksi Gauss	21
Tabel 2.6	Nilai K_T untuk Distribusi Log-Person III	23
Tabel 2.7	Reduced mean (Y_n)	24
Tabel 2.8	Reduced standard deviation (S_n)	25
Tabel 2.9	<i>Reduced variate</i> (Y_{Tr}) sebagai fungsi priode ulang	25
Tabel 2.10	Nilai kritis untuk distribusi Chi-Square.	27
Tabel 2.11	Kemiringan melintang normal perkerasan jalan	29
Tabel 2.12	Harga n untuk rumus manning	29
Tabel 2.13	Koefisien pengaliran (C)	33
Tabel 2.14	Tipe saluran dan nilai kekasaran Mwaning)	40
Tabel 2.15	Nilai kemiringan dinding saluran sesuai bahan	41
Tabel 4.1	Data hasil survei saluran prime	49
Tabel 4.2	Data hasil survei saluran sekunder	49
Tabel 4.3	Data curah hujan harian maksimum	50
Tabel 4.4	Analisis curah hujan distribusi normal	51
Tabel 4.5	Analisa hasil curah hujan dengan distribusi normal	52
Tabel 4.6	Analisa hasil curah hujan dengan distribusi log normal	53
Tabel 4.7	Analisa curah hujan rencana dengan distribusi log normal	54
Tabel 4.8	Analisa curah hujan dengan distribusi log person III	54
Tabel 4.9	Analisa curah hujan rencan dengan distribusi log person iii	56
Tabel 4.10	Analisa curah hujan dengan distribusi gumbel	56
Tabel 4.11	Analisa curah hujan rencana dengan distribusi gumbel	58
Tabel 4.12	Rekapitulasi analisa curah hujan rencana maksimum	58
Tabel 4.13	Kombinasi Priode Ulang Tahunan	59
Tabel 4.14	Perbandingan Uji Distribusi Log Pearson III	60
Tabel 4.15	Perbandingan Uji Distribusi Ej Gumbel	60
Tabel 4.16	Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan	61
Tabel 4.17	Perhitungan Intensitas Curah Hujan	65
Tabel 4.18	Perhitungan Q rencana pada kawasan Kelurahan Besar.	65
Tabel 4.19	Hasil survei drainase Saluran Primer (SP) di kawasan Kelurahan Besar.	66
Tabel 4.20	Perhitungan Q analisis tampung penampung dan Q analisis rancangan debit banjir di kawasan Kelurahan Besar.	68
Tabel 4.21	Hasil survei drainase Saluran Sekunder (SS) sebelah kanan di kawasan Kelurahan Besar.	69
Tabel 4.22	Perhitungan Q analisis tampungan penampung dan Q analisis rancangan debit banjir di Kawasan Kelurahan Besar.	88
Tabel 4.23	Hasil perencanaan Saluran Primer (SP) di kawasan Kelurahan Besar	89
Tabel 4.24	Perhitungan Q analisis tampung penampung dan Q analisis rancangan debit banjir di kawasan Kelurahan Besar.	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Jaringan drainase pola alamiah.	11
Gambar 2.2	Jaringan drainase pola siku.	11
Gambar 2.3	Jaringan drainase pola parallel.	12
Gambar 2.4	Jaringan drainase pola grid iron	12
Gambar 2.5	Jaringan drainase pola radial.	13
Gambar 2.6	Jaringan drainase pola jaring-jaring	13
Gambar 2.7	Siklus hidrologi	14
Gambar 2.8	Penampang Persegi Panjang	38
Gambar 2.9	Penampang Saluran Trapesium	39
Gambar 3.1	Bagan alir penelitian	42
Gambar 3.2	Lokasi Penelitian	44
Gambar 3.3	Skema aliran drainase	45
Gambar 4.1	Penampang saluran drainase primer	49
Gambar 4.2	Penampang saluran drainase primer	67
Gambar 4.3	Penampang Saluran Sekunder Gang Mesjid	70
Gambar 4.4	Penampang Saluran Sekunder Gang Amalia	71
Gambar 4.5	Penampang Saluran Sekunder Gang H.	72
Gambar 4.6	Penampang Saluran Sekunder Gang Musholla	73
Gambar 4.7	Penampang Saluran Sekunder Gang Perdamain	74
Gambar 4.8	Penampang Saluran Sekunder Gang Porsea	75
Gambar 4.9	Penampang Saluran Sekunder Gang Sehati	76
Gambar 4.10	Penampang Saluran Sekunder Gang Bidan	77
Gambar 4.11	Penampang Saluran Sekunder Gang Pribadi	78
Gambar 4.12	Penampang Saluran Sekunder Gang Karya	79
Gambar 4.13	Penampang Saluran Sekunder Gang Aman	81
Gambar 4.14	Penampang Saluran Sekunder Gang Melati 2	82
Gambar 4.15	Penampang Saluran Sekunder Gang Halimah	83
Gambar 4.16	Penampang Saluran Sekunder Gang Bambu	84
Gambar 4.17	Penampang Saluran Sekunder Gang Nusa Indah	85
Gambar 4.18	Penampang Saluran Sekunder Gang Iman	86
Gambar 4.19	Potongan melintang 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_{rt}	= 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 xvi
Pe	= Peluang empiris
m	= Nomor urut data

- n = Banyaknya data
- T_c = Waktu konsentrasi
- T_o = Waktu yang diperlukan oleh limpasan mencapai saluran terdekat
- T_d = Waktu pengaliran dalam saluran ke titik yang dimaksud
- L = Panjang lintasan aliran diatas permukaan lahan
- L_s = Panjang lintasan aliran didalam saluran
- S = Kemiringan lahan
- n = Angka kekerasan manning
- V = Kecepatan aliran didalam saluran
- I = Intensitas hujan
- t = Lamanya hujan
- R₂₄ = Curah hujan maksimum harian
- C = Koefisien limpasan air hujan
- A = Luas daerah pengaliran
- Q = Debit maksimum
- C_s = Koefisien tampang

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Medan yang menyanggah 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. (Hilmi, 2018)

Kota Medan memiliki luas 26.510 km² 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. (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. (Swandy, 2020)

Oleh karena itu dalam kajian ini yang akan dibahas kondisi dari drainase yang terdapat di salah satu Kelurahan dalam Kecamatan Medan Labuhan yaitu di kawasan Kelurahan Besar (di jalan Pancing 1). Kawasan Kelurahan Besar merupakan kawasan padat penduduk yang penduduknya tidak peduli 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 saluransaluran induk yang ada sekarang ini beberapa diantaranya dalam kondisi yang terlalu dangkal sehingga sulit untuk menarik air dari daerah sekitarnya.

(Mayra, 2013) mengatakan, Drainase perkotaan merupakan prasarana kota yang intinya berfungsi untuk mengendalikan limpasan air hujan yang berlebihan. Dalam meninjau masalah tata air, sistem drainase adalah berupa jaringan air yang berfungsi untuk mengendalikan atau mengeringkan kelebihan air permukaan di suatu wilayah yang berasal dari air hujan lokal sehingga tidak mengganggu aktifitas masyarakat dan memberikan manfaat bagi kehidupan orang banyak.

Maka berdasarkan kondisi lingkungan sekitar lokasi studi kasus ini yaitu Kawasan Kelurahan Besar, Kecamatan Medan Labuhan, Kota Medan. Maka perlu dilakukan suatu studi kasus untuk menganalisis drainase pada daerah tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Distribusi apa yang sesuai untuk mengevaluasi data yang ada?
2. Berapa besarnya debit banjir rencana di daera penelitian?
3. Apakah saluran drainase masih mampu untuk menampung debit banjir rencana di Kelurahan Besar?
4. Berapa dimensi saluran rencana yang mampu menampung debit kala ulang 10 tahun?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah :

1. Menentukan distribusi yang sesuai dengan mengevaluasi data yang ada.
2. Mengevaluasi debit banjir rencana pada daerah penelitian di drainase primer, sekunder dan tersier Kelurahan Besar.
3. Melakukan evaluasi hidrolis untuk menangani permasalahan banjir pada daerah penelitian tersebut
4. Menganalisis dimensi saluran rencana untuk kala ulang 10 tahun.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapu tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui distribusi yang sesuai dengan mengolah data yang sudah ada
2. Untuk mendapatkan debit banjir rencana dan waktu konsentrasi di lokasi penelitian.
3. Untuk mengetahui apakah saluran drainase eksisting masih mampu menampung debit banjir rencana pada kawasan Kelurahan Besar
4. Apabila tidak mampu menampung debit banjir, maka akan dilakukan perencanaan dimensi saluran rencana.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini diharapkan mampu menambah pengetahuannya dalam bidang teknik sumber daya air.
2. Dapat mengaplikasikan ilmu yang didapat di kampus.
3. Penelitian ini diharapkan bisa memberikan informasi tambahan untuk penelitian-penelitian selanjutnya lalu dapat dikembangkan menjadi inovasi baru dalam bidang teknik sumber daya air.
4. Dapat merencanakan saluran drainase yang dibutuhkan.

1.6 Sistematika Penulisan

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

BAB 1 PENDAHULUAN

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

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

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

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

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

BAB 4 ANALISI DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang pengolahan data dan pembahasan hasil

penelitian yang telah didapatkan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

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

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

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

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

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

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

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

2.2. Banjir

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

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

2.2.1. Faktor Penyebab Banjir

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

ruang dan pencegahan dampak negatif terhadap lingkungan akibat pemanfaatan ruang tidak terwujud.

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

2.3. Drainase

Menurut (Parse, 2019) Saluran drainase adalah sebuah sistem yang dibuat untuk menangani persoalan kelebihan air, baik kelebihan air yang berada diatas permukaan tanah maupun air berada dibawah permukaan tanah. Semakin berkembangnya suatu daerah, lahan kosong untuk meresapkan air secara alami akan semakin berkurang. Permukaan tanah tertutup oleh beton dan aspal, hal ini akan menambah kelebihan air yang tidak terbuang. Kelebihan air ini jika tidak dapat dialirkan akan menyebabkan genangan. Dalam perencanaan saluran drainase harus memperhatikan tata guna lahan daerah tangkapan air saluran drainase yang bertujuan menjaga wilayah sekitar drainase tetap kering walaupun terjadi kelebihan air, sehingga air permukaan tetap terkontrol dan tidak mengganggu masyarakat. Dalam pembahasan lebih lanjut akan dititik beratkan pada drainase perkotaan sebab drainase lebih kompleks terdapat pada wilayah perkotaan. Genangan akan mengganggu masyarakat dalam melakukan aktivitas perekonomian. Banjir atau genangan yang terjadi bisa disebabkan oleh beberapa faktor, tapi yang lebih dominan biasanya adalah akibat perubahan tata guna lahan dan dimensi saluran drainase yang tidak memenuhi syarat. Jika masalah genangan tersebut tidak teratasi, maka

Menurut (Ir. Adiwijaya, 2016) Dalam merencanakan sistem drainase jalan berdasarkan pada keberadaan air permukaan dan bawah permukaan, sehingga perencanaan drainase jalan dibagi menjadi: drainase permukaan (*surface drainage*) drainase bawah permukaan (*sub surface drainage*) Secara umum,

pendekatan langkah perencanaan sistem drainase jalan yang berwawasan lingkungan adalah dimulai dengan memplot rute jalan yang akan ditinjau di peta topografi untuk mengetahui daerah layanan sehingga dapat memprediksi kebutuhan penempatan bangunan drainase penunjang seperti saluran samping jalan, fasilitas penahan air hujan dan bangunan pelengkap, dengan memperhatikan keberadaan lingkungan yang berkaitan dengan peluang ditematkannya bangunan peresap air atau penampung air. Juga harus memperhatikan pengaliran air yang ada di permukaan maupun yang ada di bawah permukaan dengan mengikuti ketentuan teknis yang ada tanpa mengganggu stabilitas konstruksi jalan

2.3.1. Jenis-Jenis Drainase

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

a. Drainase menurut sejarah terbentuknya

1. Drainase alamiah (Natural Drainage)

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

2. Drainase buatan

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

b. Drainase menurut konstruksinya

1. Saluran terbuka

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

2. Saluran tertutup

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

c. Drainase menurut sistem buangnya

1. Sistem terpisah (Separate Sistem)

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

2. Sistem tercampur (Combined Sistem)

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

3. Sistem kombinasi (Pascudo Separate Sistem)

Merupakan perpaduan antara saluran air buangan dan 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 penggelontor. Kedua saluran ini tidak bersatu tetapi dihubungkan dengan sistem perpindahan interceptor.

2.3.2. Fungsi Drainase

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

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

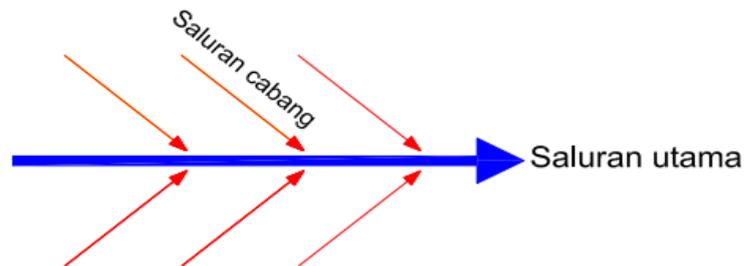
2.3.3. Pola Jaringan Drainase

Menurut (Fathurrahman, 2020) Pola jaringan drainase adalah perpaduan antara satu saluran dengan saluran lainnya baik yang fungsinya sama maupun berbeda dalam suatu kawasan tertentu. Dalam perencanaan sistem drainase yang baik bukan hanya membuat dimensi saluran yang sesuai tetapi harus ada

kerjasama antar saluran sehingga pengaliran air lancar. Beberapa contoh model pola jaringan yang dapat diterapkan dalam perencanaan jaringan drainase meliputi:

a. Pola alamiah

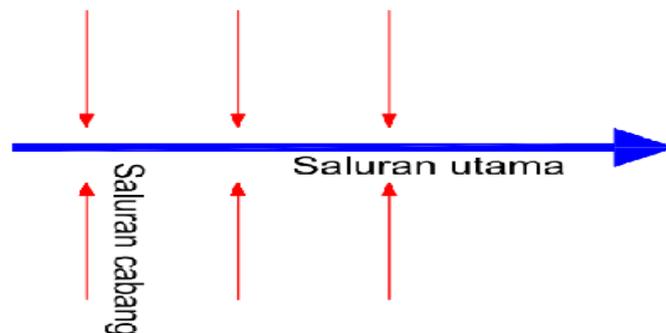
Sama seperti pola siku, hanya beban sungai pada pola alamiah lebih besar. dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut ini :



Gambar 2. 1 Jaringan drainase pola alamiah.

b. Pola siku

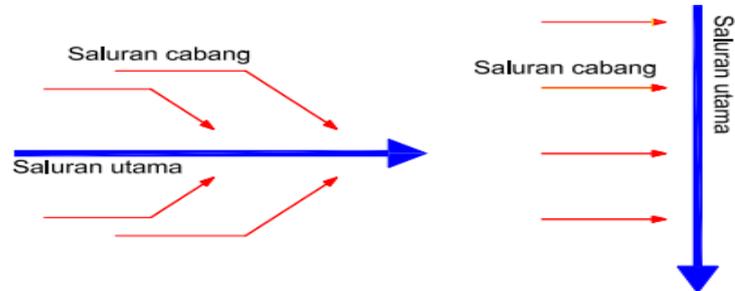
Pembuatannya pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai. Sungai sebagai saluran pembuang akhir berada di tengah kota. dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut ini :



Gambar 2. 2 Jaringan drainase pola siku.

c. Pola parallel

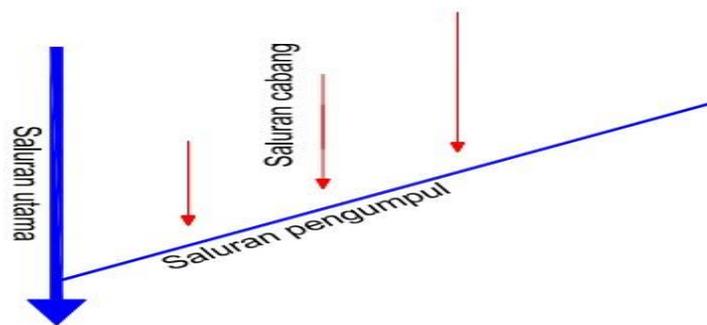
Saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek-pendek, apabila terjadi perkembangan kota, saluran-saluran akan dapat menyesuaikan diri. dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut ini :



Gambar 2. 3 Jaringan drainase pola parallel.

d. Pola grid iron

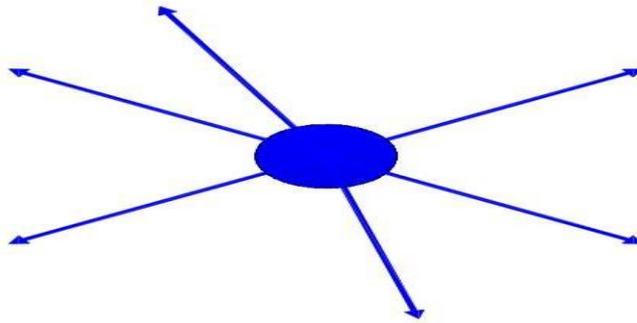
Untuk daerah dimana sungainya terletak di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpulan. Dapat dilihat pada gambar 2.4 berikut ini :



Gambar 2. 4 Jaringan drainase pola grid iron

e. Pola radial

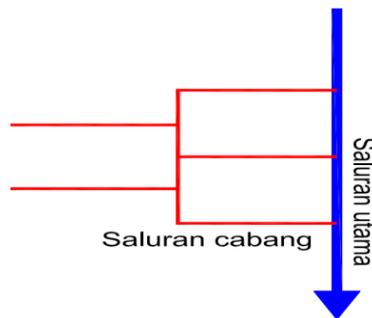
Pada daerah berbukit, sehingga pola saluran memencar ke segala arah. dapat dilihat pada gambar 2.5 berikut ini ;



Gambar 2. 5 Jaringan drainase pola radial.

f. Pola jaring-jaring

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



Gambar 2. 6 Jaringan drainase pola jaring-jaring

2.4. Analisis Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari seluk beluk air, kejadian dan distribusinya, sifat alami dan sifat kimianya, serta reaksinya terhadap kebutuhan manusia (Untuk et al., 2016). Pada mula air hujan ada yang mengalir di permukaan tanah sebagai air run off atau aliran permukaan dan sebagian (infiltrasi) meresap kedalam lapisan tanah. Air run off mengalir kepermukaan air di laut, danau , sungai. Air infiltrasi meresap kedalam lapisan tanah kearah muka air terendah, akhirnya juga kemungkinan sampai dillaut, danau, sungai.

Menghitung hujan rencana antara lain, metode Distribusi Normal, Metode Distribusi Log Normal, Metode Distribusi Log–Person III, dan Metode Distribusi Gumbel.

Pengumpulan data dan informasi, terutama data untuk perhitungan hidrologi sangat diperlukan dalam analisa penentuan debit banjir rancangan yang selanjutnya dipergunakan sebagai dasar rancangan suatu bangunan air. Semakin banyak data yang terkumpul berarti semakin menghemat biaya dan waktu, sehingga kegiatan analisis dapat berjalan lebih cepat, selain itu akan didapatkan hasil perhitungan yang lebih akurat. Secara keseluruhan pengumpulan data hidrologi ini dapat dilakukan dengan tahapan-tahapan pengumpulan data dasar dan pengujian (kalibrasi) data-data yang terkumpul. Menurut (Mulyono, 2016) Pemakaian rumus-rumus acuan, berdasarkan data curah hujan yang tersedia, untuk menentukan curah hujan area rerata dapat ditentukan menggunakan Pers. 2.1 sebagai berikut;

$$R_H = \frac{H_1 + H_2}{2} \quad (2.1)$$

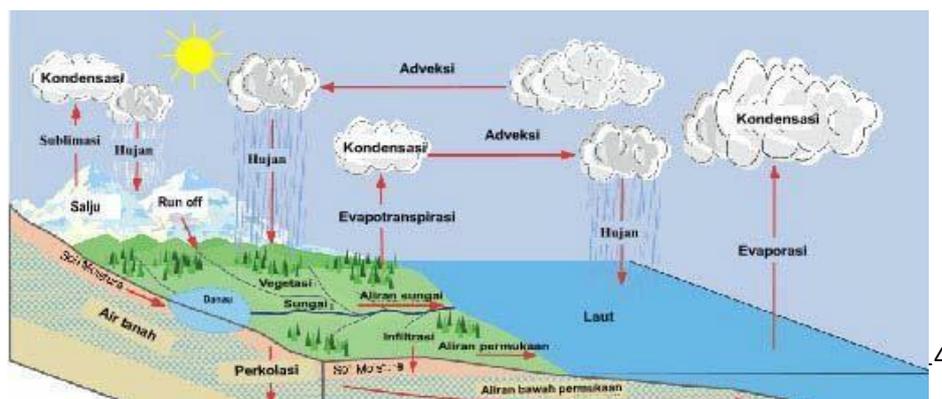
Dengan :

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

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

2.4.1. Siklus Hidrologi

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



Gambar 2. 7 Siklus hidrologi (goesmanda.blogspot.com)

Sebagian air mencari jalannya sendiri melalui permukaan dan bagian atas tanah menuju sungai, sementara lainnya menembus masuk lebih jauh kedalam tanah menjadi bagian dari air tanah (*groundwater*). Dibawah pengaruh gaya gravitasi, baik aliran air permukaan (*surface streamflow*) maupun air dalam tanah bergerak menuju tempat yang lebih rendah yang akhirnya dapat mengaklir ke laut. Namun, sebagian besar air permukaan dan air bawaah tanah dikembalikan ke atmosfer oleh penguapan dan pemeluhan (*transpirasi*) sebelum sampai kelaut (JR dan Paulhus, 1986).

2.4.2. Waktu Konsetrasi (Tc)

Menurut (Hilmi, 2018) Waktu konsentrasi untuk saluran air hujan daerah perkotaan terdiri dari waktu yang diperlukan oleh limpasan untuk mengalir dipermukaan tanah untuk mencapai saluran terdekat (t_o) dan waktu pengaliran dalam saluran ke titik yang dimaksud (t_d). Dalam penelitian ini drainase yang akan di tinjau sepanjang 153 (m) dibagi menjadi 4 titik tinjauan drainase yang diteliti di sebelah kanan dan kiri badan jalan. Maka untuk menghitung waktu konsentrasinya dapat ditentukan menggunakan Pers. 2.2 Pers. 2.3 dan Pers. 2.4 di bawah ini:

Waktu konsentrasi :

$$T_o = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right] \quad (2.2)$$

$$T_d = \frac{L_s}{60 \times V} \quad (2.3)$$

$$T_c = T_o \text{ dan } T_d \quad (2.4)$$

Dimana :

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

L_s = Panjang Lintasan Aliran di dalam Saluran (m)

S = Kemiringan malang

N = Angka Kekerasan Manning

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

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

Tabel 2. 1 Kemiringan melintang normal perkerasan jalan (Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan No. 008/T/BNKT/1990)

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

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

Tabel 2. 2 Harga n untuk rumus manning (Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan No. 008/T/BNKT/1990)

No	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
1	Saluran tanah, lurus teratur	0,017	0,020	0,023	0,025
2	Saluran tanah 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	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

Tabel 2.2 : *lanjutan*

No	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
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 teatur	0,040	0,045	0,050	0,055
13	Seperti no 10, berbatu ada tumbuh-tumbuhan	0,035	0,040	0,045	0,060
14	Seperti no 12, sebagian berbatu	0,045	0,050	0,055	0,060
15	Aliran pelan banyak tumbuhan dan berlubang	0,050	0,060	0,070	0,080
16	Saluran pasangan batuan pafinishing	0,025	0,030	0,033	0,035
17	Saluran pasangan batu dengan finishing	0,017	0,020	0,025	0,030
18	Saluran beton	0,014	0,016	0,019	0,021
19	Saluran beton, halus dan rata	0,010	0,011	0,012	0,013
20	Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0,013	0,014	0,014	0,015

2.4.3. Intensitas Hujan

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

Seandainya data hujan yang diketahui hanya hujan harian, maka oleh Mononobe dapat ditentukan menggunakan Pers.2.5 sebagai berikut:

$$I_1 = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2.5)$$

Dimana :

I_1 = Intesitas hujan (mm/jam)

t = Lamanya hujan (jam)

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

Jika data yang tersedia adalah data hujan jangka pendek dapat ditentukan menggunakan Pers.2.6 sebagai berikut:

$$I_1 = \frac{a}{t+b} \quad (2.6)$$

Dimana :

I_1 = Intesitas hujan (mm/jam)

t = Lamanya hujan (jam)

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

Menurut (Murtaningsih, 2019) mengembangkan rumus dalam memperkirakan waktu konsentrasi, dimana dalam hal ini durasi hujan diasumsikan sama dengan waktu konsentrasi. Rumus waktu konsentrasi dapat ditentukan menggunakan Pers.2.7 sebagai berikut

$$t_c = \left(\frac{0,85 \times L^2}{100 \times S} \right)^{0,385} \quad (2.7)$$

Dimana :

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

L = Panjang saluran utama dari hulu sampai penguras (km)

S = Kemiringan rata-rata saluran

2.4.4. Koefisien pengaliran

Koefisien pengaliran (*run-off coefficient*) adalah perbandingan antara jumlah air hujan yang mengalir atau melimpas di atas permukaan tanah (*surface run-off*) dengan jumlah air hujan yang jatuh dari atmosfer. Nilai koefisien pengaliran berkisar antara 0 sampai dengan 1 dan bergantung dari jenis tanah, jenis vegetasi, karakteristik tata guna lahan dan konstruksi yang ada di permukaan tanah seperti jalan aspal, atap bangunan dan lain-lain, yang menyebabkan air hujan tidak sampai secara langsung ke permukaan tanah sehingga tidak dapat berinfiltrasi, maka akan menghasilkan limpasan permukaan hampir 100%. Koefisien pengaliran dapat ditentukan berdasarkan curah hujan (Wesli, 2008). Adapun rumus untuk menentukan koefisien pengaliran dapat ditentukan menggunakan Pers.2.8 sebagai berikut ;

$$C = \frac{Q}{R} \quad (2.8)$$

Dimana :

C = Koefisien limpasan

Q = Jumlah limpasan

R = Jumlah curah hujan

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

Tabel 2. 3 Koefisien Pengaliran (Wesli, 2008).

No.	Daerah	Koefisien Aliran
1	Taman dan daerah rekreasi	0,20 – 0,30
2	Perumahan tidak begitu rapat (20 rumah/Ha)	0,25 – 0,40

3	Perumahan kerapatan sedang (20-60 rumah/Ha)	0,40 – 0,70
4	Perumahan rapat	0,70 – 0,80
5	Daerah industri	0,80 – 0,90
6	Daerah perkantoran	0,90 – 0,95

2.4.5. Analisa Frekuensi

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

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

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

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

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

Tabel 2. 4 Parameter statistik yang penting (suripiin, 2004)

Parameter	Sampel	Populasi
Rata-rata	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$	$\mu = E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx$

Simpangan Baku	$S = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{1/2}$	$\sigma = \{E[(x - \mu)^2]\}^{1/2}$
Koefisien Variasi	$CV = \frac{S}{\bar{x}}$	$CV \frac{\sigma}{\mu}$
Koefisien <i>Skewness</i>	$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$	$Y = \frac{E[(x - \mu)^3]}{\sigma^3}$

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

1. Distribusi Normal

Distribusi normal disebut pula distribusi Gauss. Secara sederhana, persamaan distribusi normal dapat ditentukan menggunakan Pers. 2.9 di bawah ini

$$X_T = \bar{X} + K_T \times S \quad (2.9)$$

Dengan :

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

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

S = deviasi standar nilai variat

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

Umumnya sudah tersedia dalam tabel untuk mempermudah perhitungan, seperti ditunjukkan dalam tabel berikut, biasa disebut sebagai tabel nilai variabel reduksi Gauss. Nilai K_T dapat dilihat pada Tabel 2.5 nilai variabel reduksi Gauss sebagai berikut ;

Tabel 2. 5 Nilai Variabel Reduksi Gauss

No	Periode Ulang, 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
9	1,670	0,600	-0,25
10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0,25

Tabel 2.5 : Lanjutan

No	Periode Ulang, T (Tahun)	Peluang	K_T
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. Persamaan distribusi log normal dapat ditentukan menggunakan Pers. 2.10 di bawah ini:

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

Dengan :

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

$$Y_T = \log X$$

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

S = deviasi standar nilai variat

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

3. Distribusi Log-Person III

Persamaan distribusi Log-Person III hampir sama dengan persamaan distribusi Log Normal, yaitu sama-sama mengkonversi ke dalam bentuk logaritma, dapat ditentukan menggunakan Pers. 2.11 di bawah ini:

$$Y_T = \bar{Y} + K_T \times S \quad (2.11)$$

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

Tabel 2. 6 Nilai K_T untuk Distribusi Log-Person III

Koef. G	Periode ulang (Tahun)							
	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	2.92	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
-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.

Bentuk dari persamaan distribusi Gumbel dapat ditentukan menggunakan Pers. 2.12 di bawah ini:

$$Y_{Tr} = \bar{X} + K \cdot S \quad (2.12)$$

Besarnya faktor frekuensi dapat ditentukan menggunakan Pers. 2.13 di bawah ini:

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \quad (2.13)$$

Dengan :

X_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T_r tahun (mm)

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

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

S = standard deviasi

K = faktor frekuensi

Y_{Tr} = *reduced variate*

Y_a = *reduced mean*

S_n = *reduced standard*

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

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. 7 Reduced mean (Y_n) (suripn, 2004)

Tabel 2. 8 Reduced standard deviation (S_n) (Suripin, 2004)

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

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
25	31,985	0,4952	0,9496	2,847
50	39,019	0,4952	0,9496	3,588

Tabel 2. 9 Reduced variate (Y_{Tr}) sebagai fungsi priode ulang (Suripin, 2004)

2.5. Uji Data

2.5.1. Uji Distribusi Frekuensi

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

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

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

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

2.5.2. Uji Chi-Square

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

1. Menghitung jumlah kelas dengan pers. 2.14 :

$$k = 1 + 3.33 \log n \quad (2.14)$$

dengan :

k = jumlah kelas

n = banyaknya data

2. Membuat kelompok – kelompok kelas sesuai dengan jumlah kelas.
3. Menghitung frekuensi pengamatan $O_i = n/\text{jumlah kelas}$

4. Mencari besarnya curah hujan yang masuk dalam batas kelas
5. Menghitung dengan persamaan 2.15 :

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (2.15)$$

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 (α) dan derajat kebebasan (Dk) dengan menggunakan persamaan 2.16 :

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

(2.16)

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

Dk	α derajat kepercayaan							
	t _{0.995}	t _{0.99}	t _{0.975}	t _{0.95}	t _{0.05}	t _{0.025}	t _{0.01}	t _{0.005}
1	0.039	0.16	0.098	0.393	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.1	0.201	0.506	0.103	5.991	6.783	9.21	10.6
3	0.717	0.115	0.216	0.352	7.815	9.348	11.35	12.84
4	0.207	0.297	0.484	0.711	9.488	11.143	13.28	14.86
5	0.412	0.554	0.831	1.145	11.07	12.832	15.09	16.75
6	0.676	0.872	1.237	1.635	12.59	14.449	16.81	18.55
7	0.989	1.239	1.69	2.167	14.07	16.013	18.48	20.28
8	1.344	1.646	2.18	2.733	15.51	17.535	20.09	24.96
9	1.735	2.088	2.7	3.325	16.92	19.023	21.67	23.59
10	2.156	2.558	3.247	3.94	18.31	20.483	23.21	25.19

11	2.603	3.053	3.816	4.575	19.68	21.92	24.73	26.76
12	3.074	3.571	4.404	5.226	21.03	23.337	26.22	28.3
13	3.565	4.107	5.009	5.892	22.36	24.736	27.69	29.82
14	4.075	4.66	5.629	6.571	23.69	26.119	29.14	31.32
15	4.601	5.229	6.262	7.261	25	27.488	30.58	32.8
16	5.142	5.812	6.908	7.962	26.3	28.845	32	34.27
17	5.697	6.408	7.564	8.672	27.59	30.191	33.41	35.72
18	6.265	7.015	8.231	9.39	28.87	31.526	34.81	37.16
19	6.884	7.633	8.907	10.117	30.14	32.852	36.19	38.58
20	7.434	8.26	9.591	10.851	34.41	34.17	37.57	40
21	8.034	8.897	10.283	11.591	32.67	35.479	38.93	41.4

Tabel 2.10: Lanjutan

Dk	α 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}
22	8.643	9.542	10.982	12.338	33.92	36.781	40.29	42.8
23	9.26	10.196	11.689	13.091	36.17	38.076	41.64	44.18
24	9.886	10.856	12.401	13.848	36.42	39.364	42.98	45.56
25	10.52	11.524	13.12	14.611	37.65	40.646	44.31	46.93
26	11.16	12.198	13.844	15.379	38.89	41.923	45.64	48.92
27	11.808	12.879	14.573	16.151	40.11	43.194	46.96	49.65
28	12.461	13.565	15.308	16.928	41.34	44.461	48.28	50.99
1	0.039	0.16	0.098	0.393	3.841	5.024	6.635	7.879

2.5.3. Waktu Konsentrasi (Tc)

Waktu konsentrasi untuk saluran air hujan daerah perkotaan terdiri dari waktu yang diperlukan oleh limpasan untuk mengalir dipermukaan tanah untuk mencapai saluran terdekat (To) dan waktu pengaliran dalam saluran ke titik yang dimaksud (Td) (M. Fahriza Hilmi, 2018). Dalam penelitian ini drainase yang akan di tinjau sepanjang 1170 m dibagi menjadi 4 titik tinjauan drainase yang diteliti di sebelah kanan dan kiri badan jalan. Maka untuk menghitung waktu konsentrasinya adalah sebagai berikut:

$$T_o = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right] 0.167 \quad (2.17)$$

$$T_d = \frac{L_s}{60 \times V} \quad (2.18)$$

$$T_c = T_o \text{ dan } T_d \quad (2.19)$$

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 2.9.

Tabel 2. 11 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 2.10.

Tabel 2. 12 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

Tabel 2.12:lanjutan

No	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
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
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
1	Saluran tanah, lurus teratur	0,017	0,020	0,023	0,025

2.5.4. 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 periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya (Suripin, 2004).

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

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \quad (2.20)$$

Dimana:

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

R₂₄ = curah hujan maksimum harian (selama 24 jam/mm)

2.5.5. Koefisien Limpasan (*Runoff*)

Dalam perencanaan drainase, bagian air hujan yang menjadi perhatian adalah aliran permukaan (surface runoff), sedangkan untuk pengendalian banjir tidak hanya aliran permukaan, tetapi limpasan (runoff). Limpasan adalah gabungan antar aliran permukaan, aliran-aliran yang tertunda pada cekungan-cekungan, dan aliran bawah permukaan (subsurface flow) (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. 13 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

2.5.6. Luas Daerah Pengaliran (A)

Batas-batas daerah pengaliran ditetapkan berdasarkan peta topografi, pada umumnya dalam skala 1 : 50.000 – 1 : 25.000. Jika luas daerah pengaliran 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).

2.5.7. Analisa Debit Rencana

Debit rencana adalah debit maksimum yang akan dialirkan oleh saluran drainase untuk mencegah terjadinya genangan. Untuk drainase perkotaan dan jalan raya, sebagai debit banjir maksimum tersebut 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:

$$Q = 0,278 CIA \quad (2.21)$$

Dimana:

C = koefisien limpasan air hujan

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

A = luas daerah pengaliran (km²)

Q = debit maksimum (m³ /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:

$$C_s = 2T_c / (2T_c + T_d) \quad (2.22)$$

Dimana:

C_s = Koefisien tampangan oleh cekungan terhadap debit rencana

T_c = Waktu konsentrasi (jam)

T_d = 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 Hidraulika

Zat cair dapat diangkat dari suatu tempat ke tempat lain melalui bangunan pembawa alamiah ataupun bantuan manusia. Bangunan pembawa ini dapat terbuka maupun tertutup bagian atasnya. Saluran yang tertutup bagian atasnya disebut saluran tertutup (closed conduits), sedangkan yang terbuka bagian atasnya disebut saluran terbuka (open channels). Sungai, saluran irigasi, selokan 35 merupakan saluran terbuka, sedangkan terowongan, pipa, aquaduk, goronggorong merupakan saluran tertutup (Suripin, 2004)

Menurut (Hilmi, 2018) Zat cair dapat diangkat dari suatu tempat ke tempat lain melalui bangunan pembawa alamiah ataupun bantuan manusia. Bangunan

pembawa ini dapat terbuka maupun tertutup bagian atasnya. Saluran yang tertutup bagian atasnya disebut saluran tertutup (closed conduits), sedangkan yang terbuka bagian atasnya disebut saluran terbuka (open channels). Sungai, saluran irigasi, selokan merupakan saluran terbuka, sedangkan terowongan, pipa, aquaduct, goronggorong merupakan saluran tertutup.

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 ($> 10 \text{ m}^3/\text{dt}$)

2.5.1. 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).

2.5.2. Saluran Terbuka

Menurut (Hilmi, 2018) Pada saluran terbuka terdapat permukaan air yang bebas, permukaanbebas ini dapat dipengaruhi oleh tekanan udara luar secara langsung. Kekentalan dan gravitasi mempengaruhi sifat aliran pada saluran terbuka. Saluran terbuka umumnya digunakan pada daerah yang:

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

Pers.2.23 sebagai berikut

$$Q = A.V \quad (2.23)$$

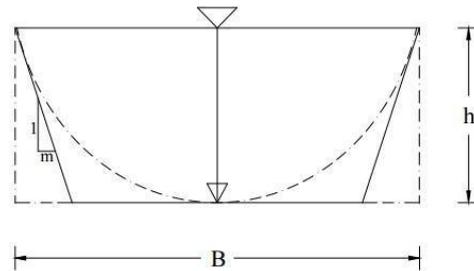
Kondisi debit aliran berfluktuasi sehingga perlu memperhatikan kecepatan aliran. Diupayakan agar pada saat debit pembuangan kecil masih dapat mengangkut sedimen, dan pada keadaan debit besar terhindar dari bahaya erosi.

2. Penampang saluran

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

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

Menurut (Hilmi, 2018) 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



Gambar 2. 8 Penampang Persegi Panjang (Suripin, 2004)

setengah dari kedalaman air.

Untuk penampang persegi panjang paling ekonomis dapat ditentukan menggunakan Pers.2.24,2.25 dan 2.26 sebagai berikut;

$$A = B \cdot h \quad (2.24)$$

$$P = B + 2h \quad (2.25)$$

$$B = 2h \text{ atau } H = \frac{B}{2} \quad (2.26)$$

Jari-jari hidrolis R dapat ditentukan menggunakan Pers.2.27 sebagai berikut;

$$R = \frac{A}{P} = \frac{B \cdot h}{B + 2h} \quad (2.27)$$

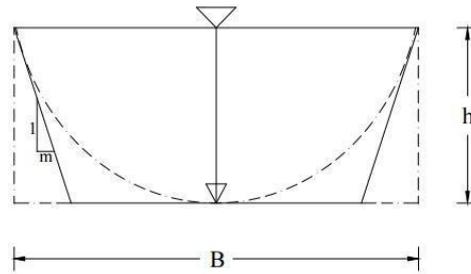
Penampang Saluran Trapesium Paling ekonomis:

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 pada gambar 2.9 dapat ditentukan menggunakan Pers. 2.28,2.29 dan 2.30 sebagai berikut.

$$A = (B + mh)h \quad (2.28)$$

$$P = B + 2h \quad (2.29)$$

$$B = P - 2h \quad (2.30)$$



Gambar 2. 9 Penampang Saluran Trapesium (Suripin, 2004)

X penampang trapesium paling ekonomis adalah jika kemiringan dindingnya m dapat ditentukan dengan Pers.2.31, 2.32 dan 2.33 sebagai berikut:

$$A = (b+mh)h(m^2) \quad (2.31)$$

$$P = B + 2h \sqrt{m^2 + 1}(m) \quad (2.32)$$

$$R = \frac{A}{P}(m) \quad (2.33)$$

2.5.3. Saluran Tertutup

Menurut (Hilmi, 2018) 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 gradient tekanan. Ketentuanketentuan mengenai aliran bagi saluran tertutup yang penuh adalah tiak berlaku pada saluran terbuka. Pendekatanyang digunakan di Indonesia dalam merancang drainase perkotaan masih menggunakan cara konvensional, yaitu dengan menggunakan saluran terbuka. Bila digunakan saluran yang ditahan dalam tanah biasanya berbentuk bulat atau persegi , maka diasumsikan saluran tersebut tidak terisi penuh (dalam arti tidak tertekan), sehingga masih dapat dipegunakan persamaan saluran terbuka. Saluran tertutup umumnya digunakan pada:

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

2.5.4. Dimensi Saluran

Menurut (Hilmi, 2018)Perhitungan dimensi saluran didasarkan pada debit harus ditampung oleh saluran (Q_s dalam m^3 / det) lebih besar atau sama dengan

debit rencana yang diakibatkan oleh hujan rencana (Q_s dalam m^3 / det). Kondisi demikian dapat dirumuskan dengan persamaan 2.34 berikut:

$$Q_s = Q_r \quad (2.34)$$

- Debit yang mampu ditampung oleh saluran (Q_s) dapat ditentukan dengan Pers. 2.35 seperti di bawah ini:

$$Q_s = A_s \cdot V \quad (2.35)$$

Dimana:

A_s = Luas penampang saluran (m^2)

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

- Kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran dapat ditentukan menggunakan rumus Manning dengan Pers. 2.36 dan Pers 2.37 seperti di bawah ini sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad (2.36)$$

$$R = \frac{A_s}{P} \quad (2.37)$$

Dimana:

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

N = koefisien kekaasaran Manning

R = Jari-jari hidrolis (m)

S = kemiringan dasar saluran

A_s = luas penampang saluran (m^2)

P = keliling basah saluran (m)

Nilai koefisien kekasaran Manning n , untuk gorong-gorong dan saluran pasangan dapat dilihat pada table 2.13 sebagai berikut:

Tabel 2. 14 Tipe saluran dan nilai kekasaran Manning (n) (Wesli, 2008)

Tipe Saluran	Koefisien Manning (n)
a. Baja	0,011-0,014
b. Baja Pemukaan Gelombang	0,021-0,030
c. Semen	0,010-0,013
d. Beton	0,011-0,015

e. Pasangan Batu	0,017-0,030
f. Kayu	0,010-0,014
g. Bata	0,011-0,015
h. Aspal	0,013

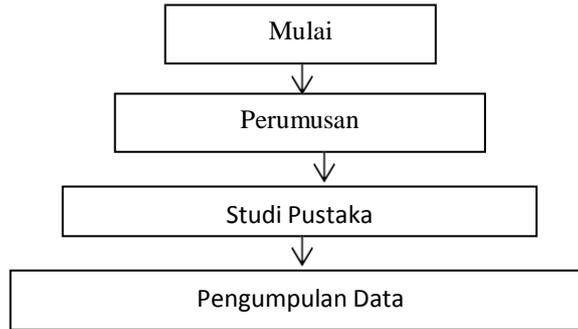
Tabel 2. 15 Nilai kemiringan dinding saluran sesuai bahan (ISBN : 970 – 8382 - 49-8)

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

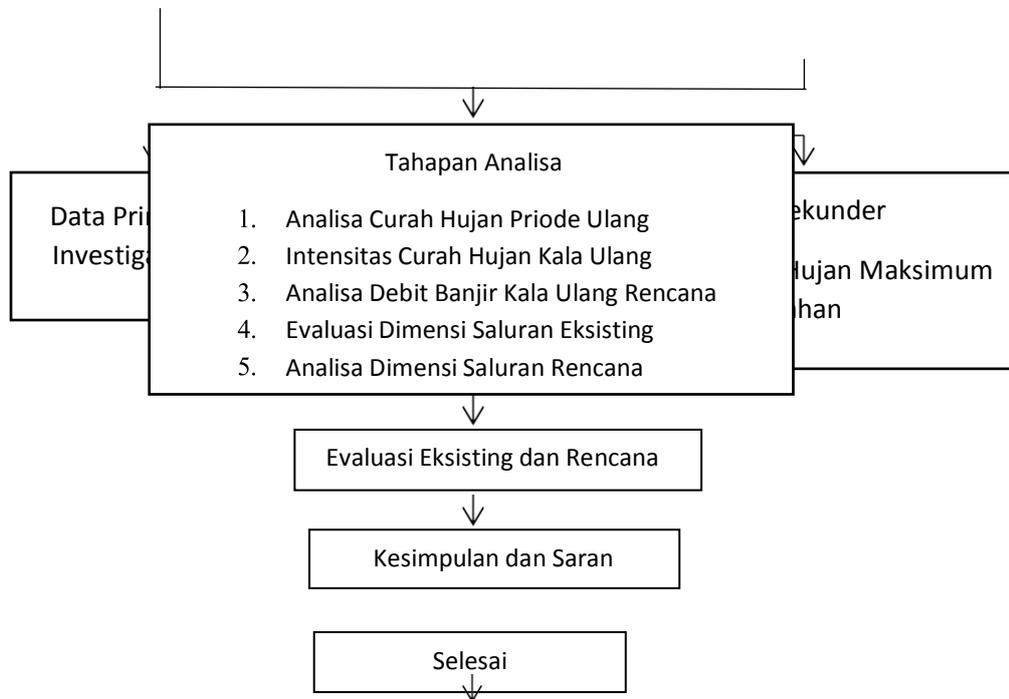
BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1 Bagan Alir

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



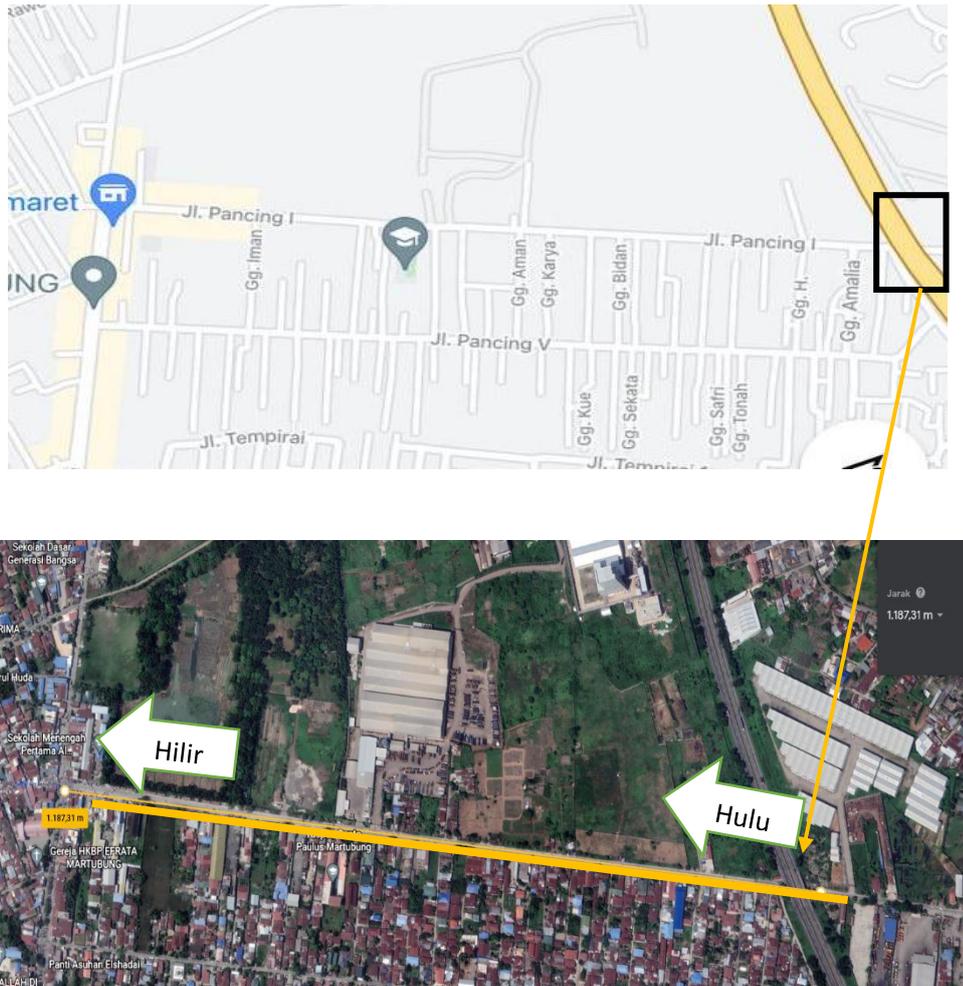
pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Bagan alir penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

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

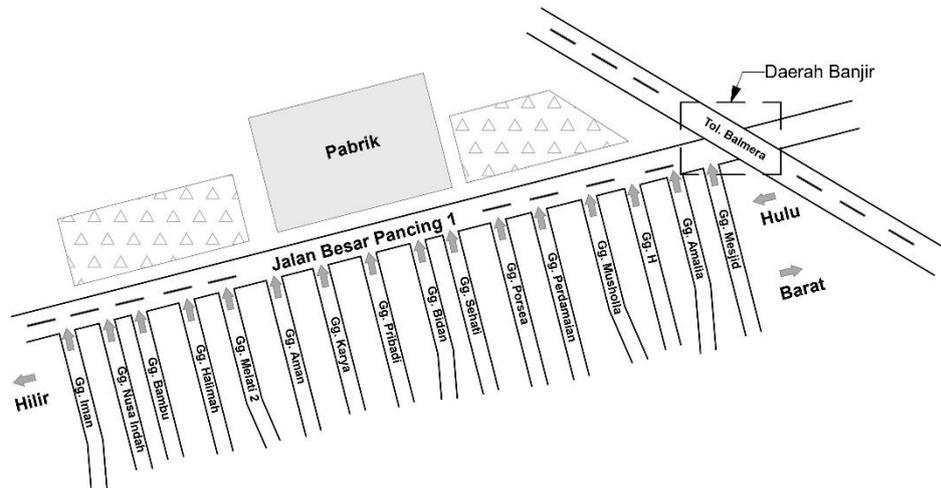


Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian

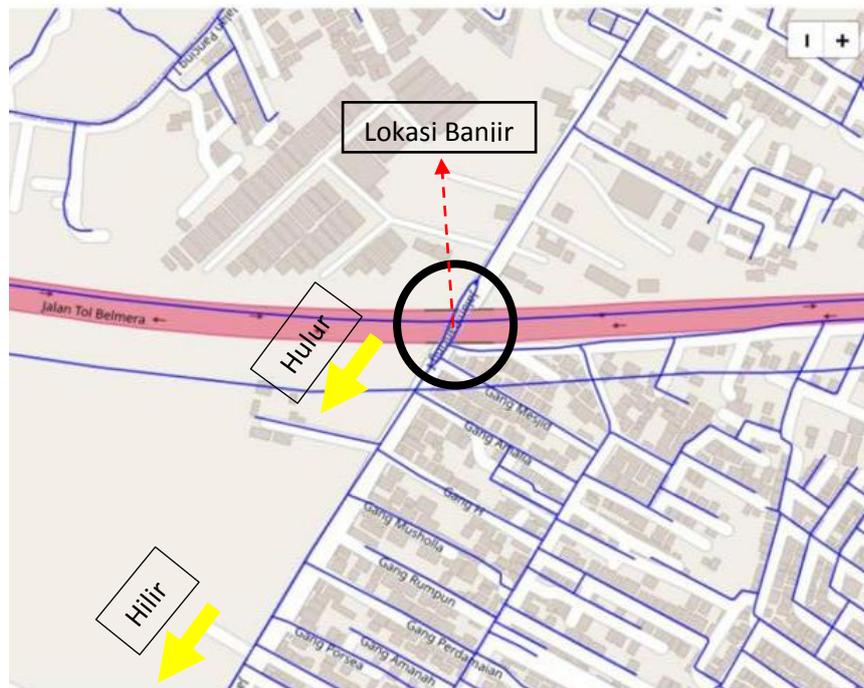
3.3 Kondisi Umum Lokasi Studi

Adapun Lokasi studi pada tugas akhir ini diambil pada area drainase di kawasan Kelurahan Besar, Kecamatan Medan Labuhan dikarenakan di wilayah ini rawan terjadi genangan air. Pada lokasi yang diberi tanda persegi pada gambar 3.3 ini rawan terjadi genangan banjir akibat tidak mempunyai saluran drainase

menampung air pada saat musim penghujan, ketinggian banjir dapat mencapai 20 centimeter dengan durasi surutnya ± 6 jam dan luas area genangan. Data mengenai curah hujan harian maksimum wilayah Kecamatan Medan Labuhan di kawasan Kelurahan Besar didapatkan melalui Stasiun Sampali.



Gambar 3. 3 Skema jaringan drainase



Gambar 3.4 Peta Banjir

3.4 Batas-batas Daerah

Secara umum administratif batas-batas lokasi studi yaitu meliputi

- Sebelah Barat : berbatasan dengan Kecamatan Medan Marelan
- Sebelah Timur : berbatasan dengan Kabupaten Deli Serdang
- Sebelah Selatan : berbatasan dengan Kecamatan Medan Deli
- Sebelah Utara : berbatasan dengan Kecamatan Medan Belawan

3.5 Letak Geografis dan Tata Guna Lahan

Dilihat dari segi geografis, Kelurahan Besar terletak didalam wilayah Kecamatan Medan Labuhan. Karena letaknya yang berbatasan dengan daerah-daerah lain sehingga pertumbuhan penduduk Kelurahan Besar sangat pesat dengan penyebaran penduduk merata disetiap daerahnya. Penggunaan tanah pada lokasi studi adalah sebagai berikut:

- Bangunan perumahan penduduk
- Bangunan pertokoan
- Bangunan pusat perbelanjaan
- Bangunan rumah ibadah
- Jalan beraspal

3.6 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.

3.7 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 2008 hingga 2017 yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Sampali.

3.7.1. 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.

3.7.2. Data Sekunder

Data sekunder hujan harian maksimum tahun 2008 hingga 2017 yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Sampali.

3.8 Pengolahan Data

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

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

3.8.1. Analisa Frekuensi Hujan

Distribusi frekuensi digunakan untuk memproses probailitas besaran curah hujan rencana dalam periode ulang. Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya, kala ulang (return period) adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Dalam hal ini tidak terkandung pengertian bahwa kejadian tersebut akan berulang teratur dalam kala ulang tersebut. Metode yang

dipakai nantinya harus ditentukan dengan melihat karakteristik distribusi hujan daerah setempat.

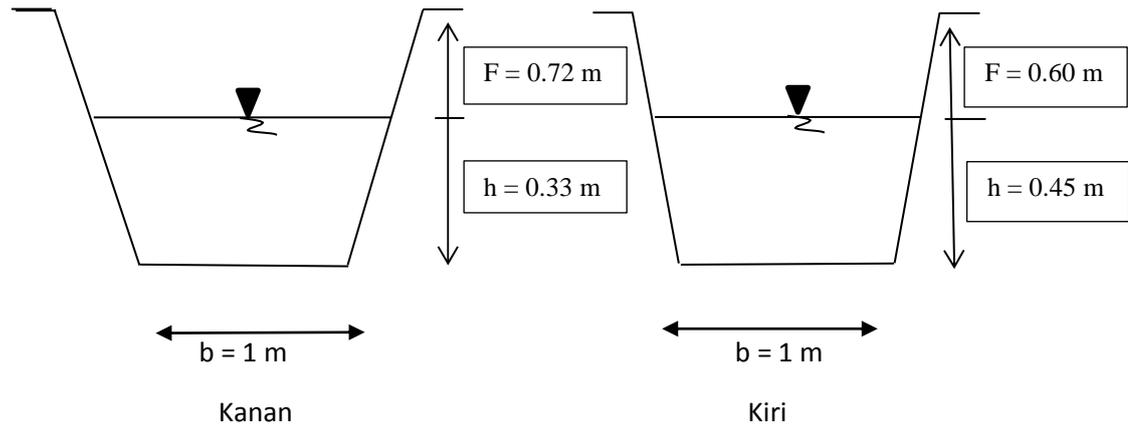
3.8.2. Analisa Debit Rencana

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 IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Primer

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



Gambar 4. 1 Penampang saluran drainase primer

Tabel 4. 1 Data hasil survei saluran prime

No	Saluran Primer	Ukuran Saluran			Panjang Saluran (Km)	Kondisi Eksisting Saluran
		b (meter)	F(meter)	h (meter)		
1	Kanan	1	0.72	0.33	1.19	PB disemen
2	Kiri	1	0.60	0.45	1.19	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)		
1	Gg. Mesjid	0.25	0.30	0.19	PB disemen
2	Gg. Amalia	0.35	0.30	0.19	PB disemen
3	Gg. H	0.25	0.30	0.19	PB disemen
4	Gg. Musholla	0.35	0.40	0.11	PB disemen

Tabel 4.2: lanjutan

No	Saluran Sekunder Kanan dan Kiri	Ukuran Saluran		Panjang Saluran (Km)	Kondisi Eksisting Saluran
		b (m)	h (m)		
5	Gg. Perdamaian	0.25	0.35	0.19	PB disemen
6	Gg. porsea	0.20	0.35	0.13	PB disemen
7	Gg. Sehati	0.25	0.30	0.19	PB disemen
8	Gg. Bidan	0.25	0.30	0.19	PB disemen
9	Gg. Pribadi	0.25	0.35	0.19	PB disemen
10	Gg. Karya	0.25	0.35	0.19	PB disemen
11	Gg. Aman	0.25	0.25	0.19	PB disemen
12	Gg. Melati 2	0.30	0.35	0.19	PB disemen
13	Gg. Halimah	0.30	0.35	0.19	PB disemen
14	Gg. Bambu	0.30	0.35	0.19	PB disemen
15	Gg. Nusa Indah	0.35	0.20	0.20	PB disemen
16	Gg. Iman	0.20	0.30	0.20	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 harian maksimum(Badan Klimatologi dan Geofisika)

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

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 :

➤ Distribusi Normal

Tahun	Curah Hujan (mm) (Xi)	(Xi - \bar{X})	(Xi - \bar{X}) ²
2008	76	-0,3	0,09
2009	87	10,7	114,49
2010	84	7,7	59,29
2011	60	-16,3	265,69
2012	97	20,7	428,49
2013	78	1,7	2,89
2014	70	-6,3	39,69
2015	69	-7,3	53,29
2016	69	-7,3	53,29
2017	73	-3,3	10,89
Jumlah	763		1028,10
\bar{X}	76,3		
S	1028,10		

Tabel 4. 4 Analisis curah hujan distribusi normal (Hasil penelitian)

Dari data-data di atas didapat:

$$\bar{X} = \frac{763}{10} = 76,3$$

$$\text{Devisi Standart (S)} = \sqrt{\frac{\sum(Xi - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1028,10}{9}} = 10,687$$

Perhitungan Analisis Curah hujan Rencana Dengan Distribusi Normal:

- Untuk T = 2 Tahun

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

$$\begin{aligned} X_T &= \bar{X} + (K_T \times S) \\ &= 76,3 + (0 \times 10,687) \\ &= 76,3 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Untuk T = 5 Tahun

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

$$\begin{aligned} X_T &= \bar{X} + (K_T \times S) \\ &= 76,3 + (0,84 \times 10,687) \end{aligned}$$

$$= 85,27 \text{ mm}$$

- Untuk T = 10 Tahun

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

$$\begin{aligned} X_T &= \bar{X} + (K_T \times S) \\ &= 76,3 + (1,28 \times 10,687) \\ &= 89,97 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Untuk T = 20 Tahun

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

$$\begin{aligned} X_T &= \bar{X} + (K_T \times S) \\ &= 76,3 + (1,64 \times 10,687) \\ &= 93,82 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Untuk T = 50 Tahun

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

$$\begin{aligned} X_T &= \bar{X} + (K_T \times S) \\ &= 76,3 + (2,05 \times 10,687) \\ &= 98,20 \end{aligned}$$

- Untuk T = 100 Tahun

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

$$\begin{aligned} X_T &= \bar{X} + (K_T \times S) \\ &= 76,3 + (2,33 \times 10,687) \\ &= 101,20 \text{ mm} \end{aligned}$$

No	Periode Ulang (T) Tahun	K_T	\bar{X}	S	Curah Hujan (X_T) (mm)
1	2	0	76,3	10,687	76,3
2	5	0.84	76,3	10,687	85,27
3	10	1.28	76,3	10,687	89,97
4	20	1.64	76,3	10,687	93,82
5	50	2.05	76,3	10,687	98,20
6	100	2.33	76,3	10,687	101,20

Tabel 4. 5 Analisa hasil curah hujan dengan distribusi normal

➤ Distribusi Log Normal

Data – data yang digunakan dalam perhitungan parameter statistic dengan sebaran logaritmatic dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Analisa hasil curah hujan dengan distribusi log normal

No	Curah Hujan (mm) Xi	Log Xi	Log X	$\frac{\text{Log Xi} - \text{Log } \bar{X}}{\text{Log } \bar{X}}$	$\left(\frac{\text{Log Xi} - \text{Log } \bar{X}}{\text{Log } \bar{X}}\right)^2$
1	76	1,88	1,88	0	0
2	87	1,93	1,88	0,05	0,0025
3	84	1,92	1,88	0,04	0,0016
4	60	1,77	1,88	-0,11	0,0121
5	97	1,98	1,88	0,1	0,01
6	78	1,89	1,88	0,01	0,0001
7	70	1,84	1,88	-0,04	0,0016
8	69	1,83	1,88	-0,05	0,0025
9	69	1,83	1,88	-0,05	0,0025
10	73	1,86	1,88	-0,02	0,0004
Jumlah	763	18,73	1,88		0,0333

Dari data-data di atas didapat:

$$\bar{X} = \frac{763}{10} = 76,3$$

$$\text{Devisi Standart (S)} = \sqrt{\frac{\text{Log}(Xi-X)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,0333}{10-1}} = 0.06$$

Perhitungan analisa curah hujan dengan Metode Distribusi Log Normal:

- Untuk T = 2 Tahun
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X}i + (K_T \times S)$
 $\text{Log } X^2 = 18,73 + (0 \times 0.06)$
 $= 18,73$
 $X^2 = 10^{18,73} = 5,37 \text{ mm}$
- Untuk T = 5 Tahun
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X}i + (K_T \times S)$
 $\text{Log } X^5 = 18,73 + (0.84 \times 0.06)$
 $= 18,78$
 $X^5 = 10^{18,78} = 6,02 \text{ mm}$
- Untuk T = 10 Tahun
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X}i + (K_T \times S)$
 $\text{Log } X^{10} = 18,73 + (1.28 \times 0.06)$
 $= 18,80$
 $X^{10} = 10^{18,80} = 6,30 \text{ mm}$

- Untuk T = 20 Tahun
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X}_i + (K_T \times S)$
 $\text{Log } X^{20} = 18,73 + (1,64 \times 0,06)$
 $= 18,82$
 $X^{20} = 10^{18,82} = 6,60 \text{ mm}$
- Untuk T = 50 Tahun
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X}_i + (K_T \times S)$
 $\text{Log } X^{50} = 18,73 + (2,05 \times 0,06)$
 $= 18,85$
 $X^{50} = 10^{18,85} = 7,07 \text{ mm}$
- Untuk T = 100 Tahun
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X}_i + (K_T \times S)$
 $\text{Log } X^{100} = 18,73 + (2,33 \times 0,06)$
 $= 18,86$
 $X^{100} = 10^{18,86} = 7,24 \text{ mm}$

Tabel 4. 7 Analisa curah hujan rencana dengan distribusi log normal

No	Periode ulang (T) tahun	K_T	Log X	Log S	Log X_T	Curah hujan (X_T)
1	2	0	18,73	0,04	18,73	5,37
2	5	0,84	18,73	0,04	18,78	6,02
3	10	1,28	18,73	0,04	18,80	6,30
4	20	1,64	18,73	0,04	18,82	6,60
5	50	2,05	18,73	0,04	18,85	7,07
6	100	2,33	18,73	0,04	18,86	7,24

➤ Distribusi Log Peson III

Tabel 4. 8 Analisa curah hujan dengan distribusi log person III

No	X	Log X_i	Log X	$\frac{\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X}}{\text{Log } \bar{X}}$	$\frac{\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X}}{\text{Log } \bar{X}^2}$	$\left(\frac{\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X}}{\text{Log } \bar{X}}\right)^3$
1	76	1,88	1,88	0	0	0
2	87	1,93	1,88	0,05	0,0025	0,000125
3	84	1,92	1,88	0,04	0,0016	0,000064
4	60	1,77	1,88	-0,11	0,0121	0,001331
5	97	1,98	1,88	0,1	0,01	0,001
6	78	1,89	1,88	0,01	0,0001	0,000001
7	70	1,84	1,88	-0,04	0,0016	0,000064

8	69	1,83	1,88	-0,05	0,0025	0.000125
9	69	1,83	1,88	-0,05	0,0025	0,000125
10	73	1,86	1,88	-0,02	0,0004	0,000008
Jumlah	763	18,73	1,88		0,0333	0,002843

Dari data-data di atas didapat:

$$\bar{X} = \frac{763}{10} = 76,3$$

$$\text{Deviasi Standart (S)} = S \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \text{Log}(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,0333}{10-1}} = 0,06$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien Kemencengan (Cs)} &= \frac{n \times \sum (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \\ &= \frac{10 \times 0,002843}{(10-1)(10-2)(0,06)^3} \\ &= 1,828 \end{aligned}$$

- Untuk T = 2 Tahun
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S)$
 $\text{Log } X^2 = 1,88 + (-0,282 \times 0,06)$
 $= 1,86$
 $X^2 = 10^{1,86} = 72,44 \text{ mm}$
- Untuk T = 5 Tahun
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S)$
 $\text{Log } X^5 = 1,88 + (0,643 \times 0,06)$
 $= 1,91$
 $X^5 = 10^{1,91} = 81,28 \text{ mm}$
- Untuk T = 10 Tahun
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S)$
 $\text{Log } X^{10} = 1,88 + (1,318 \times 0,06)$
 $= 1,95$
 $X^{10} = 10^{1,95} = 89,12 \text{ mm}$
- Untuk T = 20 Tahun
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S)$
 $\text{Log } X^{20} = 1,88 + (2,193 \times 0,06)$
 $= 2,01$
 $X^{20} = 10^{2,01} = 102,32 \text{ mm}$
- Untuk T = 50 Tahun
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S)$

$$\begin{aligned}\text{Log } X^{50} &= 1.88 + (2.848 \times 0.06) \\ &= 2.05 \\ X^{50} &= 10^{2.05} = 112,20 \text{ mm}\end{aligned}$$

- Untuk T = 100 Tahun
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S)$
 $\text{Log } X^{100} = 1.88 + (3.499 \times 0.06)$
 $= 2.08$
 $X^{100} = 10^{2.08} = 120,22 \text{ mm}$

NO	T	K	Log X	Log X_T	S	Curah Hujan (X_T) (mm)
1	2	-0.282	1,88	1.86	0.06	72.44
2	5	0.643	1,88	1.91	0.06	81.28
3	10	1.318	1,88	1.95	0.06	89.12
4	20	2.193	1,88	2.01	0.06	102.32
5	50	2.848	1,88	2.05	0.06	112.20
6	100	3.499	1,88	2.08	0.06	120.22

Tabel 4. 9 Analisa curah hujan rencan dengan distribusi log person iii

➤ Distribusi Gumbel

Tabel 4. 10 Analisa curah hujan dengan distribusi gumbel

No	Curah Hujan (mm) X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	76	-0,3	0.09
2	87	10,7	114,49
3	84	7,7	59,29
4	60	-16,3	265,69
5	97	20,7	428,49
6	78	1,7	2,89
7	70	-6,3	39,69
8	69	-7,3	53,29
9	69	-7,3	53,29
10	73	-3,3	10,89
Jumlah	763		1028,1
\bar{X}	76.3		

Dari data-data di atas didapat: $\bar{X} = \frac{763}{10} = 76.3$

$$\text{Devisi Standart (S)} = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1028.1}{9}} = 10.68$$

Menghitung logaritma curah hujan dengan distribusi Ej Gumbel

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

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

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9496$$

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

$$K = \frac{0,3668 - 0,4952}{0,9496} = -0,135$$

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

$$X_T = 76,3 + (-0,135 \times 10,68)$$

$$X_T = 74,85 \text{ mm}$$

Untuk periode ulang (T) 5 tahun dengan $Y_{TR} = 1,5004$ yaitu:

$$K = \frac{1,5004 - 0,4952}{0,9496} = 1,058$$

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

$$X_T = 76,3 + (1,058 \times 10,68)$$

$$X_T = 87,59 \text{ mm}$$

Untuk periode ulang (T) 10 tahun dengan $Y_{TR} = 2,2510$ yaitu:

$$K = \frac{2,2510 - 0,4952}{0,9496} = 1,848$$

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

$$X_T = 76,3 + (1,848 \times 10,68)$$

$$X_T = 96,03 \text{ mm}$$

Untuk periode ulang (T) 20 tahun dengan $Y_{TR} = 2,9709$ yaitu:

$$K = \frac{2,9709 - 0,4952}{0,9496} = 2,607$$

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

$$X_T = 76,3 + (2,607 \times 10,68)$$

$$X_T = 104,14 \text{ mm}$$

Untuk periode ulang (T) 50 tahun dengan YTR = 3,9028 yaitu:

$$K = \frac{3.9028 - 0.4952}{0.9496} = 3.588$$

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

$$X_T = 76.3 + (3.588 \times 10.68)$$

$$X_T = 114.61 \text{ mm}$$

Untuk periode ulang (T) 100 tahun dengan YTR = 4.6001 yaitu:

$$K = \frac{4.6001 - 0.4952}{0.9496} = 4.322$$

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

$$X_T = 76,3 + (4.322 \times 10.68)$$

$$X_T = 122,45 \text{ mm}$$

Tabel 4. 11 Analisa curah hujan rencana dengan distribusi gumbel

No	Periode ulang (T) tahun	Y _{TR}	Y _n	S _n	\bar{X}	S	Curah hujan (X _T)
1	2	0.3688	0.4952	0.9496	76.3	10.68	74.85
2	5	1.5004	0.4952	0.9496	76.3	10.68	87.59
3	10	2.2510	0.4952	0.9496	76.3	10.68	96.03
4	20	2.9709	0.4952	0.9496	76.3	10.68	104.14
5	50	3.9028	0.4952	0.9496	76.3	10.68	114.61
6	100	4.6001	0.4952	0.9496	76.3	10.68	122.45

Tabel 4. 12 Rekapitulasi analisa curah hujan rencana maksimum

No	Periode ulang (T) tahun	Normal	Log Normal	Log person III	Gumbel
1	2	76,3	5,37	72.44	74.85
2	5	85,27	6,02	81.28	87.59
3	10	89,97	6,30	89.12	96.03
4	20	93,82	6,60	102.32	104.14
5	50	98,20	7,07	112.20	114.61
6	100	101,20	7,24	120.22	122.45

Dari hasil analisa distribusi frekuensi hujan dengan berbagai metode, maka yang akan digunakan periode ulang 10 tahun distribusi Ej Gumbel yang paling ekstrim 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:

$$\begin{aligned} K &= 1 + 3,33 \text{ Log } n \\ &= 1 + 3,33 \text{ Log } 10 \\ &= 4,33 = 5 \end{aligned}$$

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

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

Distribusi Log Pearson Tipe III (Tabel)

$$\text{Log } X_r = 1,88$$

$$S_d = 0,06$$

$$\begin{aligned} \text{Log } R_T &= \text{Log } X_r + K + S_d \\ &= 1,88 + (-0,282) \times 0,06 \\ &= 1,86 \end{aligned}$$

$$R_T = 10^{1,86} = 72,44 \text{ mm}$$

Distribusi Ej Gumbel (Tabel)

$$\begin{aligned} X_n &= X_T + K \times S_d \\ &= 74,85 + (-0,135) \times 10,68 \\ &= 73,4 \end{aligned}$$

Tabel 4. 13 Kombinasi Priode Ulang Tahunan

No	Periode Ulang (T)	Distribusi Log Person Tipe III (mm)	Distribusi Ej Gumbel (mm)
1	2	72.44	74.85
2	5	81.28	87.59
3	10	89.12	96.03

4	20	102.32	104.14
5	50	112.20	114.61
6	100	120.22	122.45

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

Tabel 4. 14 Perbandingan Uji Distribusi Log Pearson III

No	Nilai Batas	F Pengamatan	F Teoritis	$(O_j - E_j)^2$	X^2
	Kelompok	O_j	E_j		
1	$72,44 > X_i > 81.28$	2	2	0	0,000
2	$81.28 > X_i > 89.12$	2	1	1	1,000
3	$89.12 > X_i > 102.32$	2	0	4	0,000
4	$102.32 > X_i > 112.20$	2	1	1	0,000
5	$112.20 > X_i > 120.22$	2	6	16	2,667
Jumlah		10	10		3,667

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

Tabel 4. 15 Perbandingan Uji Distribusi Ej Gumbel

No	Nilai Batas	F Pengamatan	F Teoritis	$(O_j - E_j)^2$	X^2
	Kelompok	O_j	E_j		
1	$74.85 > X_i > 87.59$	2	1	1	1,000
2	$87.59 > X_i > 96.03$	2	1	1	1,000
3	$96.03 > X_i > 104.14$	2	5	9	1,800
4	$104.14 > X_i > 114.61$	2	3	1	0,333
5	$114.61 > X_i > 122.45$	2	0	4	0,000
Jumlah		10	10		4,133

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

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 di daerah 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 berikut ini menyajikan standar desain saluran drainase berdasarkan pedoman Drainase Perkotaan dan Standar Desain Teknis.

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 Intesitas Curah Hujan

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

yang menyatakan hubungan antara intensitas dan lamanya curah hujan adalah sebagai berikut.

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

Dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

tc = Lamanya curah hujan (menit)

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

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

$$T_c = 0.0133Lx_i^{-0.6}$$

Dimana :

T_c = Waktu Konsentrasi

L = Panjang saluran

S = Kemiringan sungai

Lamanya curah hujan adalah :

$$T_c = 0.0133Lx_i^{-0.6}$$

$$T_c = 0.0133 \times 1.19 \times 0.003^{-0.6}$$

$$T_c = 0.5$$

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

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

$$I = \frac{74.85}{24} \times \frac{24^{2/3}}{0.08}$$

$$I = 139.76$$

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

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

$$I = \frac{87.59}{24} \times \frac{24^{2/3}}{0.08}$$

$$I = 163.55$$

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

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

$$I = \frac{96.03}{24} \times \frac{24^{2/3}}{0.08}$$

$$I = 179.31$$

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

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

$$I = \frac{74.85}{24} \times \frac{24^{2/3}}{0.25}$$

$$I = 65.38$$

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

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

$$I = \frac{87.59}{24} \times \frac{24^{2/3}}{0.25}$$

$$I = 76.51$$

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

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

$$I = \frac{96.03}{24} \times \frac{24^{2/3}}{0.25}$$

$$I = 83.88$$

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

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

$$I = \frac{74.85}{24} \times \frac{24^{2/3}}{0.5}$$

$$I = 41.19$$

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

$$\begin{aligned} I &= \frac{R}{24} \times \frac{24^{2/3}}{t_c} \\ I &= \frac{74.85}{24} \times \frac{24^{2/3}}{0.5} \\ I &= 41.19 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} I &= \frac{R}{24} \times \frac{24^{2/3}}{t_c} \\ I &= \frac{87.59}{24} \times \frac{24^{2/3}}{0.5} \\ I &= 48.20 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} I &= \frac{R}{24} \times \frac{24^{2/3}}{t_c} \\ I &= \frac{96.03}{24} \times \frac{24^{2/3}}{0.5} \\ I &= 52.84 \end{aligned}$$

Perhitungan intensitas hujan dengan menggunakan t_c 1 jam di periode 2 tahun:

$$\begin{aligned} I &= \frac{R}{24} \times \frac{24^{2/3}}{t_c} \\ I &= \frac{74.85}{24} \times \frac{24^{2/3}}{1} \\ I &= 25.94 \end{aligned}$$

Perhitungan intensitas hujan dengan menggunakan t_c 1 jam di periode 5 tahun:

$$\begin{aligned} I &= \frac{R}{24} \times \frac{24^{2/3}}{t_c} \\ I &= \frac{87.59}{24} \times \frac{24^{2/3}}{1} \\ I &= 30.36 \end{aligned}$$

Perhitungan intensitas hujan dengan menggunakan t_c 1 jam di periode 10 tahun:

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

$$I = \frac{96.03}{24} \times \frac{24^{2/3}}{1}$$

$$I = 33.29$$

Tabel 4. 17 Perhitungan Intensitas Curah Hujan

t (Jam)	R24		
	R 2	R 5	R 10
	74.85	87.59	96.03
0,08	139.76	163.55	179.31
0,25	65.38	76,51	83.88
0,5	41.19	48,20	52.84
1	25.94	30.36	33.29

4.5.1. Metode Rasional

Metode rasional digunakan karena luas di kawasan Kelurahan Besar adalah 6,0 km².

Luas chatcmen area drainase kawasan Kelurahan Besar Medan Labuhan adalah 0.06km. koefisien pengaliran (C) = 0,9 (jalan beton dan aspal).

Debit banjir rancangan untuk kala ulang 2 tahun adalah:

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

$$Q = 0,278 \times 0,9 \times 41.19 \times 0.06$$

$$Q = 0.618 \text{ m}^3/\text{detik.}$$

Tabel 4. 18 Perhitungan Q rencana pada kawasan Kelurahan Besar.

No	Periode		L (Km)	C	Tc (jam)	I	A (km)	Q (m ³ /det)
1	2	0.278	1.19	0.9	0.5	41.19	0.06	0.618
2	5	0.278	1.19	0.9	0.5	48,20	0.06	0.723
3	10	0.278	1.19	0.9	0.5	52.84	0.06	0.793

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 Besar dan saluran sekunder diartikan sebagai saluran yang berasal dari jalan kecil atau gang yang terhubung masuk ke dalam saluran primer.

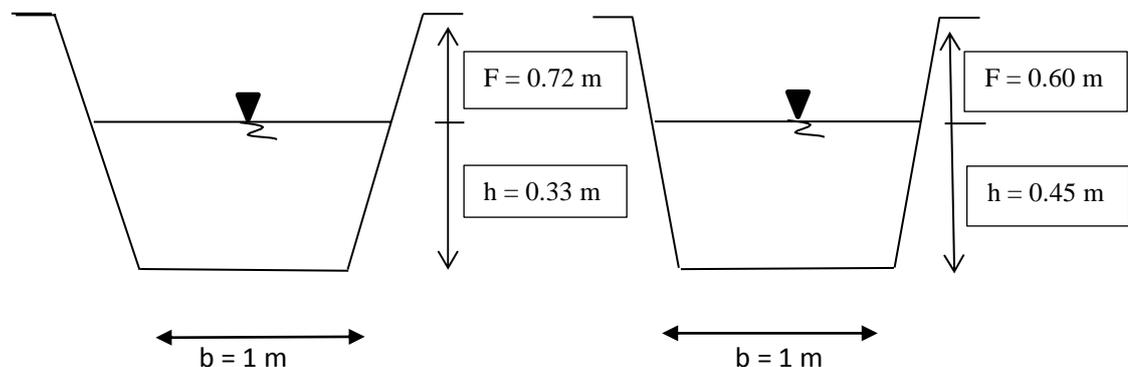
a. Saluran Primer

Tabel 4. 19 Hasil survei drainase Saluran Primer (SP) di kawasan Kelurahan

No	Saluran Primer	Ukuran Saluran			Panjang Saluran (Km)	Kondisi Eksisting Saluran
		b (meter)	m (%)	h (meter)		
1	Kanan	1	0.72	0.33	1.19	PB disemen
2	Kiri	1	0.60	0.45	1.19	PB disemen

Besar.

Dari hasil survei juga didapat bentuk dimensi saluran drainase dan dilihat pada gambar 4.2:



Kanan

Kiri

Gambar 4. 2 Penampang saluran drainase primer

Dimensi saluran primer sebelah kanan dan sebelah kiri.

Diketahui:

Luas permukaan (A) Kanan:

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

$$A = (1 + (0.72 \times 0,33)) \times 0,33$$

$$A = 0.40 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = 1 + 2 \times 0.33\sqrt{0.72^2 + 1}$$

$$P = 1.44 \text{ m}$$

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0.40}{1.44} = 0.27 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*)

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.13.

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

$$S = \frac{18.44 - 14.44}{1187} = 0.003$$

$$V = \frac{1}{0.025} \times 0.27^{2/3} \times 0.003^{1/2}$$

$$V = 0.91 \text{ m/detik}$$

Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0.91 \times 0.40$$

$$Q = 0.364 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

Luas permukaan (A) Kiri:

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

$$A = (1 + (0.60 \times 0,45)) \times 0,45$$

$$A = 0.57 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = 1 + 2 \times 0.45\sqrt{0.60^2 + 1}$$

$$P = 2.04 \text{ m}$$

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0.57}{2.04} = 0.28 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*)

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.13.

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

$$S = \frac{18.44 - 14.44}{1187} = 0.003$$

$$V = \frac{1}{0.025} \times 0.28^{2/3} \times 0.003^{1/2}$$

$$V = 0.93 \text{ m/detik}$$

Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0.93 \times 0.57$$

$$Q = 0.530 \text{ m}^3/\text{detik}$$

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 Besar.

No	Saluran	Q Tampung	Q Rencana Debit	Keterangan
----	---------	-----------	-----------------	------------

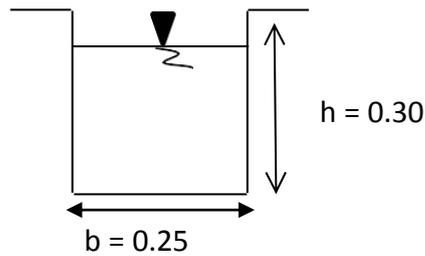
	Primer	Penampung m ³ /detik	Banjir			
			2 Tahun m ³ /detik	5 Tahun m ³ /detik	10 Tahun m ³ /detik	
1	Kanan	0.364	0.618	0.723	0.793	Tidak Aman
2	Kiri	0.530	0.618	0.723	0.793	TidakAman

b. Saluran Sekunder (kanan)

Tabel 4. 21 Hasil survei drainase Saluran Sekunder (SS) sebelah kanan di kawasan Kelurahan Besar.

No	Saluran Sekunder Kanan dan Kiri	Ukuran Saluran		Panjang Saluran (Km)	Kondisi Eksisting Saluran
		b (m)	h (m)		
1	Gg. Mesjid	0.25	0.30	0.19	PB disemen
2	Gg. Amalia	0.35	0.30	0.19	PB disemen
3	Gg. H	0.25	0.30	0.19	PB disemen
4	Gg. Musholla	0.35	0.40	0.11	PB disemen
5	Gg. Perdamaian	0.25	0.35	0.19	PB disemen
6	Gg. porsea	0.20	0.35	0.13	PB disemen
7	Gg. Sehati	0.25	0.30	0.19	PB disemen
8	Gg. Bidan	0.25	0.30	0.19	PB disemen
9	Gg. Pribadi	0.25	0.35	0.19	PB disemen
10	Gg. Karya	0.25	0.35	0.19	PB disemen
11	Gg. Aman	0.25	0.25	0.19	PB disemen
12	Gg. Melati 2	0.30	0.35	0.19	PB disemen
13	Gg. Halimah	0.30	0.35	0.19	PB disemen
14	Gg. Bambu	0.30	0.35	0.19	PB disemen
15	Gg. Nusa Indah	0.35	0.20	0.20	PB disemen
16	Gg. Iman	0.20	0.30	0.20	PB disemen

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase sekunder sebelah kanan dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Penampang Saluran Sekunder Gang Mesjid

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

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

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

Keliling Basah (P):

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

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

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

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,07}{0,8} = 0,087 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*)

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.13.

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

$$S = \frac{18,44 - 14,44}{1187} = 0,003$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,09^{2/3} \times 0,003^{1/2}$$

$$V = 0,43 \text{ m/detik}$$

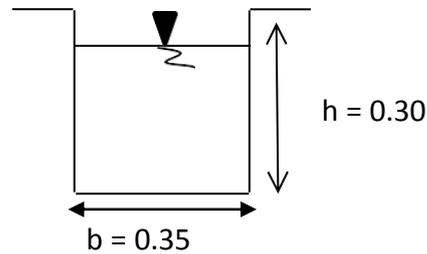
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,430 \times 0,07$$

$$Q = 0,030 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

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



Gambar 4. 4 Penampang Saluran Sekunder Gang Amalia

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

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

$$A = 0,10 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

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

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

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,10}{0,95} = 0,10 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*)

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.13.

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

$$S = \frac{18,44 - 14,44}{1187} = 0,003$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,10^{2/3} \times 0,003^{1/2}$$

$$V = 0,47 \text{ m/detik}$$

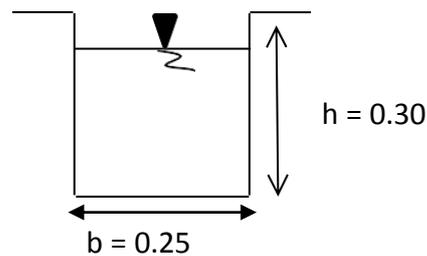
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,47 \times 0,10$$

$$Q = 0.047 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

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



Gambar 4. 5 Penampang Saluran Sekunder Gang H.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

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

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

Keliling Basah (P):

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

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

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

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0.07}{0.8} = 0.09 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*)

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.13.

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

$$S = \frac{18.44 - 14.44}{1187} = 0.003$$

$$V = \frac{1}{0.025} \times 0.09^{2/3} \times 0.003^{1/2}$$

$$V = 0.43 \text{ m/detik}$$

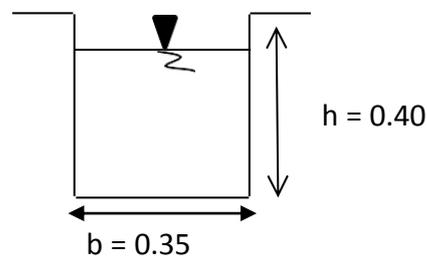
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0.43 \times 0.07$$

$$Q = 0.03 \text{ m}^3/\text{detik}$$

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



Gambar 4. 6 Penampang Saluran Sekunder Gang Musholla

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

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

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

Keliling Basah (P):

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

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

$$P = 1.15 \text{ m}$$

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0.14}{1.15} = 0.12 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*)

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.13.

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

$$S = \frac{18.44 - 14.44}{1187} = 0.003$$

$$V = \frac{1}{0.025} x 0.12^{2/3} x 0.003^{1/2}$$

$$V = 0.53 \text{ m/detik}$$

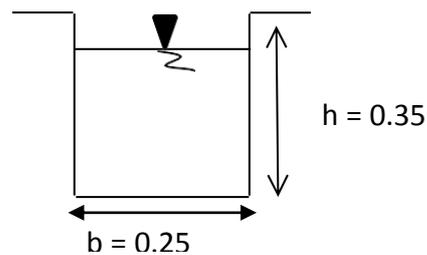
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0.53 \times 0.14$$

$$Q = 0.07 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

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



Gambar 4. 7 Penampang Saluran Sekunder Gang Perdamain

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

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

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

Keliling Basah (P):

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

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

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

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0.09}{0.95} = 0.09 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*)

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.13.

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

$$S = \frac{18.44 - 14.44}{1187} = 0.003$$

$$V = \frac{1}{0.025} \times 0.09^{2/3} \times 0.003^{1/2}$$

$$V = 0.43 \text{ m/detik}$$

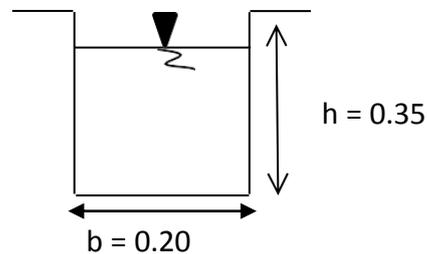
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0.43 \times 0.09$$

$$Q = 0.04 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

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



Gambar 4. 8 Penampang Saluran Sekunder Gang Porsea

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):

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

$$R = \frac{0.07}{0.9} = 0.08 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*)

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.13.

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

$$S = \frac{18.44 - 14.44}{1187} = 0.003$$

$$V = \frac{1}{0.025} \times 0.08^{2/3} \times 0.003^{1/2}$$

$$V = 0.41 \text{ m/detik}$$

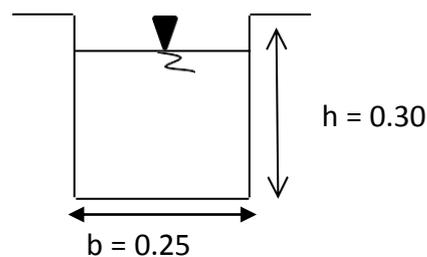
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0.41 \times 0.07$$

$$Q = 0.03 \text{ m}^3/\text{detik}$$

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



Gambar 4. 9 Penampang Saluran Sekunder Gang Sehati

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

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

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

Keliling Basah (P):

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

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

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

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,07}{0,8} = 0,087 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*)

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.13.

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

$$S = \frac{18,44 - 14,44}{1187} = 0,003$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,087^{2/3} \times 0,003^{1/2}$$

$$V = 0,430 \text{ m/detik}$$

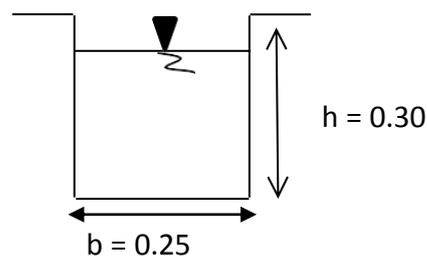
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,430 \times 0,07$$

$$Q = 0,030 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

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



Gambar 4. 10 Penampang Saluran Sekunder Gang Bidan

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

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

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

Keliling Basah (P):

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

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

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

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,07}{0,8} = 0,087 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*)

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.13.

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

$$S = \frac{18,44 - 14,44}{1187} = 0,003$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,087^{2/3} \times 0,003^{1/2}$$

$$V = 0,430 \text{ m/detik}$$

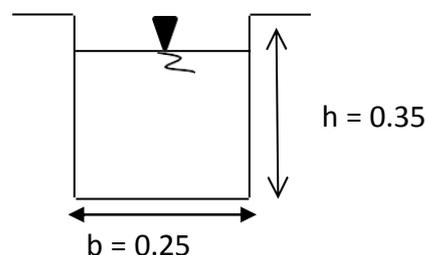
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,430 \times 0,07$$

$$Q = 0,030 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

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



Gambar 4. 11 Penampang Saluran Sekunder Gang Pribadi

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

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

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

Keliling Basah (P):

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

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

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

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,09}{0,95} = 0,09 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*)

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.13.

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

$$S = \frac{18,44 - 14,44}{1187} = 0,003$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,09^{2/3} \times 0,003^{1/2}$$

$$V = 0,43 \text{ m/detik}$$

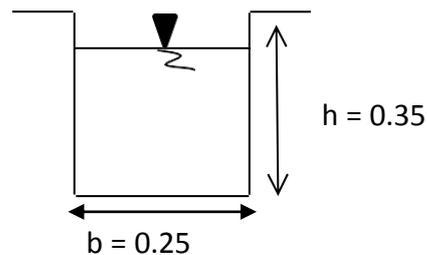
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,43 \times 0,09$$

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

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



Gambar 4. 12 Penampang Saluran Sekunder Gang Karya

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

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

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

Keliling Basah (P):

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

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

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

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,09}{0,95} = 0,09 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*)

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.13.

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

$$S = \frac{18,44 - 14,44}{1187} = 0,003$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,09^{2/3} \times 0,003^{1/2}$$

$$V = 0,43 \text{ m/detik}$$

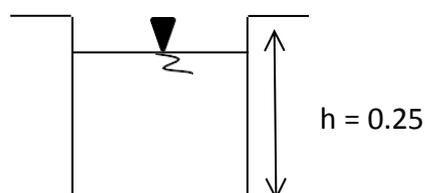
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,43 \times 0,09$$

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

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



$$\longleftrightarrow$$

$$b = 0.25$$

Gambar 4. 13 Penampang Saluran Sekunder Gang Aman

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

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

$$A = 0,06 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

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

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

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,06}{0,75} = 0,08 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*)

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.13.

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

$$S = \frac{18,44 - 14,44}{1187} = 0,003$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,08^{2/3} \times 0,003^{1/2}$$

$$V = 0,40 \text{ m/detik}$$

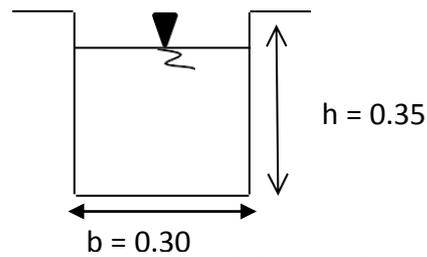
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,40 \times 0,06$$

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

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



Gambar 4. 14 Penampang Saluran Sekunder Gang Melati 2

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

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

$$A = 0,10 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

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

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

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0,10}{1} = 0,1 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*)

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.13.

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

$$S = \frac{18,44 - 14,44}{1187} = 0,003$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 1^{2/3} \times 0,003^{1/2}$$

$$V = 2.2 \text{ m/detik}$$

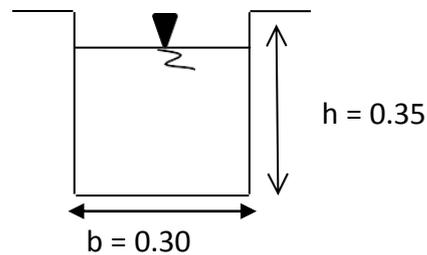
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 2.2 \times 0.10$$

$$Q = 0.22 \text{ m}^3/\text{detik}$$

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



Gambar 4. 15 Penampang Saluran Sekunder Gang Halimah

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

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

$$A = 0,10 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

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

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

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0.10}{1} = 0.1 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*)

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.13.

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

$$S = \frac{18.44 - 14.44}{1187} = 0.003$$

$$V = \frac{1}{0.025} \times 1^{2/3} \times 0.003^{1/2}$$

$$V = 2.2 \text{ m/detik}$$

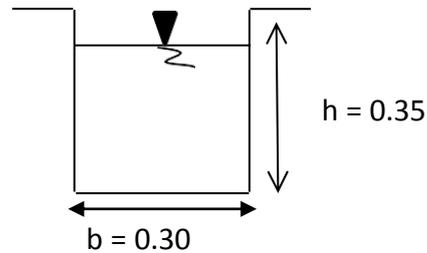
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 2.2 \times 0.10$$

$$Q = 0.22 \text{ m}^3/\text{detik}$$

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



Gambar 4. 16 Penampang Saluran Sekunder Gang Bambu

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

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

$$A = 0,10 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

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

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

Jari-jari Hidraulic (R):

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

$$R = \frac{0.10}{1} = 0.1 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*)

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.13.

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

$$S = \frac{18.44 - 14.44}{1187} = 0.003$$

$$V = \frac{1}{0.025} \times 1^{2/3} \times 0.003^{1/2}$$

$$V = 2.2 \text{ m/detik}$$

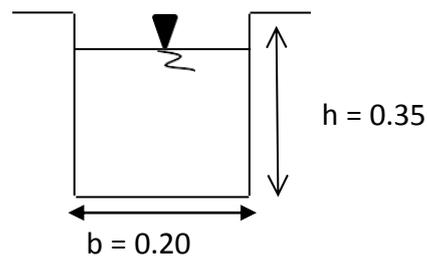
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 2.2 \times 0.10$$

$$Q = 0.22 \text{ m}^3/\text{detik}$$

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



Gambar 4. 17 Penampang Saluran Sekunder Gang Nusa Indah

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):

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

$$R = \frac{0.07}{0.9} = 0.08 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*)

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.13.

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

$$S = \frac{18.44 - 14.44}{1187} = 0.003$$

$$V = \frac{1}{0.025} \times 0.08^{2/3} \times 0.003^{1/2}$$

$$V = 0.41 \text{ m/detik}$$

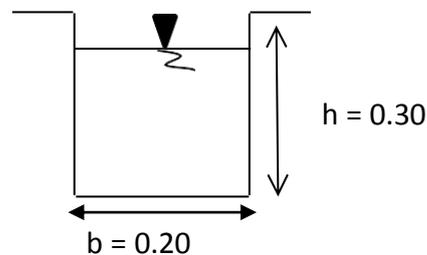
Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0.41 \times 0.07$$

$$Q = 0.03 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

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



Gambar 4. 18 Penampang Saluran Sekunder Gang Iman

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 0,20 \times 0,30$$

$$A = 0,06 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = (2 \times 0,30) + 0,20$$

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

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0.06}{0.8} = 0.07 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*)

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.13.

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

$$S = \frac{18.44 - 14.44}{1187} = 0.003$$

$$V = \frac{1}{0.025} \times 0.07^{2/3} \times 0.003^{1/2}$$

$$V = 0.37 \text{ m/detik}$$

Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0.37 \times 0.06$$

$$Q = 0.02 \text{ m}^3/\text{detik}$$

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

No	Saluran Sekunder (Kanan)	Q Tampung Penampung m ³ /detik	Q Rencana Debit Banjir			Keterangan
			2 Tahun m ³ /detik	5 Tahun m ³ /detik	10 Tahun m ³ /detik	
1	Gg. Mesjid	0.43	0.618	0.723	0.793	Tidak Aman
2	Gg. Amalia	0.05	0.618	0.723	0.793	Tidak Aman
3	Gg. H	0.09	0.618	0.723	0.793	Tidak Aman
4	Gg. Musholla	0.07	0.618	0.723	0.793	Tidak Aman

5	Gg. Perdamaian	0.04	0.618	0.723	0.793	Tidak Aman
6	Gg. Porsea	0.03	0.618	0.723	0.793	Tidak Aman

Tabel 4. 22 Perhitungan Q analisis tampungan penampung dan Q analisis rancangan debit banjir di Kawasan Kelurahan Besar.

Tabel 4.22: lanjutan

No	Saluran Sekunder (Kanan)	Q Tampung Penampung m ³ /detik	Q Rencana Debit Banjir			Keterangan
			2 Tahun m ³ /detik	5 Tahun m ³ /detik	10 Tahun m ³ /detik	
7	Gg. Sehati	0.03	0.618	0.723	0.793	Tidak Aman
8	Gg. Bidan	0.03	0.618	0.723	0.793	Tidak Aman
9	Gg. Pribadi	0.04	0.618	0.723	0.793	Tidak Aman
10	Gg. Karya	0.04	0.618	0.723	0.793	Tidak Aman
11	Gg. Aman	0.02	0.618	0.723	0.793	Tidak Aman
12	Gg. Melati 2	0.22	0.618	0.723	0.793	Tidak Aman
13	Gg. Halimah	0.22	0.618	0.723	0.793	Tidak Aman
14	Gg. Bambu	0.22	0.618	0.723	0.793	Tidak Aman
15	Gg, Nusa Indah	0.03	0.618	0.723	0.793	Tidak Aman
16	Gg. Iman	0.02	0.618	0.723	0.793	Tidak Aman

4.6.2. Perhitungan Perencanaan Kapasitas Tampungan Saluran Drainase

a. Saluran Primer

No	Saluran Primer	Ukuran Saluran			Panjang Saluran (Km)	Kondisi Eksisting Saluran
		b (m)	m (%)	h (m)		
1	Kanan	1	0.5	1	1.19	PB disemen

2	Kiri	1	0.5	1	1.19	PB disemen
---	------	---	-----	---	------	------------

Tabel 4. 23 Hasil perencanaan Saluran Primer (SP) di kawasan Kelurahan Besar

Dimensi saluran primer sebelah kanan dan sebelah kiri dibuat sama

Diketahui:

Luas permukaan (A) Kanan:

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

$$A = (1 + (0.5 \times 1)) \times 1$$

$$A = 1.5 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

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

$$P = 3.2 \text{ m}$$

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{1.5}{3.2} = 0.46 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*)

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.13.

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

$$S = \frac{18.44 - 14.44}{1187} = 0.003$$

$$V = \frac{1}{0.025} \times 0.46^{2/3} \times 0.003^{1/2}$$

$$V = 1.3 \text{ m/detik}$$

Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

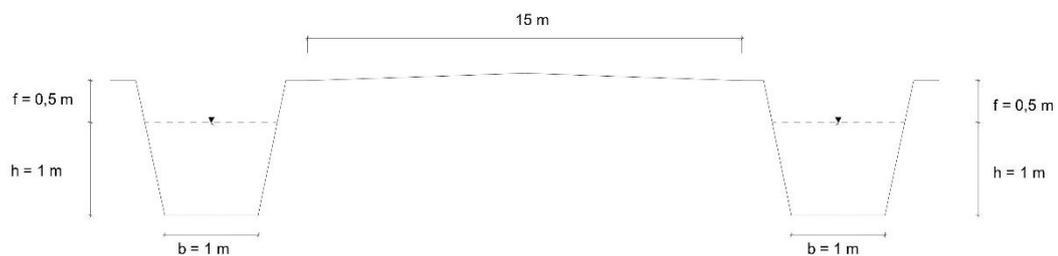
$$Q = 1.3 \times 1.5$$

$$Q = 1.95 \text{ m}^3/\text{detik}$$

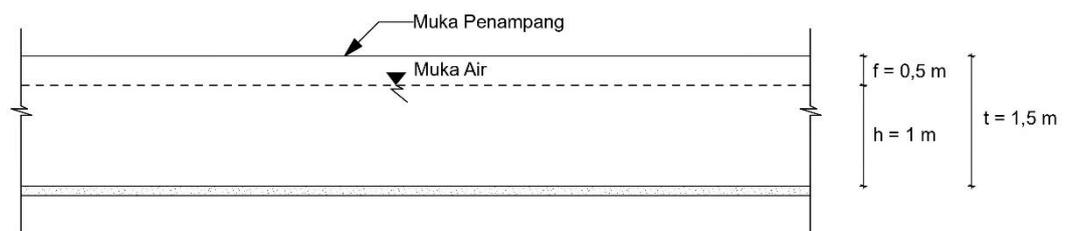
Dari hasil Q rencana debit banjir dan Q analisa tumpang penampang diatas dibuat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada tabel 4.24.

Tabel 4. 24 Perhitungan Q analisis tumpang penampang dan Q analisis rancangan debit banjir di kawasan Kelurahan Besar.

No	Saluran Primer	Q Tumpang Penampang m ³ /detik	Q Rencana Debit Banjir			Keterangan
			2 Tahun m ³ /detik	5 Tahun m ³ /detik	10 Tahun m ³ /detik	
1	Kanan	1.95	0.618	0.723	0.793	Aman
2	Kiri	1.95	0.618	0.723	0.793	Aman



Gambar 4. 19 Potongan melintang saluran rencana



Gambar 4. 20 Potongan memanjang saluran rencana

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

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

1. Dari hasil analisa distribusi frekuensi hujan dengan berbagai metode, maka yang akan digunakan periode ulang 10 tahun yaitu distribusi Ej Gumbel sehingga distribusi inilah yang mengevaluasi data selanjutnya.
2. Dari hasil perhitungan debit banjir rencana didapat:
 - Kala ulang 2 Tahun : 0.618 m³ /detik
 - Kala ulang 5 Tahun : 0.723 m³ /detik
 - Kala ulang 10 Tahun : 0.793 m³ /detik
3. Dari hasil survei didapat data dimensi saluran primer dengan lebar 1 m, tinggi 1,05 m dan dapat menampung debit banjir sebesar 0.53 m³ /detik.
4. Dari hasil analisi dapat direncanakan dimensi saluran drainase primer yang aman terhadap debit banjir yaitu dengan dimensi saluran yang memiliki lebar 1 meter, tinggi 1,5. Meter dan dapat menampung debit banjir sebesar 1.95 m³ /detik.
5. Dari hasil perhitungan dimensi saluran eksisting drainase primer dan sekunder pada kawasan Kelurahan Besar Kecamatan Medan Labuha pada periode 2, 5, dan 10 tahun tidak dapat menampung besarnya debit banjir rencana pada daerah penelitian.

5.2. Saran

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

DAFTAR PUSTAKA

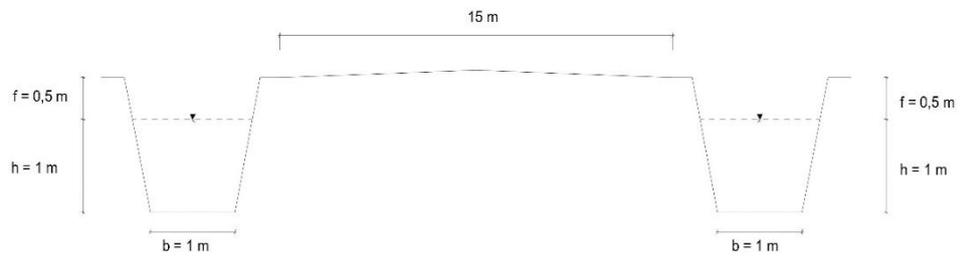
- , L.-, Kusumawardani, R.-, & Prakasa, F.-. (2017). Analisa Distribusi Curah Hujan di Area Merapi Menggunakan Metode Aritmatika Dan Poligon. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 19(1), 39–46. <https://doi.org/10.15294/jtsp.v19i1.9497>
- Budiarti et all, 2017. (2017). Upaya Mitigasi Banjir di Sub DAS Samin Melalui Pengembangan Masyarakat Tangguh Bencana. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 18(2), 241. <https://doi.org/10.29122/jtl.v18i2.962>
- Fathurrahman. (2020). Perencanaan Saluran Drainase Bawah Tanah di Desa Midang Kecamatan Gunung Sari, Kabupaten Lombok Barat. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Mataram
- Hilmi, M. F. (2018). *Analisis Sistem Drainase Untuk Menanggulangi Banjir Pada Kawasan Mapoldasu Medan*.
- Ir. Adiwijaya, P. (2016). *Modul perencanaan drainase permukaan jalan*.
- MAYRA, G. (2013). 濟無No Title No Title. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Mulyono, D. (2016). Analisis karakteristik curah hujan di wilayah Kabupaten Garut Selatan. *Jurnal Konstruksi*, 13(1), 1–9.
- Murtaningsih. (2019). Analisis Kinerja Saluran Drainase di Daerah Tangkapan Air Hujan Sepanjang Kali Pepe Anyar Kota Surakarta. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret
- Pahrul Razikin, Rosalina Kumulawati, D. A. (2018). *Strategi penanggulangan bencana banjir berdasarkan persepsi masyarakat di kecamatan barabai kabupaten sungai tengah*. 1(6), 11–21.
- Parse, F. A. (2019). PERENCANAAN SALURAN DRAINASE DENGAN ANALISIS DEBIT BANJIR METODE RASIONAL (Studi Kasus Desa Petapahan Kecamatan Gunung Toar). *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.

- Qodriyatun, S. N. (2020). Bencana Banjir: Pengawasan dan Pengendalian Pemanfaatan Ruang Berdasarkan UU Penataan Ruang dan RUU Cipta Kerja. *Aspirasi: Jurnal Masalah-Masalah Sosial*, 11(1), 29–42. <https://doi.org/10.46807/aspirasi.v11i1.1590>
- Raka Buana, M. Z., Hadiani, R. R. R., & Suryandari, E. S. (2018). Analisis Banjir Dengan Metode Muskingum Cunge Dan Sistem Informasi Geografis (Sig) Di Kelurahan Banyuanyar, Surakarta. *Matriks Teknik Sipil*, 6(4), 613–620. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v6i4.36534>
- Ramadhana, W. (2021). *Studi penanganan banjir pada kawasan kelurahan bandar selamat di jalan letda sujono (studi kasus)*.
- Sinaga, R. M., & Harahap, R. (2016). Analisis Sistem Saluran Drainase Pada Jalan Perjuangan Medan. *Educational Building*, 2(2), 41–49. <https://doi.org/10.24114/eb.v2i2.4494>
- Swandy, I. (2020). *Evaluasi Dimensi Saluran Drainase Pada Kawasan Kelurahan Tanah Enam Ratus Kecamatan Medan Marelan Kota Medan (Studi Kasus)*. <http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/4726>
- Untuk, D., Syarat, M., Sarjana, U., & Sipil, T. (2016). *TUGAS AKHIR NUGRAHA EVALUASI SISTEM DRAINASE DI KAWASAN JALAN KABUPATEN DELI SERDANG*.
- Yamali, F. R., Syakban, A., & Sugianto, E. (2019). Analisis Sistem Drainase Untuk Menanggulangi Banjir pada Kecamatan Jambi Timur. *Jurnal Civronlit Unbari*, 4(1), 10. <https://doi.org/10.33087/civronlit.v4i1.42>

LAMPIRAN

A. Gambar

Gambar L.1: Hasil survei dan inventaris bangunan dan saluran



B. Tabel

No	Periode		L (Km)	C	Tc (jam)	I	A (km)	Q (m ³ /det)
1	2	0.278	1.19	0.9	0.5	41.19	0.06	0.618
2	5	0.278	1.19	0.9	0.5	48,20	0.06	0.723
3	10	0.278	1.19	0.9	0.5	52.84	0.06	0.793

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

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

No	Saluran Primer	Q Tampung Penampung m ³ /detik	Q Rencana Debit Banjir			Keterangan
			2 Tahun m ³ /detik	5 Tahun m ³ /detik	10 Tahun m ³ /detik	
1	Kanan	1.95	0.618	0.723	0.793	Aman
2	Kiri	1.95	0.618	0.723	0.793	Aman

C. Foto Dokumentasi



Gambar L1: Saluran primer kanan



Gambar L2: Saluran primer kanan



Gambar L3: Saluran primer kiri



Gambar L4: Saluran primer kiri



Gambar L5: Genangan banjir dikawasan penelitian