

TUGAS AKHIR
EFEKTIVITAS SISTEM DRAINASE DALAM
MENGATASI GENANGAN
DI KAWASAN MT HARYONO, BINJAI UTARA

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

Disusun oleh:

NAUVAL HALIM

2207210177



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2026

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Nauval Halim
NPM : 2207210177
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Efektivitas Sistem Drainase Dalam Mengatasi
Genangan Di Kawasan MT Haryono, Binjai Utara
(Studi Kasus)
Bidang Ilmu : Transport

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

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 5 September 2026

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Randi Gunawan', written on a light-colored rectangular background.

Randi Gunawan, S.T., M.si

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Nauval Halim
NPM : 2207210177
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Efektivitas Sistem Drainase Dalam Mengatasi
Genangan Di Kawasan MT Haryono, Binjai Utara
(Studi Kasus)
Bidang Ilmu : Transport

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

Medan, 5 September 2026

Mengetahui dan Menyetujui Dosen Pembimbing



Randi Gunawan, S.T., M.Si

Dosen Pembimbing I



Yunita Pane, S.T., M.Si

Dosen Pembimbing II



Sayed Iskandar Muda, S.T., M.T

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Josef Hadipramana, S.T., M.Sc., Ph.D

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Nauval Halim

NPM : 2207210177

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:“Efektivitas Sistem Drainase Dalam Mengatasi Genangan Di Kawasan MT Haryono, Binjai Utara (Studi Kasus)”.

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya 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 orisiil dan otentik.

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

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

Medan, 5 September 2026

Saya yang menyatakan

A handwritten signature in black ink is written over a 10,000 Rupiah Indonesian postage stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '10000', 'METRISI', 'TEMPER', and the serial number '966AOX178329786'.

Nauval Halim
2207210177

ABSTRAK

EFEKTIVITAS SISTEM DRAINASE DALAM MENGATASI GENANGAN DI KAWASAN MT HARYONO, BINJAI UTARA (STUDI KASUS)

Nauval Halim

2207210177

Bapak Randi Gunawan S,T,M.Si

Permasalahan yang terjadi pada sistem drainase Kelurahan Damai Kecamatan Binjai Utara 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, tinggi genangan ± 30 cm, dan lamanya genangan ± 6 jam. Dari hasil survei lapangan didapat data-data saluran drainase eksisting yaitu, untuk drainase primer adalah lebar 1 meter, tinggi 1 meter dan panjang saluran 2.052 meter. Pada penelitian ini digunakan metode *Ej Gumbel* dari hasil analisa didapat nilai debit (Q) rancangan untuk kala ulang 2, 5 dan 10 tahun yaitu $Q_2 = 0,947 \text{ m}^3/\text{detik}$, $Q_5 = 2,331 \text{ m}^3/\text{detik}$, $Q_{10} = 3,258 \text{ m}^3/\text{detik}$, 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

***EFFECTIVENESS OF THE DRAINAGE SYSTEM IN ADDRESSING
INUNDATION
IN THE MT HARYONO AREA, NORTH BINJAI***

Nauval Halim
2207210177
Bapak Randi Gunawan S,T,M.Si

The drainage system in Damai Urban Village, North Binjai District, faces a recurring problem of water inundation, particularly during the rainy season. In several drainage channels—ranging from those within residential areas to main channels—heavy rainfall causes water to overflow, inundating settlements and roadways. The flood inundation covers a significant area, with a depth of approximately 30 cm and a duration of about 6 hours. Field surveys provided data on the existing drainage channels; specifically, the primary drainage channel measures 1 meter in width, 1 meter in height, and 2,052 meters in length. This study employed the Gumbel method for analysis, yielding design discharge (Q) values for 2-year 5- year and 10-year return periods of $Q_2 = 0.947 \text{ m}^3/\text{s}$ and $Q_5 = 2.331 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{10} = 3.258 \text{ m}^3/\text{s}$. respectively. The analysis indicates that the primary drainage channel is no longer capable of accommodating the discharge resulting from rainfall. Therefore, to resolve this flooding issue, it is necessary to restore the channel's functionality and increase its cross-sectional dimensions to handle higher discharge volumes, thereby preventing future flooding during the rainy season.

Keywords: Drainage, discharge, hydrological analysis, hydraulic analysis.

KATA PENGANTAR

Assalamua'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis ucapkan kepada ALLAH SWT berkat dan rahmatnya penulis dapat menyelesaikan skripsi penelitian pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Judul dari skripsi ini adalah “Efektivitas Sistem Drainase Dalam Mengatasi Genangan Di Kawasan MT Haryono, Binjai Utara”.

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak yang tidak bisa dinilai harganya. Untuk itu dalam kesempatan ini dengan ketulusan hati penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah bersedia membantu, memotivasi, membimbing dan mengarahkan selama penyusunan skripsi. Penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih sebesar-besarnya terutama kepada:

1. Bapak Randi Gunawan, S.T., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan memberi arahan serta meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Ibu Yunita Pane, S.T., M.Si., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah banyak memberikan bimbingan dan memberikan saran demi kelancaran penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Sayed Iskandar Muda, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah banyak memberikan bimbingan dan memberikan saran demi kelancaran penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Bapak Josef Hadipramana, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Assoc. Prof. Ir. Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Dekan di Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Dosen di Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman kepada saya.

8. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Teristimewa kepada Orang tua penulis yang selalu mendukung dan memberi doa, nasihat, dan kasih sayang kepada penulis.
10. Kepada Muhammad Alwi Alfalah, yang berandil dalam membantu dan memotivasi saat proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
11. Kepada teman-teman penulis, yang berandil besar dalam membantu memotivasi penulis saat proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
12. Sahabat-sahabat penulis yang lain, yang tidak bisa disebut satu-satu. Peran mereka yang besar dalam setiap proses hidup penulis terutama dalam masa-masa penulis menempuh pendidikan.

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

Medan, 5 September 2026

Penulis,

Nauval Halim

220721017

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang lingkup	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Umum	5
2.2 Drainase	6
2.5.1 Jenis – Jenis Drainase	7
2.5.2 Fungsi Drainase	8
2.5.3 Pola Jaringan Drainase	8
2.3 Analisis Hidrologi	10
2.5.1 Siklus Hidrologi	11
2.5.2 Curah Hujan Rencana	12
2.5.3 Metode Distribusi Normal	12
2.5.4 Metode Distribusi Gumbel	12
2.5.5 Metode Distribusi Log Pearson III	13
2.4 Uji Data	14
	ix

2.5.1	Uji Distribusi Frekuensi	14
2.5.2	Uji Chi-Square	14
2.5.3	Uji Smirnov – Kolmogorov	15
2.5.4	Intensitas Hujan	16
2.5.5	Waktu Konsetrasi (Tc)	17
2.5	Analisa Frekuensi/ kala ulang	18
2.5.1	Analisa Debit Rencana	18
2.5.2	Koefisien pengaliran	19
2.5.3	Koefisien Limpasan (<i>Runoff</i>)	20
2.6	Analisa Hidrolika	21
2.5.1	Saluran Terbuka	22
2.5.2	Saluran Tertutup	24
2.5.3	Dimensi Saluran	24
BAB 3 METODE PENELITIAN		26
3.1	Bagan Alir	26
3.2	Lokasi Penelitian	27
3.3	Kondisi Umum Lokasi Studi	28
3.4	Batas-batas Daerah	29
3.5	Letak Geografis dan Tata Guna Lahan	29
3.6	Jaringan Jalan dan Drainase	29
3.7	Pengumpulan Data	30
3.5.1	Data Primer	30
3.5.2	Data Sekunder	30
3.8	Pengolahan Data	30
3.5.1	Tahapan Analisa Perencanaan	31
3.5.2	Analisa Debit Rencana	31
BAB 4 HASIL PEMBAHASAN		32
4.1	Peta Jaringan Drainase Primer	32
4.2	Pola aliran Drainase	34
4.3	Data Primer	35
4.4	Data Curah Hujan	35
4.5	Analisis hidrologi	36

4.5.1	Analisis Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum	36
4.5.2	Uji Kecocokan Chi-Square	49
4.5.3	Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov	52
4.4	Intensitas Curah Hujan	53
4.5	Debit Banjir Rencana	57
4.6	Analisa Hidrolika	59
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		67
DAFTAR PUSTAKA		69
LAMPIRAN		71
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		76

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Koefisien pengaliran (C) (Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan, Direktorat Jakarta Bina Marga)	20
Tabel 4. 1 Data curah hujan harian maksimum(Badan Klimatologi dan Geofisika)	36
Tabel 4. 2 Analisis curah hujan distribusi normal (Hasil penelitian)	37
Tabel 4. 3 Analisa hasil curah hujan dengan distribusi normal	38
Tabel 4. 4 Analisa hasil curah hujan dengan distribusi log normal	39
Tabel 4. 5 Analisa curah hujan rencana dengan distribusi log normal	41
Tabel 4. 6 Analisa curah hujan dengan distribusi log person III	41
Tabel 4. 7 Analisa curah hujan rencan dengan distribusi log person III	43
Tabel 4. 8 Analisa curah hujan dengan distribusi gumbel	44
Tabel 4. 9 Analisa curah hujan dengan distribusi gumbel	47
Tabel 4. 10 Rekapitulasi analisa curah hujan rencana maksimum.	47
Tabel 4. 11 Parameter distribusi curah hujan	48
Tabel 4. 12 Kombinasi Periode Ulang Tahunan	50
Tabel 4. 13 Perbandingan Uji Distribusi Log Pearson III	51
Tabel 4. 14 Perbandingan Uji Distribusi Ej Gumbel	51
Tabel 4. 15 Rekap hasil uji kesesuaian data distribusi frekuensi hujan	52
Tabel 4. 16 Perhitungan uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov.	52
Tabel 4. 17 Perhitungan Intensitas Curah Hujan.	56
Tabel 4. 18 Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan (Suripin, Sistem Drainase yang Berkelanjutan : 241)	58
Tabel 4. 19 Perhitungan Q rencana pada kawasan Kelurahan Damai.	59
Tabel 4. 20 Hasil survei drainase Saluran Primer (SP) di kawasan Kelurahan Damai.	60
Tabel 4. 21 Perhitungan Q analisis tampung penampung dan Q analisis rancangan debit banjir di kawasan Kelurahan Damai.	62
Tabel 4. 22 Hasil perencanaan Saluran Primer (SP) di kawasan Kelurahan Damai	63
Tabel 4. 23 Perhitungan Q analisis tampung penampung dan Q analisis rancangan debit banjir di kawasan Kelurahan Damai.	65
Tabel L. 1 Perhitungan Q rencana pada kawasan Kelurahan Damai	71
Tabel L. 2 Perhitungan Q analisis tampung penampung dan Q analisis rancangan debit banjir di kawasan Kelurahan Damai.	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 2 Pola Jaringan Drainase Siku.	8
Gambar 2. 3 Pola Jaringan Drainase Paralel.	9
Gambar 2. 4 Pola Jaringan Drainase Grid Iron.	9
Gambar 2. 5 Pola Jaringan Drainase Alamiah.	9
Gambar 2. 6 Pola Jaringan Drainase Radial	10
Gambar 2. 7 Pola Jaringan Drainase Jaring-Jaring	10
Gambar 2. 8 Siklus Hidrologi (https://penapengajar.com/siklus-air/)	12
Gambar 2. 9 Penampang Persegi	23
Gambar 2. 10 Penampang Trapesium	24
Gambar 2. 11 Saluran Tertutup	24
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.	26
Gambar 3. 2 Peta Administrasi.	27
Gambar 3. 3 Peta Banjir	28
Gambar 4. 1 Peta Jaringan Drainase Primer.	32
Gambar 4. 2 Pola Aliran Drainase.	34
Gambar 4. 3 Data Hasil Survei Saluan Primer.	35
Gambar 4. 4 Penampang saluran drainase primer.	60
Gambar 4. 5 Potongan melintang saluran rencana.	66
Gambar 4. 6 Potongan memanjang saluran rencana.	66
Gambar L. 1 Hasil survei dan inventaris bangunan dan saluran.	71
Gambar L. 2 Saluran primer	74
Gambar L. 3 Saluran primer	74
Gambar L. 4 Genangan banjir dikawasan penelitian	75

DAFTAR NOTASI

X	= Nilai varian yang diharapkan terjadi
x	= Nilai rata-rata hitung curah hujan
S	= Standart deviasi
k	= Faktor frekuensi
Y_t	= Nilai reduksi varian dari variable yang diharapkan
Y_n	= Nilai rata-rata tergantung dari jumlah data (n)
S_n	= Deviasi standart dari reduksi varian nilai tergantung dari jumlah data (n)
K	= Jumlah kelas
N	= Banyaknya data
O_i	= Frekuensi pengamatan kelas
E_i	= Frekuensi teoritis kelas
D_k	= Derajat kebebasan
P	= Banyaknya parameter untuk Uji-Square
$P(X)$	= Peluang
M	= Nomor urut kejadian
$p/(X_m)$	= Peluang teoritis yang terjadi
I	= Intensitas hujan(mm/jam)
R_{24}	= Curah hujan maksimum harian dalam 24 jam (mm)
T	= Lamanya hujan (jam)
V	= Kecepatan rata-rata aliran didalam saluran (m/det)
n	= Koefisien kekasaran Manning
R	= Jari-jari hidrolis (m)
S	= Kemiringan dasar saluran
A_s	= Luas penampang saluran (m^2)
p	= Keliling basah saluran (m)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan pertumbuhan pesat wilayah perkotaan Kota Binjai, terutama di Kecamatan Binjai Utara, telah terjadi perubahan yang signifikan dalam tata guna lahan, pola pembangunan, dan kebutuhan infrastruktur perkotaan. Kawasan ini mengalami pembangunan permukiman, fasilitas umum, dan jaringan jalan yang cukup padat sebagai akibat dari meningkatnya jumlah penduduk dan aktivitas sosial ekonomi. Perubahan ini menimbulkan masalah besar bagi ketersediaan dan kinerja sistem infrastruktur kota, terutama sistem drainase perkotaan, yang berfungsi untuk mengalirkan air hujan dan mencegah genangan.

Salah satu jalan utama di Kecamatan Binjai Utara, Jalan MT Haryono, adalah salah satu daerah yang sering mengalami masalah dengan sistem drainase. Karena menjadi jalur utama antarkota dan pusat aktivitas ekonomi dan transportasi masyarakat, area ini memiliki tingkat aktivitas yang tinggi. Namun, setiap kali hujan dengan intensitas sedang hingga tinggi, area tersebut hampir selalu mengalami genangan air di beberapa tempat, terutama di daerah dengan elevasi rendah atau saluran yang tersumbat. Genangan air ini sering berlangsung cukup lama sebelum akhirnya surut, menunjukkan bahwa sistem drainase di daerah tersebut tidak berfungsi dengan baik.

Problem genangan air di wilayah MT Haryono menyebabkan banyak konsekuensi negatif. Dari perspektif transportasi, genangan memperlambat lalu lintas, menurunkan kecepatan kendaraan, dan meningkatkan risiko kecelakaan akibat jalan licin atau permukaan jalan yang rusak. Dari perspektif infrastruktur, genangan dapat mempercepat kerusakan lapisan aspal jalan, menyebabkan retakan, lubang, dan menurunkan umur layanan jalan. Untuk mengetahui seberapa efektif sistem drainase di wilayah Jalan MT Haryono, Binjai Utara, diperlukan kajian yang menyeluruh dan menyeluruh. Salah satu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kapasitas sistem drainase saat ini untuk menampung dan mengalirkan

debit air hujan dengan cara terbaik, serta untuk menemukan faktor-faktor yang berkontribusi pada genangan di wilayah tersebut. Metode perhitungan hidrologi dan hidrolika dapat digunakan untuk melakukan analisis ini. Metode ini mencakup membandingkan kapasitas saluran saat ini dengan debit limpasan yang sebenarnya dan meninjau kondisi fisik saluran di lokasi.

Oleh karena itu, penelitian yang disebut sebagai "Efektivitas Sistem Drainase dalam Mengatasi Genangan di Kawasan MT Haryono, Binjai Utara" menjadi sangat penting dan relevan untuk dilakukan. Diharapkan penelitian ini akan menjawab pertanyaan ilmiah saat ini, memberikan data dan informasi yang akurat tentang kondisi lapangan, dan membuat rekomendasi teknis untuk mengoptimalkan sistem drainase perkotaan di Kota Binjai, khususnya di area Jalan MT Haryono, yang merupakan pusat aktivitas masyarakat dan ekonomi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa saja penyebab terjadinya genangan di area Kawasan MT Haryono tersebut?
2. Apakah kapasitas eksisting sistem drainase mampu menampung debit air hujan dan genangan yang terjadi di Kawasan MT Haryono, Kecamatan Binjai Utara?
3. Apa upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efektivitas sistem drainase di Jalan MT Haryono?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari Tugas Akhir ini penulis ingin mendapatkan beberapa tujuan akhir, diantaranya:

1. Mengidentifikasi penyebab terjadinya genangan di kawasan MT Haryono.
2. Menganalisis dan evaluasi kapasitas sistem eksisting drainase di Kawasan MT Haryono, Kecamatan Binjai Utara.
3. Memberikan rekomendasi teknis perbaikan dan peningkatan sistem drainase di lokasi penelitian.

1.4 Ruang lingkup

Agar penelitian lebih terarah, maka diperlukan ruang lingkup/pembatasan masalah yang diantaranya sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian difokuskan pada Kawasan MT Haryono, Kecamatan Binjai Utara.
2. Analisis difokuskan pada saluran drainase primer dan sekunder yang berpengaruh langsung terhadap genangan di area penelitian.
3. Analisis hidrologi menggunakan data curah hujan harian maksimum dari stasiun terdekat selama 10 tahun terakhir.
4. Tidak membahas aspek sosial ekonomi secara mendalam, tetapi difokuskan pada aspek teknis hidrologi dan hidrolika.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Secara akademis, menjadi referensi dan bahan pembelajaran dalam bidang teknik sipil, khususnya mengenai analisis hidrologi dan sistem drainase perkotaan.
2. Secara praktis, memberikan masukan kepada Pemerintah Kota Binjai dalam penanganan masalah genangan dan perencanaan drainase yang lebih efektif.
3. Bagi masyarakat, hasil penelitian ini dapat membantu mengurangi dampak negatif genangan terhadap aktivitas ekonomi dan sosial di kawasan Jalan MT Haryono.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis menyesuaikan dengan sistematika yang telah ditetapkan sebelumnya, adapun sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam bab ini membahas tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini berisikan tentang teori yang berupa pengertian dan landasan teori dari penelitian sebelumnya dan metode metode perhitungan yang digunakan.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Dalam bab ini dapat diuraikan mengenai tahapan penelitian, tentang bagaimana penelitian dilaksanakan, teknik pengumpulan data, metode analisis.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini membahas tentang data hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini merupakan penutup yang berisikan tentang kesimpulan dan saran atas hasil penelitian yang sudah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Drainase atau pengatusan adalah pembuangan massa air secara alami atau buatan dari permukaan atau bawah permukaan dari suatu tempat. Pembuangan ini dapat dilakukan dengan mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Drainase merupakan suatu sistem untuk menyalurkan air hujan. Sistem ini mempunyai peranan yang sangat penting dalam menciptakan lingkungan yang sehat, apalagi di daerah yang berpenduduk padat seperti di perkotaan. Drainase juga merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya). Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas, dimana drainase merupakan suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta caracara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut. (Haikal & Siregar, 2021)

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)

Menurut (Budiarti et al., 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.

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

2.2 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 merencanakan saluran drainase, harus memperhatikan penggunaan lahan di sekitar daerah penangkapan air. Tujuannya adalah agar area sekitar saluran drainase tetap kering meskipun terjadi air berlebih, sehingga air permukaan dapat terkontrol dan tidak mengganggu warga masyarakat. Dalam pembahasan lebih lanjut, fokus akan diberikan pada drainase perkotaan karena drainase di wilayah

perkotaan lebih rumit. Genangan air dapat mengganggu masyarakat dalam beraktivitas ekonomi. Banjir atau genangan yang terjadi biasanya disebabkan oleh beberapa faktor, tetapi faktor utamanya adalah perubahan penggunaan lahan dan ukuran saluran drainase yang tidak memenuhi standar. Sistem drainase adalah upaya untuk mengurangi atau mengalirkan kelebihan air di suatu wilayah atau lahan, sehingga lahan dapat digunakan secara optimal.

2.5.1 Jenis – Jenis Drainase

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

1. Drainase menurut sejarah terbentuknya
 - a. 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.

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

2. Drainase menurut konstruksinya
 - a. Saluran terbuka Saluran terbuka lebih cocok untuk drainase air hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup, ataupun untuk drainase air non-hujan yang tidak membahayakan kesehatan atau mengganggu lingkungan.
 - b. Saluran tertutup Saluran yang pada umumnya sering dipakai untuk aliran air kotor (air yang mengganggu kesehatan atau lingkungan) atau untuk saluran yang terletak di tengah kota.

2.5.2 Fungsi Drainase

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

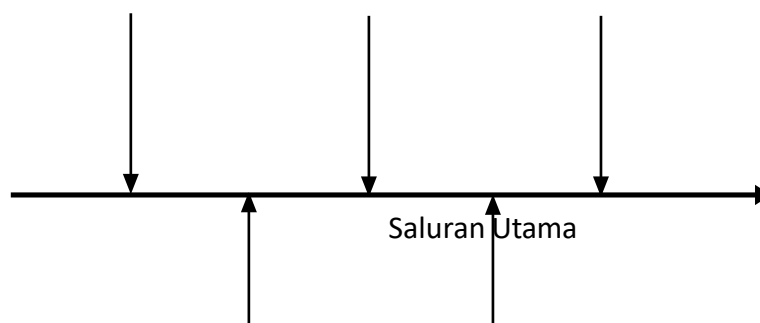
- a. Untuk mengalirkan genangan air atau banjir ataupun air hujan dengan cepat dari permukaan jalan.
- b. Untuk mencegah aliran air yang berasal dari daerah lain atau daerah di sekitar jalan yang masuk ke daerah perkerasan jalan
- c. Untuk mencegah kerusakan jalan dan lingkungan yang diakibatkan oleh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

2.5.3 Pola Jaringan Drainase

Menurut Wesli (2008), sistem jaringan drainase terdiri atas beberapa saluran yang berhubungan sehingga membentuk suatu pola jaringan. Dari bentuk jaringan dapat dibedakan sebagai berikut ;

Suatu pola dimana cabang membentuk siku-siku pada saluran utama biasanya dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai di mana sungai merupakan saluran pembuang utama berada di tengah kota.

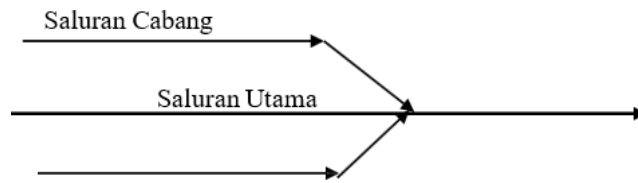
Pola siku Suatu pola dimana cabang membentuk siku-siku pada saluran utama biasanya dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai di mana sungai merupakan saluran pembuang utama berada di tengah



Gambar 2. 1 Pola Jaringan Drainase Siku.

1. Pola paralel

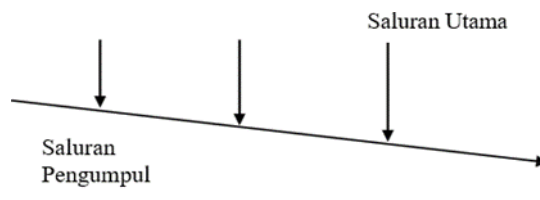
Suatu pola di mana saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang yang pada bagian akhir saluran cabang dibelokkan menuju saluran utama. Pada pola paralel saluran cabang cukup banyak dan pendek-pendek.



Gambar 2. 2 Pola Jaringan Drainase Paralel.

2. Pola grid iron

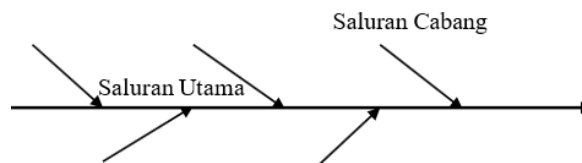
Merupakan pola jaringan drainase di mana sungai terletak di pinggiran kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul kemudian dialirkan pada sungai.



Gambar 2. 3 Pola Jaringan Drainase Grid Iron.

3. Pola alamiah

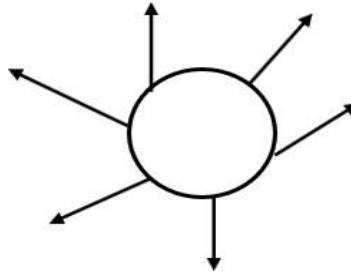
Suatu pola jaringan drainase yang hampir sama dengan pola siku, dimana sungai sebagai saluran utama berada di tengah kota namun jaringan saluran cabang tidak selalu berbentuk siku terhadap saluran utama (sungai).



Gambar 2. 4 Pola Jaringan Drainase Alamiah.

4. Pola radial

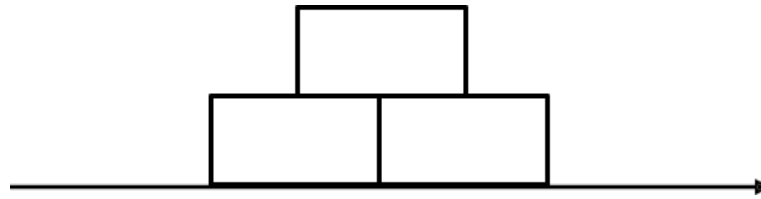
Pola jaringan drainase yang mengalirkan air dari pusat sumber air memencar ke berbagai arah, pola ini sangat cocok digunakan pada daerah yang berbukit.



Gambar 2. 5 Pola Jaringan Drainase Radial

5. Pola jaring-jaring

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



Gambar 2. 6 Pola Jaringan Drainase Jaring-Jaring

2.3 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.

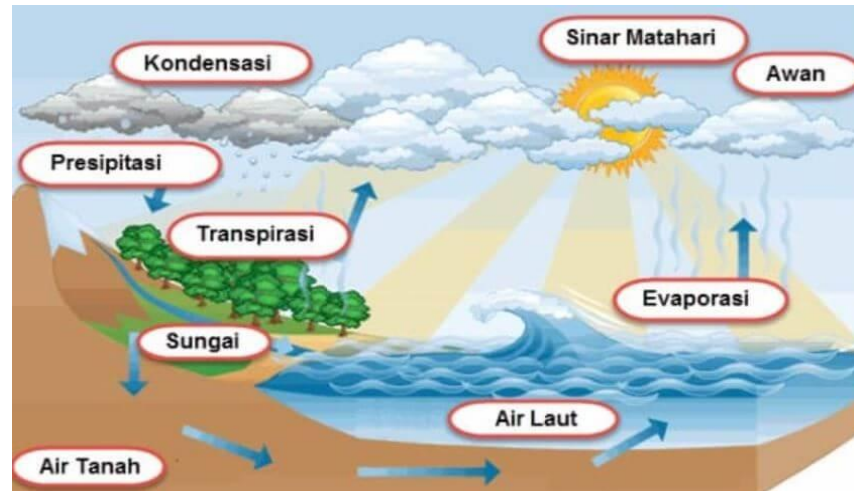
Analisa hidrologi merupakan kajian tentang pergerakan, distribusi, dan sifat air di permukaan maupun di bawah permukaan tanah termasuk interaksi dengan

atmosfer dan lingkungan sekitarnya. Analisa ini menjadi dasar dalam perencanaan dan desain sistem drainase dan pengendalian banjir (Sutopo, 2020).

Analisa hidrologi merupakan salah satu bentuk analisa yang dipakai di dalam menentukan besaran hujan dan debit banjir rencana kala ulang. Analisa ini juga sering dipakai pada perhitungan perencanaan drainase, irigasi dan bangunan air lainnya (Wandra, 2022). Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari seluk beluk air, kejadian dan distribusinya, sifat alami dan sifat kimianya, serta reaksinya terhadap kebutuhan manusia. 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.

2.5.1 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 (<https://penapengajar.com/siklus-air/>)

2.5.2 Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana merupakan prediksi terjadinya curah hujan ekstrem yang terjadi pada periode ulang tertentu. Adapun metode yang dipakai diantaranya:

2.5.3 Metode Distribusi Normal

Rumusan yang dipakai adalah :

$$X = \bar{X} + k \cdot S \quad (2.1)$$

Dimana:

$\bar{X}$ = nilai varian yang diharapkan terjadi

$\bar{X}$ = Nilai rata-rata hitung curah hujan

S = Standart deviasi

k = Faktor frekuensi,

2.5.4 Metode Distribusi Gumbel

Rumusan yang dipakai adalah :

$$X = \bar{X} + k \cdot S \quad (2.2)$$

$$K \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \quad (2.3)$$

$$Y_t = -\ln \left[-\ln \left(\frac{T-1}{T} \right) \right] \text{ untuk } T > 20, \text{ maka } Y_t = \ln T \quad (2.4)$$

Dimana:

X = nilai varian yang di harapkan terjadi

X = nilai rata-rata hitung varian

S = Standar deviasi

Yt = nilai reduksi varian dari variable yang diharapkan

Yn = nilai rata- rata tergantung dari jumlah data (n)

Sn = deviasi standart dari reduksi varian nilai tergantung dari jumlah data (n)

2.5.5 Metode Distribusi Log Pearson III

Untuk menghitung curah hujan rencana dalam periode ulang tertentu dengan metode distribusi log person III dapat melalui prosedur perumusan untuk menentukan kurva distribusi Log Pearson III dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Ubah data ke dalam bentuk logaritmis

$$X = \log X \quad (2.5)$$

2. Hitung harga rata – rata

$$\text{Log}X = \frac{\sum \log X}{n} \quad (2.6)$$

3. Hitung nilai simpanan baku

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\log x - \log x)^2}{n-1}} \quad (2.7)$$

4. Hitung nilai koefisien kemencengan

$$C_s = \frac{n \sum (\log x - \log x)^3}{(n-1)(n-2)(s)^3} \quad (2.8)$$

5. Hitung logaritma hujan dan banjir dengan periode ulang T dengan rumus :

$$\text{Log } X = \log X + k (S \log X) \quad (2.9)$$

Dimana K adalah variable standar (standardized variable) untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan (Cs).

2.4 Uji Data

2.5.1 Uji Distribusi Frekuensi

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering dipakai adalah Chi-Square dan 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 χ^2 . Parameter χ^2 dapat dihitung dengan rumus: (Ramadhana, 2021)

1. Menghitung jumlah kelas dengan pers. 2.10 :

$$k = 1 + 3.33 \log n \quad (2.10)$$

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 2.11

$$\chi^2_h = \sum_{i=1}^n \frac{n}{E_i} \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (2.11)$$

Dengan :

χ^2_h = Parameter Chi kuadrat terhitung

G = Jumlah kelas

O_i = Frekuensi pengamatan kelas

E_i = Frekuensi teoritis kelas

6. Menentukan c_r dari tabel dengan menentukan taraf signifikan (α) dan derajat kebebasan (D_k) dengan menggunakan persamaan (2.12) :

Dimana

D_k = derajat kebebasan

K = jumlah kelas

P = banyaknya parameter untuk Uji-Square adalah 2

Menyimpulkan hasil dari tabel perhitungan $< c_r$ maka distribusi terpenuhi apabila nilai hitung $> c_r$ maka distribusi tidak terpenuhi.

2.5.3 Uji Smirnov – Kolmogorov

Uji Smirnov–Kolmogorov sering juga disebut uji kecocokan non parametik (non parametric test). Karena pengujian tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedur Uji Smirnov–Kolmogorov adalah

1. Urutkan data pengamatan (dari data terbesar sampai yang terkecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang masing-masing data tersebut.

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2)$$

$$X_m = P(X_m)$$

$$X_n = P(X_n)$$

$$P(X_n) = \text{dan } P(X_m) = 1 - P(X_i) \quad (2.13)$$

Dimana :

$P(X)$ = Peluang

M = Nomor urut kejadian

n = Jumlah data

2. Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dan hasil penggambaran data (persamaan distribusi).

$$X_1 = P'(X_1)$$

$$X_2 = P'(X_2)$$

$$X_m = P'(X_m)$$

$$X_n = P'(X_n)$$

$$F(t) = \frac{x - \bar{x}}{sd} \text{ dan } P'(X_i) = 1 - P'(X_m) \quad (2.14)$$

Dimana :

$P/(X_m)$ = Peluang teoritis yang terjadi

X = Curah hujan harian

$\bar{X}$ = Curah hujan rata-rata

(t) = Distribusi normal standard

3. Tentukan selisih terbesar dari peluang pengamatan dengan peluang teoritis dari kedua nilai peluang tersebut.

$$D_{maks} = [P(X_m) - P'(X_m)] \quad (2.15)$$

4. Tentukan harga D_0 berdasarkan table nilai kritis Smirnov – Kolmogorov.

2.5.4 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.2.4 sebagai berikut:

$$I_1 = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2.16)$$

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 sebagai berikut:

$$I_1 = \frac{a}{t \times b} \quad (2.17)$$

Dimana :

I_1 = Intesitas hujan (mm/jam)

T = Lamanya hujan (jam)

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

2.5.5 Waktu Konsetrasi (T_c)

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). Maka untuk menghitung waktu konsentrasinya dapat ditentukan menggunakan Pers. 2.18 Pers. 2.19 dan Pers. 2.20 di bawah ini:

Waktu konsentrasi :

$$T_o = (2/3 \times 3,28 \times l \times n / (\sqrt{S})) \quad (2.18)$$

$$T_d = l_s / (60 \times v) \quad (2.19)$$

$$T_c = T_o \text{ dan } T_d \quad (2.20)$$

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)

2.5 Analisa Frekuensi/ kala ulang

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

Berdasarkan pengalaman yang ada, penggunaan periode ulang digunakan untuk perencanaan wasli 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).

2.5.1 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).

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

- Luas lahan diperkotaan relatif terbatas apabila ingin direncanakan saluran yang melayani debit banjir maksimum periode ulang lebih besar dari 5 tahun.
- 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:

$$Q = 0,278 CIA \quad (2.20)$$

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)

2.5.2 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%. Adapun rumus untuk menentukan koefisien pengaliran dapat ditentukan menggunakan Pers.2.21 sebagai berikut ;

$$C = \frac{Q}{R} \quad (2.21)$$

Dimana :

C = Koefisien limpasan

Q = Jumlah limpasan

R = Jumlah curah hujan

2.5.3 Koefisien Limpasan (*Runoff*)

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

- Faktor metrologi 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. 1 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

Tabel lanjutan 2.1

NO	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien pengaliran(C)
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

2.6 Analisa Hidrolika

Hidrolika membahas karakteristik aliran seperti kecepatan, kedalaman, tekanan, dan energi aliran. Dalam perencanaan sistem drainase, analisa hidrolika digunakan untuk menentukan dimensi saluran, kemiringan, serta kapasitas aliran agar tidak terjadi limpasan dan genangan (Siregar & Hasan, 2022).

Menurut Pratama et al. (2024), penerapan prinsip hidrolika yang tepat dapat meningkatkan efisiensi sistem drainase serta meminimalkan risiko kerusakan struktur akibat tekanan dan kecepatan aliran yang berlebihan.

Analisis hidrolika merupakan studi tentang perilaku aliran air dalam saluran terbuka, mencakup hubungan antara debit, kecepatan, kedalaman, dan energi hidrolis untuk memprediksi pola aliran dan mendesain struktur yang aman. Prinsip dasar meliputi konservasi massa, energi (persamaan Bernoulli), dan momentum, yang diterapkan pada sungai, kanal irigasi, serta drainase perkotaan. Menurut pedoman terbaru, analisis ini krusial untuk mencegah banjir dan erosi, dengan penggunaan rumus Manning untuk aliran seragam.

Menurut (Nasution, 2022). 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 tertutup. Dalam menentukan besaran dimensi saluran drainase, perlu diperhitungkan kriteria-kriteria perencanaan berdasarkan kaidah-kaidah hidrolika. Sifat-sifat tersebut meliputi jenis aliran (steady atau

unsteady), angka kekasaran (manning) dan sifat alirannya (kritis, sub- kritis dan superkritis).

Menurut (Hilmi, 2018) Zat cair dapat diangkat dari suatu tempat ke tempat lain melalui bangunan pembawa alamiah ataupun bantuan manusia. Bangunan 35 pembawa ini dapat terbuka maupun tertutup bagian atasnya. Saluran yang tertutup bagian atasnya disebut saluran tertutup (cloused conduits), sedangkan yang terbuka bagian atasnya disebut saluran terbuka (open channels). Sungai, saluran irigasi, selokan merupakan saluran terbuka, sedangkan terowongan, pipa, aquaduct, 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

2.5.1 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 .2.22 sebagai berikut :

$$Q = A.V \quad (2.22)$$

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.

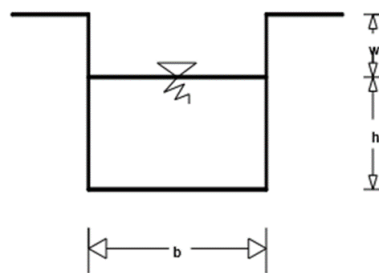
2. Penampang saluran

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 kedalamannya setengah dari lebar dasar saluran atau jari-jari hidrauliknya.

▪ Penampang persegi

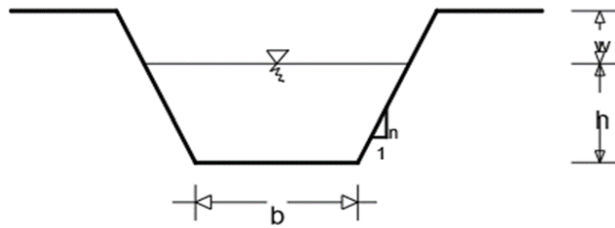


Gambar 2. 8 Penampang Persegi (Nurdzuraida, 2020)

▪ Penampang Trapesium

Bentuk penampang trapesium bentuk yang biasa digunakan untuk saluran-saluran irigasi atau saluran-saluran drainase karena menyerupai bentuk saluran

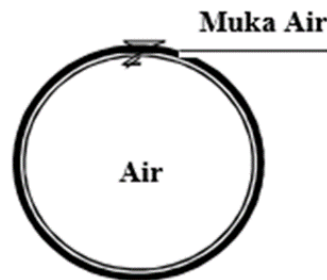
alam, dimana kemiringan tebingnya menyesuaikan dengan sudut lereng alam dari tanah yang digunakan untuk saluran tersebut.



Gambar 2. 9 Penampang Trapesium (Nurdzuraida, 2020)

2.5.2 Saluran Tertutup

Saluran tertutup adalah saluran untuk air kotor yang mengganggu kesehatan lingkungan. Sistem ini cukup bagus digunakan di daerah perkotaan terutama dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi seperti kota Metropolitan dan kota-kota besar lainnya.



Gambar 2. 10 Saluran Tertutup (Nurdzuraida, 2020)

2.5.3 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_r dalam m^3 / det). Kondisi demikian dapat dirumuskan dengan persamaan 2.22 berikut:

$$Q_s \geq Q_r \quad (2.22)$$

- Debit yang mampu ditampung oleh saluran (Q_s) dapat ditentukan dengan Pers. 2.23 seperti di bawah ini:

$$Q_s = A_s \cdot V \quad (2.23)$$

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. 2.24 dan Pers 2.25 seperti di bawah ini sebagai berikut:

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad (2.24)$$

$$R = \frac{A_s}{p} \quad (2.25)$$

Dimana:

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

N = koefisien kekaasaran MManning

R = Jari-jari hidrolis (m)

S = kemiringan dasar saluran

A_s = luas penampang saluran (m^2)

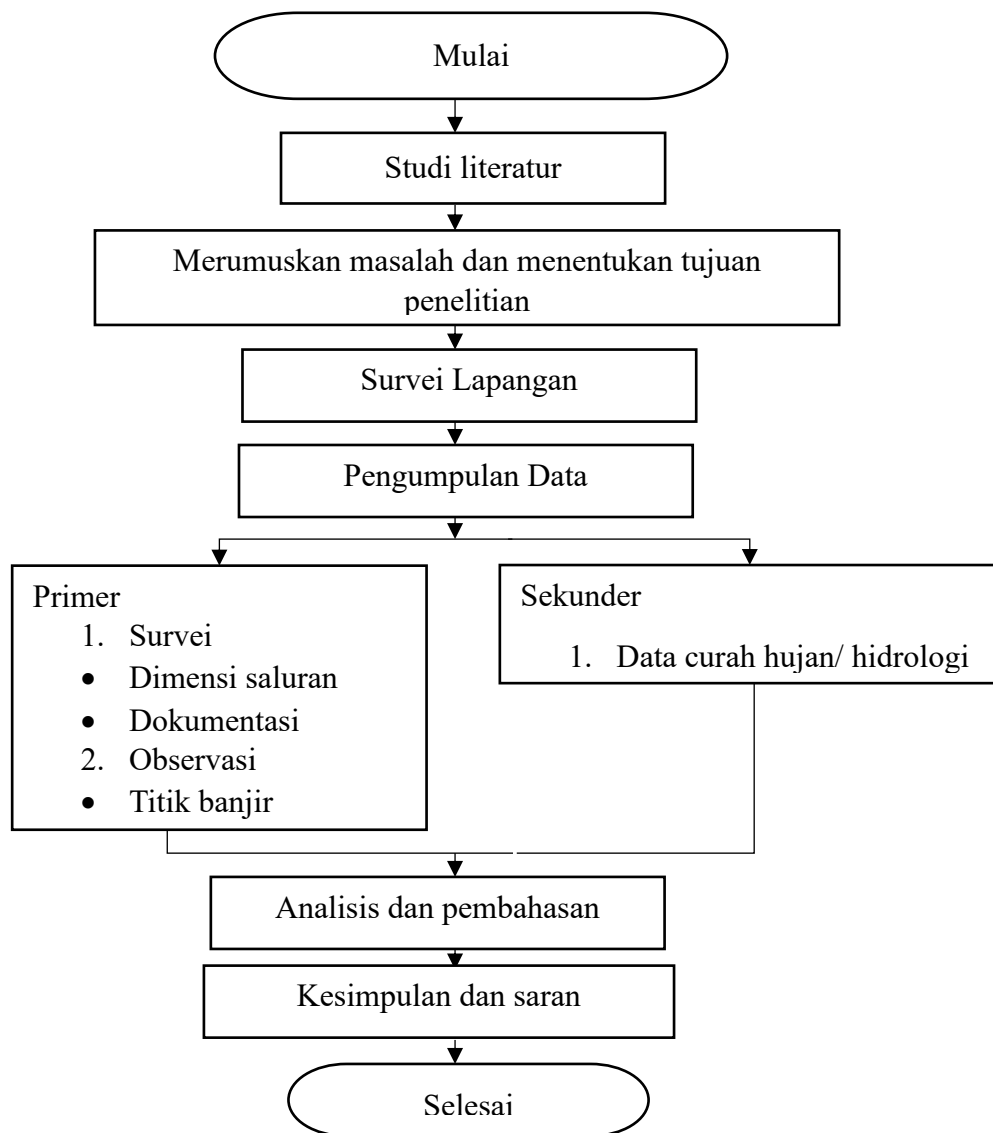
P = keliling basah saluran (m)

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir

Berikut Metode pelaksanaan tugas akhir ini disusun melalui beberapa tahapan sebagai berikut:



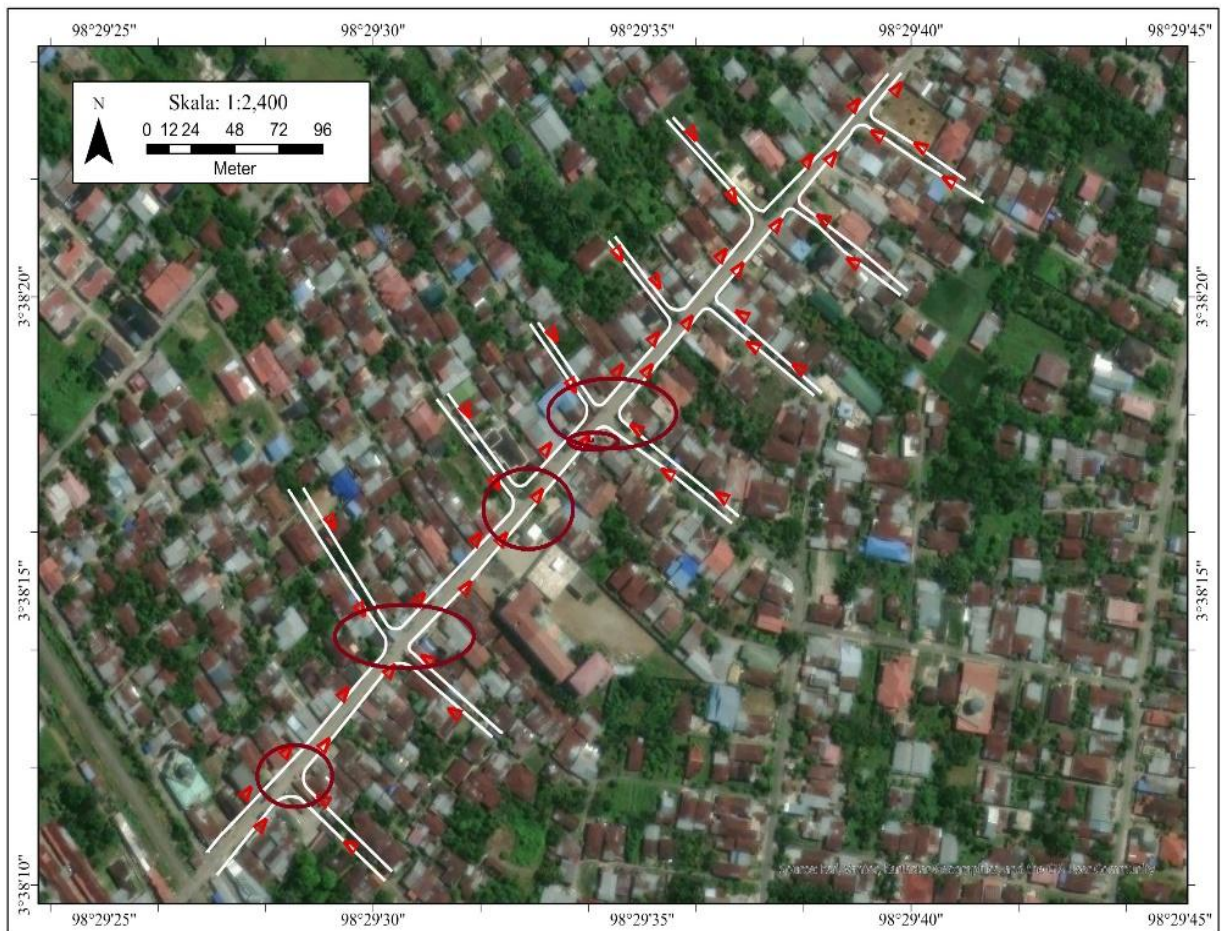
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.

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 Binjai, yaitu berada di Kelurahan Damai Kecamatan Binjai Utara.



3.3 Kondisi Umum Lokasi Studi

Adapun Lokasi studi pada tugas akhir ini diambil pada area drainase di kawasan Kelurahan Damai, Kecamatan Binjai Utara 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 yang tidak bisa menampung air pada saat musim penghujan, ketinggian banjir dapat mencapai ± 30 cm dengan durasi surutnya ± 6 jam dan luas area genangan. Data mengenai curah hujan harian maksimum wilayah Kecamatan Binjai Utara di kawasan Kelurahan Damai didapatkan melalui Stasiun BMKG.



Gambar 3. 3 Peta Banjir

3.4 Batas-batas Daerah

Secara umum administratif batas-batas lokasi studi yaitu meliputi

- Sebelah Barat : berbatasan dengan Kabupaten Langkat
- Sebelah Timur : berbatasan dengan Kecamatan Binjai Timur
- Sebelah Selatan : berbatasan dengan Kecamatan Binjai Kota
- Sebelah Utara : berbatasan dengan Kabupaten Deli Serdang

3.5 Letak Geografis dan Tata Guna Lahan

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

- Bangunan perumahan penduduk
- Bangunan pertokoan
- 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 lokasi tersebut.

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 2015 hingga 2024 yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG).

3.5.1 Data Primer

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

3.5.2 Data Sekunder

Data sekunder hujan harian maksimum tahun 2020 hingga 2024 yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dan data penduduk yang di peroleh dari Kelurahan Damai Kecamatan Binjai Utara.

3.8 Pengolahan Data

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

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

3.5.1 Tahapan Analisa Perencanaan

Analisa distribusi frekuensi digunakan untuk memproses probabilitas besaran curah hujan rencana dalam periode ulang. Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya, kala ulang (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 di daerah setempat.

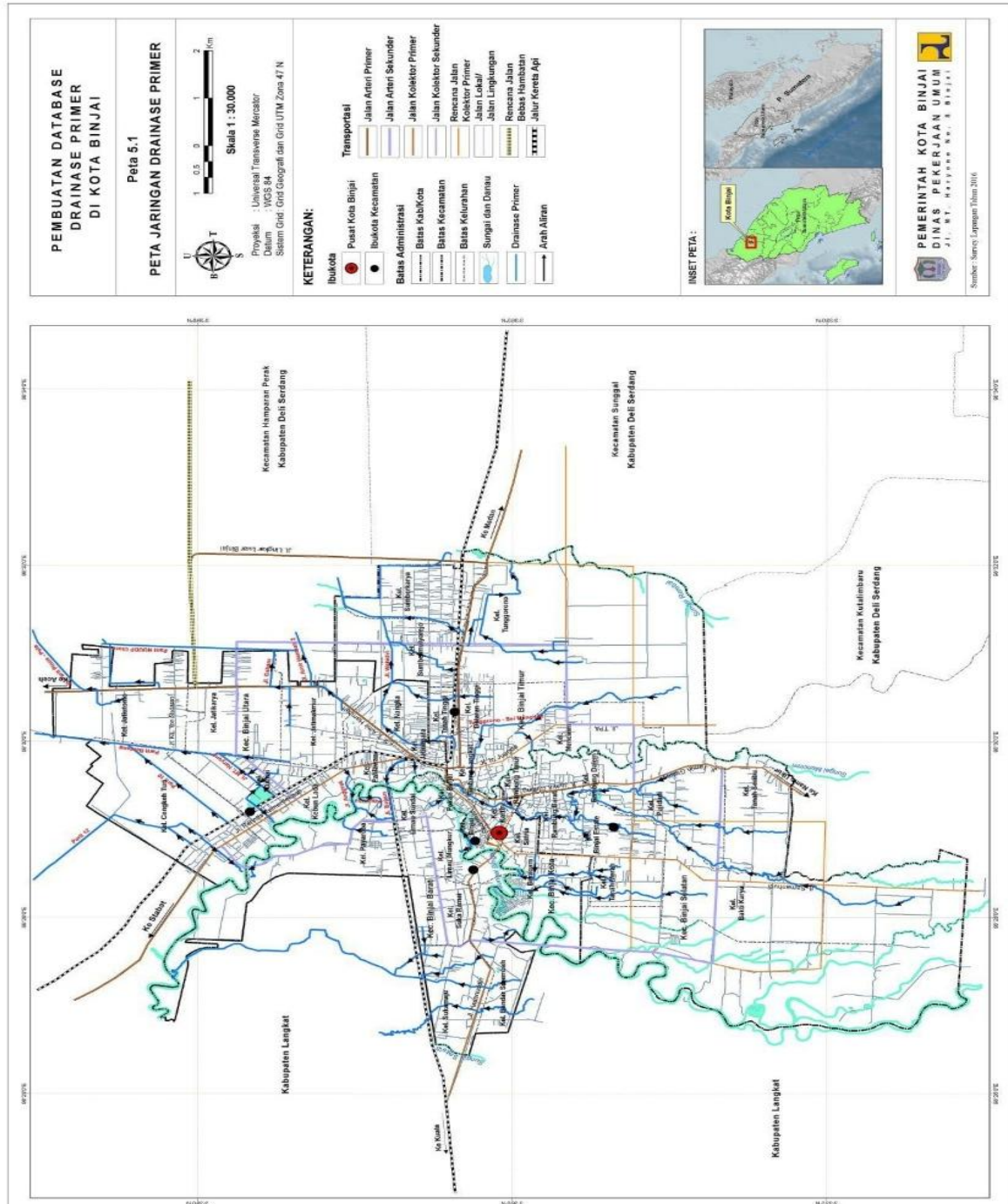
3.5.2 Analisa Debit Rencana

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 tersebut.

BAB 4

HASIL PEMBAHASAN

4.1 Peta Jaringan Drainase Primer



Gambar 4. 1 Peta Jaringan Drainase Primer.

Peta menampilkan wilayah **Kota Binjai** beserta batas-batasnya dengan **Kabupaten Deli Serdang** (utara/timur) dan **Kabupaten Langkat** (barat/selatan). Terlihat pembagian wilayah menjadi beberapa kecamatan (Binjai Utara, Binjai Timur, Binjai Selatan, Binjai Barat, dst.) dengan jaringan sungai/drainase primer (garis biru dan area hijau muda di sepanjang aliran sungai) yang mengalir dari arah selatan/tenggara menuju utara, mengikuti pola sungai-sungai besar yang melintasi kota.

Dalam penelitian pada tugas akhir ini, lokasi wilayah studi diperlukan untuk mengumpulkan sejumlah informasi mengenai daerah serta lingkungan tempat atau lokasi penelitian dalam peta jaringan drainase primer pada Lokasi penelitian merupakan salah satu daerah yang terjadi genangan banjir di kota Binjai, yaitu berada di Kelurahan Damai Kecamatan Binjai Utara.

4.2 Pola aliran Drainase

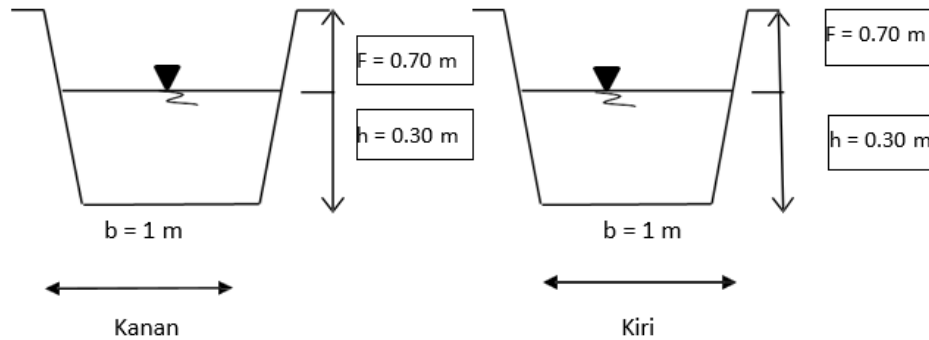
Adapun pola aliran di lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 2 Pola Aliran Drainase.

4.3 Data Primer

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



Penampang saluran drainase primer.

Gambar 4. 3 Data Hasil Survei Saluan Primer.

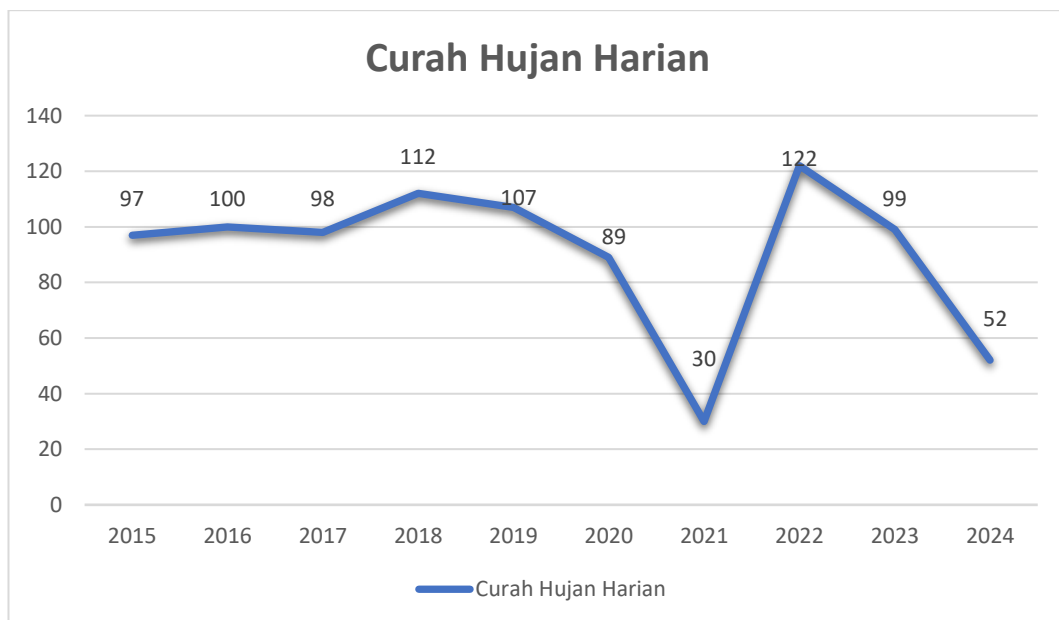
No	Saluran Primer	Ukuran Saluran			Panjang Saluran (Km)	Kondisi Eksisting Saluran
		b (meter)	F(meter)	h (meter)		
1	Kanan	1	0.70	0,30	2.052	PB disemen
2	Kiri	1	0.70	0.30	2.052	PB disemen

4.4 Data Curah Hujan

Data curah hujan ialah data yang diperoleh dari instansi yang berkaitan dengan suatu penelitian itu. Maka. data yang diperoleh pada penelitian ini hanya data Curah Hujan Harian Minimum selama 10 Tahun Terakhir dari tahun 2015 s/d 2024 sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Data curah hujan harian maksimum(Badan Klimatologi dan Geofisika)

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
2015	97
2016	100
2017	98
2018	112
2019	107
2020	89
2021	30
2022	122
2023	99
2024	52
N = 10 tahun	Total = 906



4.5 Analisis hidrologi

4.5.1 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

Tabel 4. 2 Analisis curah hujan distribusi normal (Hasil penelitian)

Tahun	Curah Hujan (mm) (Xi)	(Xi - $\bar{X}$)	(Xi - $\bar{X}$) ²	(Xi - $\bar{X}$) ³	(Xi - $\bar{X}$) ⁴
2015	97	6,4	7089,64	34285,88	13673,02
2016	100	9,4	6593,44	27498,51	56429,17
2017	98	7,4	6922,24	31884,15	10217,76
2018	112	21,4	4788,64	10369,31	11162,31
2019	107	16,4	268,96	56740,39	10298,95
2020	89	-1,6	8500,84	59487,42	12446,65
2021	30	-60,6	22861,44	11807,24	18845,70
2022	122	31,4	3504,64	39792,92	24846,40
2023	99	8,4	6756,84	29623,94	76076,45
2024	52	-38,6	16692,64	45759,82	43500,51
Jumlah	906		83979,32	347249,5	277496,9
$\bar{X}$	90,6				
S	96,59				

Dari data -data di atas didapat:

$$\bar{X} = \frac{906}{10} = 90,6$$

$$\text{Deviasi Standart (S)} = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{83979,32}{9}} = 96,59$$

$$\text{Koefisien Kemencengan } Cs = \frac{n \times \sum (Xi - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} = \frac{10 \times (347249,5)}{9 \times 8 \times 96,59^3} = 0,053$$

$$\text{Koefisien Ketajaman } Ck = \frac{n^2 \sum (Xi - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} = \frac{100 \times 277496,9^4}{9 \times 8 \times 7 \times 96,59^4} = 1,351$$

Perhitungan Analisis Curah hujan Rencana Dengan Distribusi Normal:

- Untuk T = 2 Tahun

$$\begin{aligned}
 K_T &= \frac{X_T - \bar{X}}{S} \\
 XT &= \bar{X} + (K_T \times S) \\
 &= 90,6 + (0 \times 96,59) \\
 &= 90,6 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- Untuk T = 5 Tahun

$$\begin{aligned}
 K_T &= \frac{X_T - \bar{X}}{S} \\
 XT &= \bar{X} + (K_T \times S) \\
 &= 90,6 + (0,84 \times 96,59) \\
 &= 171,735 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- Untuk T = 10 Tahun

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

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

$$= 90,6 + (1,28 \times 96,59)$$

$$= 214,235 \text{ mm}$$

- Untuk T = 20 Tahun

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

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

$$= 90,6 + (1,64 \times 96,59)$$

$$= 249,007 \text{ mm}$$

- Untuk T = 50 Tahun

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

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

$$= 90,6 + (2,05 \times 96,59)$$

$$= 288,609 \text{ mm}$$

- Untuk T = 100 Tahun

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

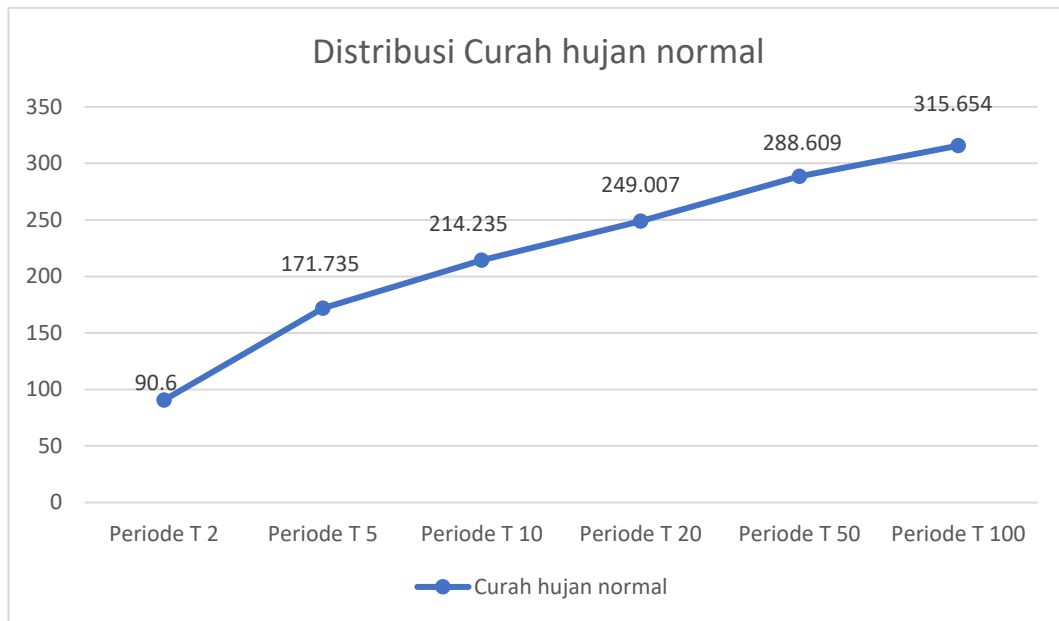
$$X_T = \bar{X} + (K_T \times S)$$

$$= 90,6 + (2,33 \times 96,59)$$

$$= 315,654 \text{ mm}$$

Tabel 4. 3 Analisa hasil curah hujan dengan distribusi normal

No	Periode Ulang (T) Tahun	K _T	$\bar{X}$	S	Curah Hujan (X _T) (mm)
1	2	0	90,6	96,59	90,6
2	5	0.84	90,6	96,59	171,735
3	10	1.28	90,6	96,59	214,235
4	20	1.64	90,6	96,59	249,007
5	50	2.05	90,6	96,59	288,609
6	100	2.33	90,6	96,59	315,654



Grafik Hasil Distribusi Curah Hujan Normal

➤ Distribusi Log Normal

Data – data yang digunakan dalam perhitungan parameter statistic dengan sebaran logaritmatic dapat dilihat pada Tabel 4.5.

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

No	Curah Hujan (mm) X_i	$\text{Log } X_i$	$\text{Log } \bar{X}$	$\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X}$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^3$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^4$
1	97	1,98	1,95	0,03	0,0009	0,0027	0,00081
2	100	2	1,95	0,05	0,0025	0,0012	0,00625
3	98	1,99	1,95	0,04	0,0016	0,0064	0,00256
4	112	2,04	1,95	0,09	0,0081	0,0072	0,06561
5	107	2,02	1,95	0,07	0,0049	0,0034	0,02401
6	89	1,94	1,95	-0,01	0,0001	0,0001	0,00001
7	30	1,47	1,95	-0,48	0,2304	0,1105	0,05308
8	122	2,08	1,95	0,13	0,0169	0,0021	0,28561
9	99	1,99	1,95	0,04	0,0016	0,0064	0,00256
10	52	1,71	1,95	-0,24	0,0576	0,0138	0,00331
Jumlah	906	19,22	1,95		0,3246	0,1538	0,4439
X	90,6						

Dari data -data di atas didapat:

$$\bar{X} = \frac{906}{10} = 90,6$$

$$\text{Deviasi Standart (S)} = \sqrt{\frac{\sum \text{Log}(Xi - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,3246}{10-1}} = 0,18$$

$$\text{Koefisien Deviasi (Cv)} = \frac{S}{\log \bar{X}} = \frac{0,18}{1,95} = 0,092$$

$$\text{Koefisien Kemencengan Cs} = \frac{n \times \sum (\log Xi - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} = \frac{10 \times (0,1538)}{9 \times 8 \times 0,18^3} = 0,086$$

$$\text{Koefisien Ketajaman Ck} = \frac{n^2 \sum (\log Xi - \log \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} = \frac{100 \times 0,4439^4}{9 \times 8 \times 7 \times 0,18^4} = 7,338$$

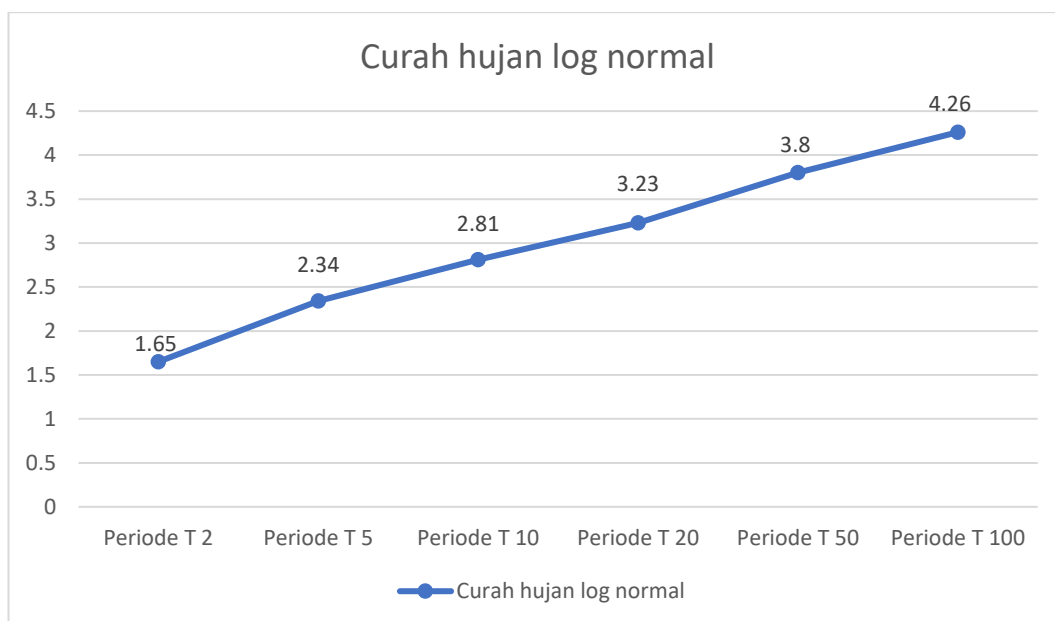
Perhitungan analisa curah hujan dengan Metode Distribusi Log Normal:

- Untuk T = 2 Tahun
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S)$
 $\text{Log } X^2 = 19,22 + (0 \times 0,18) = 19,22$
 $X^2 = 10^{19,22} = 1,65 \text{ mm}$
- Untuk T = 5 Tahun
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S)$
 $\text{Log } X^5 = 19,22 + (0,84 \times 0,18) = 19,37$
 $X^5 = 10^{19,37} = 2 \text{ mm}$
- Untuk T = 10 Tahun
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S)$
 $\text{Log } X^{10} = 19,22 + (1,28 \times 0,18) = 19,45$
 $X^{10} = 10^{19,45} = 2,81 \text{ mm}$
- Untuk T = 20 Tahun
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S)$
 $\text{Log } X^{20} = 19,22 + (1,64 \times 0,18) = 19,51$
 $X^{20} = 10^{19,51} = 3,23 \text{ mm}$
- Untuk T = 50 Tahun
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S)$
 $\text{Log } X^{50} = 19,22 + (2,05 \times 0,18) = 19,58$
 $X^{50} = 10^{19,58} = 3,80 \text{ mm}$
- Untuk T = 100 Tahun
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S)$

$$\begin{aligned}\log X^{100} &= 19,22 + (2,33 \times 0,18) = 19,63 \\ X^{100} &= 10^{19,63} = 4,26 \text{ mm}\end{aligned}$$

Tabel 4. 5 Analisa curah hujan rencana dengan distribusi log normal

No	Periode ulang (T) Tahun	K _T	Log X	Log S	Log X _T	Curah hujan (X _T)
1	2	0	19,22	0,18	19,22	1,65
2	5	0,84	19,22	0,18	19,37	2,34
3	10	1,28	19,22	0,18	19,45	2,81
4	20	1,64	19,22	0,18	19,51	3,23
5	50	2,05	19,22	0,18	19,58	3,80
6	100	2,33	19,22	0,18	19,63	4,26



Grafik Hasil Distribusi Curah Hujan Log normal

➤ Distribusi Log Peson III

Tabel 4. 6 Analisa curah hujan dengan distribusi log person III

No	X	Log X _i	Log X	Log X _i - $\overline{\log X}$	Log X _i - $\overline{\log X}^2$	(Log X _i - $\overline{\log X}$) ³	(Log X _i - $\overline{\log X}$) ⁴
1	97	1,98	1,95	0,03	0,0009	0,0027	0,00081
2	100	2	1,95	0,05	0,0025	0,0012	0,00625
3	98	1,99	1,95	0,04	0,0016	0,0064	0,00256

Tabel 4.6 Lanjutan

No	X	Log Xi	Log X	Log Xi - $\overline{\text{Log X}}$	Log Xi - $\overline{\text{Log X}}^2$	(Log Xi - $\overline{\text{Log X}}$) ³	(Log Xi - $\overline{\text{Log X}}$) ⁴
4	112	2,04	1,95	0,09	0,0081	0,0072	0,06561
5	107	2,02	1,95	0,07	0,0049	0,0034	0,02401
6	89	1,94	1,95	-0,01	0,0001	0,0001	0,00001
7	30	1,47	1,95	-0,48	0,2304	0,1105	0,05308
8	122	2,08	1,95	0,13	0,0169	0,0021	0,28561
9	99	1,99	1,95	0,04	0,0016	0,0064	0,00256
10	52	1,71	1,95	-0,24	0,0576	0,0138	0,00331
Jumlah	906	19,22	1,95		0,3246	0,1538	0,4439

Dari data -data di atas didapat:

$$\bar{X} = \frac{906}{10} = 90,6$$

$$\text{Deviasi Standart (S)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \log xi - x^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,3246}{10-1}} = 0,18$$

$$\text{Koefisien Kemencengan } C_s = \frac{n \times \sum (\log Xi - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} = \frac{10 \times (0,1538)}{9 \times 8 \times 0,18^3} = 0,086$$

$$\text{Koefisien Ketajaman } C_k = \frac{n^2 \sum (\log Xi - \log \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} = \frac{100 \times 0,4439^4}{9 \times 8 \times 7 \times 0,18^4} = 7,338$$

- Untuk T = 2 Tahun

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

$\text{Log } X^2 = 1,95 + (-0,282 \times 0,18)$

$= 1,89$

$X^2 = 10^{1,89} = 77,62 \text{ mm}$
- Untuk T = 5 Tahun

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

$\text{Log } X^5 = 1,95 + (0,643 \times 0,18)$

$= 2,07$

$X^5 = 10^{2,07} = 117,48 \text{ mm}$
- Untuk T = 10 Tahun

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

$\text{Log } X^{10} = 1,95 + (1,318 \times 0,18)$

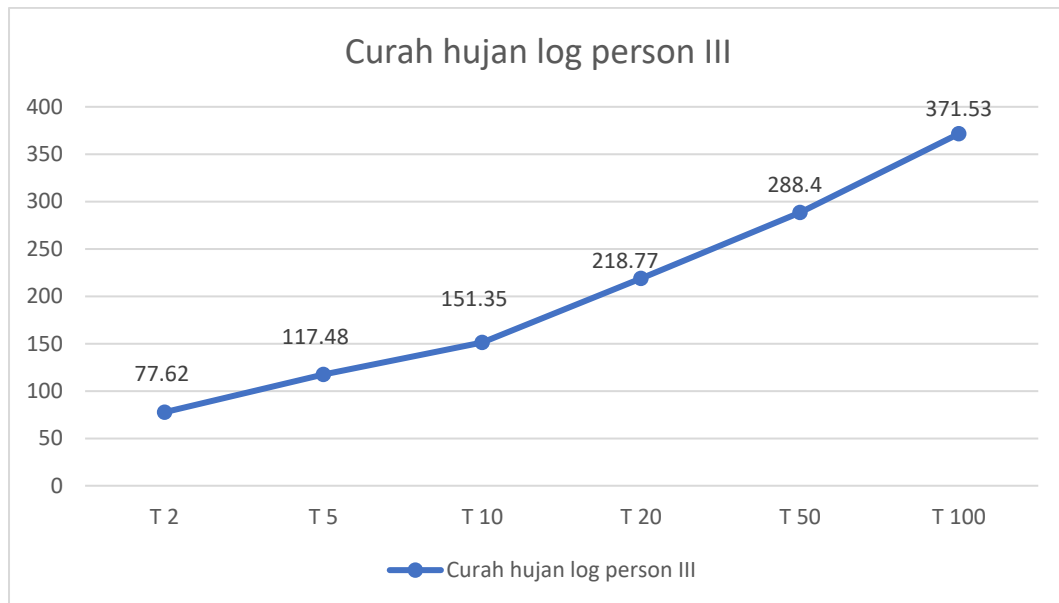
$= 2,18$

$X^{10} = 10^{2,18} = 151,35 \text{ mm}$

- Untuk T = 20 Tahun
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S)$
 $\text{Log } X^{20} = 1,95 + (2,193 \times 0,18)$
 $= 2,34$
 $X^{20} = 10^{2,34} = 218,77 \text{ mm}$
- Untuk T = 50 Tahun
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S)$
 $\text{Log } X^{50} = 1,95 + (2,848 \times 0,18)$
 $= 2,46$
 $X^{50} = 10^{2,46} = 288,40 \text{ mm}$
- Untuk T = 100 Tahun
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S)$
 $\text{Log } X^{100} = 1,95 + (3,499 \times 0,18)$
 $= 2,57$
 $X^{100} = 10^{2,57} = 371,53 \text{ mm}$

Tabel 4. 7 Analisa curah hujan rencan dengan distribusi log person III

NO	T	K	Log X	Log X_T	S	Curah Hujan (X_T) (mm)
1	2	-0.282	1,95	1,89	0,18	77,62
2	5	0.643	1,95	2,07	0,18	117,48
3	10	1.318	1,95	2,18	0,18	151,35
4	20	2.193	1,95	2,34	0,18	218,77
5	50	2.848	1,95	2,46	0,18	288,40
6	100	3.499	1,95	2,57	0,18	371,53



Grafik Hasil Distribusi Curah Hujan Log person III

➤ Distribusi Gumbel

Tabel 4. 8 Analisa curah hujan dengan distribusi gumbel

No	Curah Hujan (mm) X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
1	97	6,4	7089,64	34285,88	13673,02
2	100	9,4	6593,44	27498,51	56429,17
3	98	7,4	6922,24	31884,15	10217,76
4	112	21,4	4788,64	10369,31	11162,31
5	107	16,4	268,96	56740,39	10298,95
6	89	-1,6	8500,84	59487,42	12446,65
7	30	-60,6	22861,44	11807,24	18845,70
8	122	31,4	3504,64	39792,92	24846,40
9	99	8,4	6756,84	29623,94	76076,45
10	52	-38,6	16692,64	45759,82	43500,51
Jumlah	906		83979,32	347249,5	277496,9
$\bar{X}$	90,6				

Dari data-data di atas didapat: $\bar{X} = \frac{906}{10} = 90,6$

Devisi Standart (S) $\sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{83979,32}{9}} = 96,59$

Menghitung logaritma curah hujan dengan distribusi Ej Gumbel

$$\text{Koefisien Kemencengan } C_s = \frac{n \times \sum (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} = \frac{10 \times (347249,5)}{9 \times 8 \times 96,59^3} = 0,053$$

$$\text{Koefisien Ketajaman } C_k = \frac{n^2 \sum (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} = \frac{100 \times 277496,9^4}{9 \times 8 \times 7 \times 96,59^4} = 1,351$$

Menghitung logaritma curah hujan dengan distribusi Ej Gumbel

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

$$K = \frac{F_{tr} - F_n}{S_n}$$

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9496$$

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

$$K = \frac{0,3668 - 0,4952}{0,9496} = -0,13$$

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

$$X_T = 90,6 + (-0,13 \times 96,59)$$

$$X_T = 78,04 \text{ mm}$$

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

$$K = \frac{1,5004 - 0,4952}{0,9496} = 1,05$$

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

$$X_T = 90,6 + (1,05 \times 96,59)$$

$$X_T = 192,01 \text{ mm}$$

Untuk periode ulang (T) 10 tahun dengan $Y_{TR} = 2,2504$ yaitu:

$$K = \frac{2,2504 - 0,4952}{0,9496} = 1,84$$

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

$$X_T = 90,6 + (1,84 \times 96,59)$$

$$X_T = 268,32 \text{ mm}$$

Untuk periode ulang (T) 20 tahun dengan YTR = 2,9709 yaitu:

$$K = \frac{2.9709 - 0.4952}{0.9496} = 2,60$$

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

$$X_T = 90,6 + (2,60 \times 96,59)$$

$$X_T = 341,73 \text{ mm}$$

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

$$K = \frac{3.9028 - 0.4952}{0.9496} = 3,58$$

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

$$X_T = 90,6 + (3,58 \times 96,59)$$

$$X_T = 436,39 \text{ mm}$$

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

$$K = \frac{4.6001 - 0.4952}{0.9496} = 4,32$$

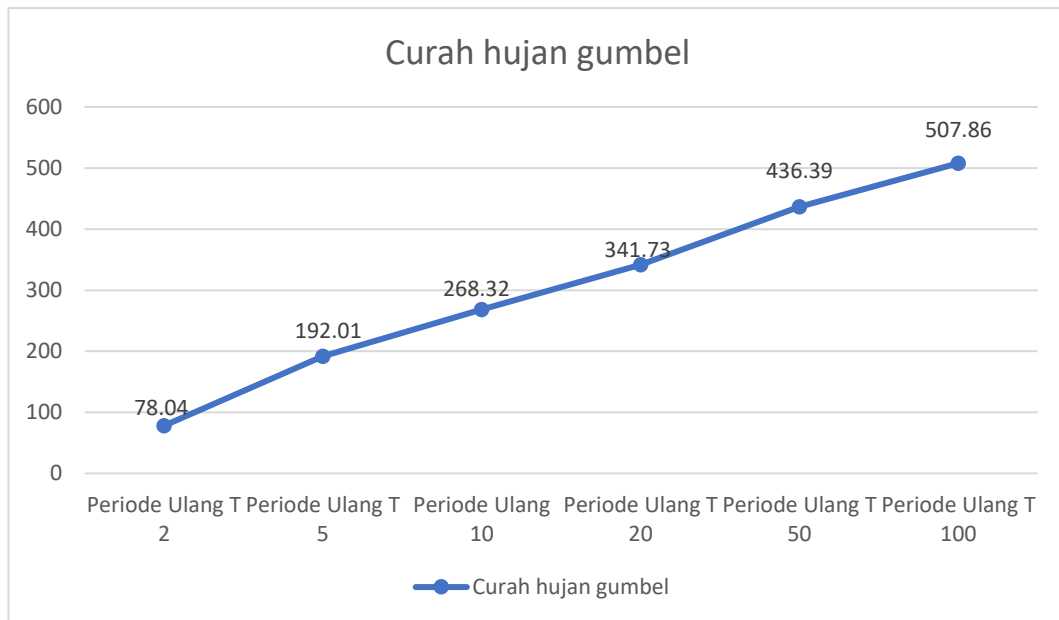
$$X_T = \bar{X} + K(S)$$

$$X_T = 90,6 + (4,32 \times 96,59)$$

$$X_T = 507,86 \text{ mm}$$

Tabel 4. 9 Analisa curah hujan dengan distribusi gumbel

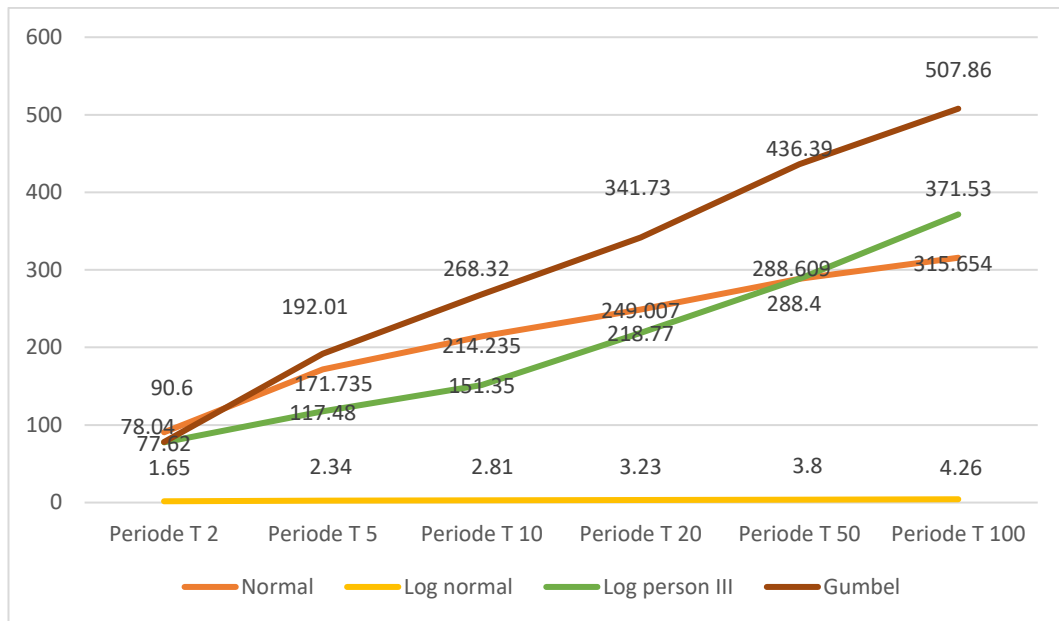
No	Periode ulang (T) tahun	Y_{TR}	Y_n	S_n	$\bar{X}$	S	Curah hujan (X_T)
1	2	0.3668	0,4952	0,9496	90,6	96,59	78,04
2	5	1,5004	0,4952	0,9496	90,6	96,59	192,01
3	10	2.2504	0,4952	0,9496	90,6	96,59	268,32
4	20	2.9709	0,4952	0,9496	90,6	96,59	341,73
5	50	3.9028	0,4952	0,9496	90,6	96,59	436,39
6	100	4.6001	0,4952	0,9496	90,6	96,59	507,86



Grafik Hasil Distribusi Curah Hujan Gumbel

Tabel 4. 10 Rekapitulasi analisa curah hujan rencana maksimum.

No	Periode ulang (T) tahun	Normal	Log Normal	Log person III	Gumbel
1	2	90,6	1,65	77,62	78,04
2	5	171,735	2,34	117,48	192,01
3	10	214,235	2,81	151,35	268,32
4	20	249,007	3,23	218,77	341,73
5	50	288,609	3,80	288,40	436,39
6	100	315,654	4,26	371,53	507,86



Grafik Hasil Rekapitulasi Analisa Curah Hujan Rencana Maksimum

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.

Tabel 4. 11 Parameter distribusi curah hujan

Jenis sebaran	Syarat/kriteria	Hasil	Keterangan
Normal	$CS \approx 0$	$CS = 0,053$	Memenuhi
	$Ck \approx 3$	$Ck = 1,351$	Tidak memenuhi
Log Normal	$Ck \approx 5,383$	$Ck = 7,338$	Tidak memenuhi
	$CS \approx 3Cv+Cv^2=3$	$CS = 0,086$	Tidak memenuhi
	$Cv \approx 0,06$	$Cv = 0,092$	Tidak memenuhi
Log Pearson Type III	$CS \neq 0$	$CS = 0,086$	Memenuhi
Gumbel	$CS \leq 1,1396$	$CS = 0,053$	Memenuhi
	$Ck \leq 5,4002$	$Ck = 1,351$	Memenuhi

Sumber : SNI 03-2415-2016, *Metode Perhitungan Debit Banjir*

4.5.2 Uji Kecocokan Chi-Square

Untuk menguji kecocokan Metode Log Pearson Tipe III dan Metode Ej Gumbel, maka digunakan uji kecocokan Chi-Square untuk menguji distribusi pengamatan. Apakah sampel memenuhi syarat distribusi yang di uji atau tidak. Perhitungan uji Chi-Square adalah sebagai berikut:

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

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

$$= 4,33 = 5$$

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

$$= 5 - (3+1)$$

$$= 1$$

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

Distribusi Log Pearson Tipe III (Tabel)

$$\text{Log } X_r = 19,22$$

$$S_d = 0,18$$

$$\begin{aligned} \text{Log } R_T &= \text{Log } X_r + K + S_d \\ &= 1,95 + (-0.282 \times 0,18) \end{aligned}$$

$$= 1,89$$

$$R_T = 10^{1,89} = 77,62 \text{ mm}$$

Distribusi Ej Gumbel (Tabel)

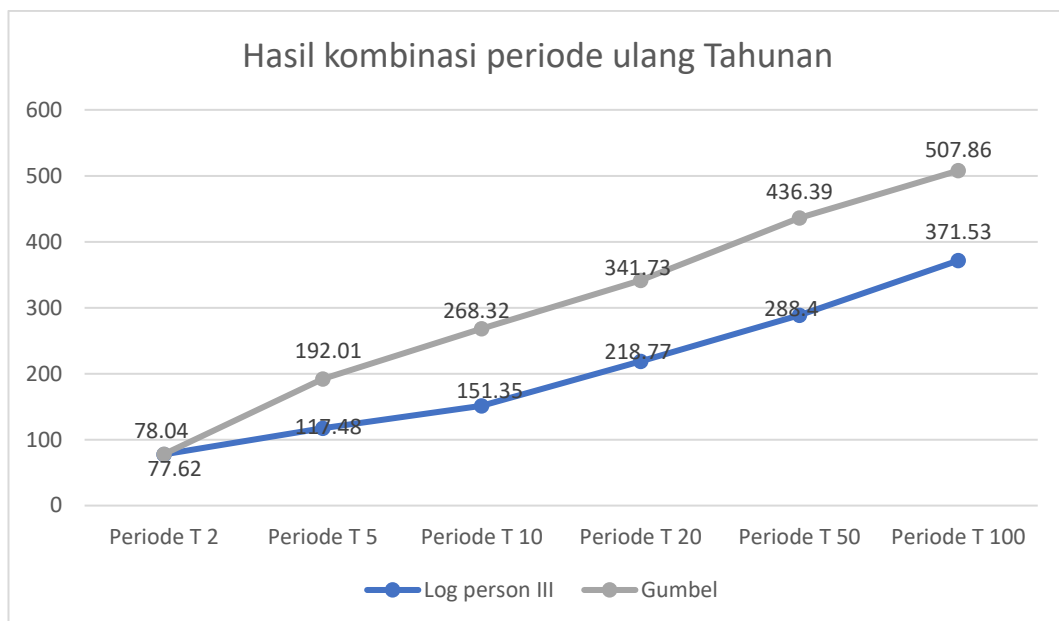
$$X_n = X_T + K \times S_d$$

$$= 90,6 + (-0.13 \times 96,59)$$

$$= 78,04$$

Tabel 4. 12 Kombinasi Periode Ulang Tahunan

No	Periode Ulang (T)	Distribusi Log Person Tipe III (mm)	Distribusi Ej Gumbel (mm)
1	2	77,62	78,04
2	5	117,48	192,01
3	10	151,35	268,32
4	20	218,77	341,73
5	50	288,40	436,39
6	100	371,53	507,86



Grafik hasil kombinasi periode ulang tahunan

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

Tabel 4. 13 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	$77,62 > X_i > 117,48$	2	2	0	0,000
2	$117,48 > X_i > 151,35$	2	3	1	1,000
3	$151,35 > X_i > 218,77$	2	0	4	0,000
4	$218,77 > X_i > 288,40$	2	3	1	0,000
5	$288,40 > X_i > 371,53$	2	2	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. 14 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	$78,04 > X_i > 192,01$	2	2	1	1,000
2	$192,01 > X_i > 268,32$	2	3	1	1,000
3	$268,32 > X_i > 341,73$	2	0	9	1,800
4	$341,73 > X_i > 436,39$	2	3	1	0,333
5	$436,39 > X_i > 507,86$	2	2	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**.

Tabel 4. 15 Rekap hasil uji kesesuaian data distribusi frekuensi hujan

Metode	Chi-Square			Ket.
	χ^2	<	χ^2_{kritis}	
Log Pearson III	3,667	<	5,991	Memenuhi
Gumbell	4,133	<	5,991	Memenuhi

Sumber : SNI 03-2415-2016, *Metode Perhitungan Debit Banjir*

4.5.3 Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov

Perhitungan uji kecocokan sebaran dengan Smirnov-Kolmogorov untuk Metode Log Pearson Tipe III pada daerah penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4. 16 Perhitungan uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov.

m	(Xi)	Log Xi	P(X)	Log χ	Sd	P'(X)	P'(X<)	P'(X<)	D
1	97	1,9868	83,33	2,0113	0,0269	81,86	18,14	16,67	1,47
2	100	2,0000	50,00	2,0113	0,0269	66,28	33,72	50,00	16,28
3	98	1,9912	66,67	2,0113	0,0269	77,34	22,66	33,33	10,67
4	112	2,0492	16,67	2,0113	0,0269	7,93	92,07	83,33	8,74
5	107	2,0294	33,33	2,0113	0,0269	25,14	74,86	66,67	8,19
6	89	1,9494	50,00	2,0113	0,0269	33,72	66,28	50,00	16,28
7	30	1,4771	83,33	2,0113	0,0269	93,19	6,81	16,67	9,86
8	122	2,0864	16,67	2,0113	0,0269	16,35	83,65	83,33	0,32
9	99	1,9956	33,33	2,0113	0,0269	27,09	72,91	66,67	6,24
10	52	1,7160	66,67	2,0113	0,0269	69,85	30,15	33,33	3,18

Dari perhitungan nilai D, tabel, menunjukkan nilai D max = 0,1628. data pada peringkat m = 2. Dengan menggunakan data pada tabel untuk derajat kepercayaan 5 % atau $\alpha = 0,05$, maka diperoleh $D_0 = 0,565$. Karena nilai D max lebih kecil dari

nilai Do kritis ($0,1628 < 0,565$), maka persamaan distribusi yang diperoleh **dapat diterima**.

4.4 Intensitas Curah Hujan

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

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

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.

$$T_c = 0.0133 L x i^{-0.6}$$

Dimana :

T_c = Waktu Konsentrasi

L = Panjang saluran

S = Kemiringan sungai

Lamanya curah hujan adalah :

$$T_c = 0.0133 L x i^{-0.6}$$

$$T_c = 0.0133 \times 2,05 \times 0.001^{-0.6}$$

$$T_c = 1,7$$

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

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

$$I = \frac{78,04}{24} \times \frac{24^{2/3}}{0,08}$$

$$I = 338,18 \text{ mm}$$

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

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

$$I = \frac{192,01}{24} \times \frac{24^{2/3}}{0,08}$$

$$I = 832,07 \text{ mm}$$

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

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

$$I = \frac{268,32}{24} \times \frac{24^{2/3}}{0,08}$$

$$I = 1162,76 \text{ mm}$$

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

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

$$I = \frac{78,04}{24} \times \frac{24^{2/3}}{0,25}$$

$$I = 108,21 \text{ mm}$$

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

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

$$I = \frac{192,01}{24} \times \frac{24^{2/3}}{0,25}$$

$$I = 266,26 \text{ mm}$$

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

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

$$I = \frac{268,32}{24} \times \frac{24^{2/3}}{0,25}$$

$$I = 372,08 \text{ mm}$$

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

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

$$I = \frac{78,04}{24} \times \frac{24^{2/3}}{0,5}$$

$$I = 54,10 \text{ mm}$$

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

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

$$I = \frac{192,01}{24} \times \frac{24^{2/3}}{0,5}$$

$$I = 133,13 \text{ mm}$$

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

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

$$I = \frac{268,32}{24} \times \frac{24^{2/3}}{0,5}$$

$$I = 186,04 \text{ mm}$$

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

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

$$I = \frac{78,04}{24} \times \frac{24^{2/3}}{1}$$

$$I = 27,05 \text{ mm}$$

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

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

$$I = \frac{192,01}{24} \times \frac{24^{2/3}}{1}$$

$$I = 66,56 \text{ mm}$$

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

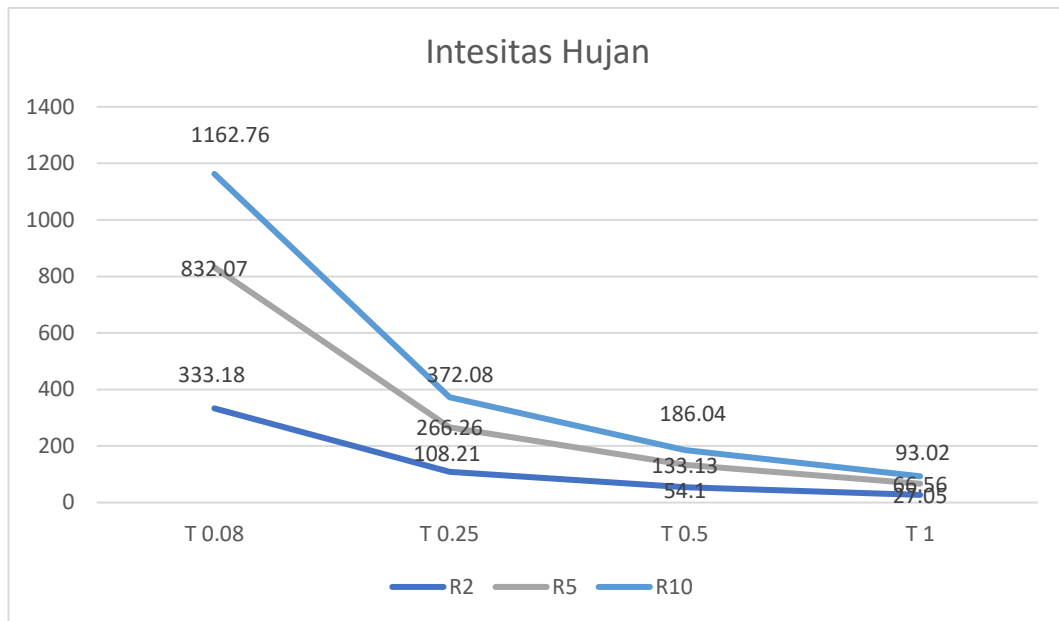
$$I = \frac{R}{24} \times \frac{24^{2/3}}{t_c}$$

$$I = \frac{268,32}{24} \times \frac{24^{2/3}}{1}$$

$$I = 93,02 \text{ mm}$$

Tabel 4. 17 Perhitungan Intensitas Curah Hujan.

t (Jam)	R24		
	R 2	R 5	R 10
	78,04	192,01	268,32
0,08	338,18	832,07	1162,76
0,25	108,21	266,26	372,08
0,5	54,10	133,13	186,04
1	27,05	66,56	93,02



Grafik Intesitas Curah Hujan Rencana 2, Rencana 5, Dan Rencana 10 Tahun

4.5 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 (priode ulang) dan cara analisis yang dipakai dalam kaitannya dengan limpasan. Faktor yang berpengaruh secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu:

- Faktor meteorology yaitu karakteristik hujan seperti intensitas hujan, durasi hujan dan distribusi hujan
- Karakteristik DAS meliputi luas dan bentuk DAS, topografi dan tata guna lahan. Perhitungan debit rencana saluran drainase didaerah perkotaan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus rasional. Analisis penampang drainase menghitung luas basah dan keliling basah penampang di drainase tersebut dan menganalisis volume penampang dengan persamaan Manning. Selanjutnya menghitung debit saluran yang terjadi. Tabel berikut ini menyajikan standar desain saluran drainase berdasarkan pedoman Drainase

Perkotaan dan Standar Desain Teknis.

Tabel 4. 18 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.

4.7.1. Metode Rasional

Metode rasional digunakan karena luas di kawasan Kelurahan Damai adalah 0,07 km². Luas chatcmen area drainase kawasan Kelurahan Damai Binjai Utara adalah 0.07km. koefisien pengaliran (C) = 0,9 (jalan beton dan aspal). Debit banjir rancangan untuk kala ulang 2 tahun adalah:

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

$$Q = 0,278 \times 0,9 \times 54,10 \times 0.07$$

$$Q = 0,947 \text{ m}^3/\text{detik}.$$

Debit banjir rancangan untuk kala ulang 5 tahun adalah:

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

$$Q = 0,278 \times 0,9 \times 133,13 \times 0.07$$

$$Q = 2,331 \text{ m}^3/\text{detik}.$$

Debit banjir rancangan untuk kala ulang 10 tahun adalah:

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

$$Q = 0,278 \times 0,9 \times 186,04 \times 0.07$$

$$Q = 3,258 \text{ m}^3/\text{detik}.$$

Tabel 4. 19 Perhitungan Q rencana pada kawasan Kelurahan Damai.

No	Periode		L (Km)	C	Tc (jam)	I	A (km)	Q (m ³ /det)
1	2	0.278	2.052	0.9	0.5	41.84	0.75	0,947
2	5	0.278	2.052	0.9	0.5	57,84	0.75	2,331
3	10	0.278	2.052	0.9	0.5	186,04	0.75	3,258

4.6 Analisa Hidrolika

Analisis hidrolika dimaksudkan untuk mencari dimensi hidrolis dari saluran drainase dan bangunan-bangunan pelengkapanya. Dalam menentukan besaran dimensi saluran drainase, perlu diperhitungkan kriteria-kriteria peren canaan berdasarkan kaidah-kaidah hidrolika.

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

4.8.1. Perhitungan Kapasitas Tampung Saluran Drainase

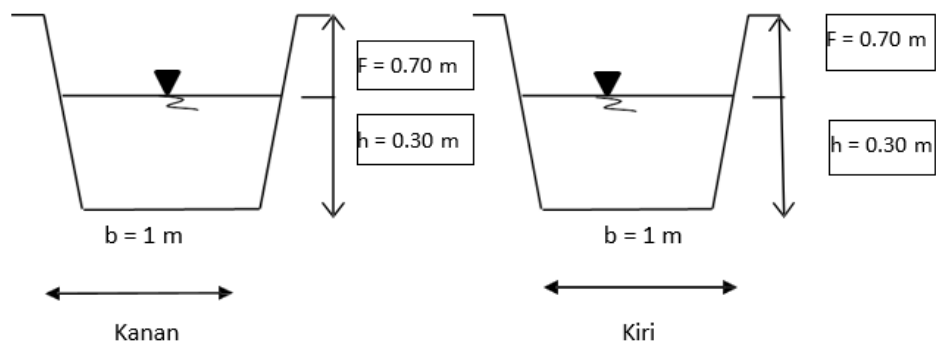
Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan didapatkan data saluran primer. Dalam hal ini saluran primer diartikan sebagai saluran utama yang mengalir di sepanjang jalan kawasan kelurahan Damai dan saluran sekunder diartikan sebagai saluran yang berasal dari jalan kecil atau gang yang terhubung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

a. Saluran Primer

Tabel 4. 20 Hasil survei drainase Saluran Primer (SP) di kawasan Kelurahan Damai.

No	Saluran Primer	Ukuran Saluran			Panjang Saluran (Km)	Kondisi Eksisting Saluran
		b (meter)	m (%)	h (meter)		
1	Kanan	1	0,70	0.30	2.052	PB disemen
2	Kiri	1	0.70	0.30	2.052	PB disemen

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



Gambar 4. 4 Penampang saluran drainase primer.

Dimensi saluran primer sebelah kanan dan sebelah kiri.

Diketahui:

Luas permukaan (A) Kanan:

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

$$A = (1 + (0.70 \times 0,30)) \times 0,30$$

$$A = 0.36 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = 1 + 2 \times 0.30 \sqrt{0.70^2 + 1}$$

$$P = 1.73 \text{ m}$$

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0.36}{1.73} = 0.20 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*)

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.1.

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

$$S = \frac{E \text{ hulu} - E \text{ hilir}}{\text{Panjang saluran}} = 0,001$$

$$V = \frac{1}{0.025} \times 0.20^{2/3} \times 0.001^{1/2}$$

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

Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0.43 \times 0.36$$

$$Q = 0.154 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Luas permukaan (B) Kiri:

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

$$A = (1 + (0.70 \times 0,30)) \times 0,30$$

$$A = 0.36 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = 1 + 2 \times 0.30 \sqrt{0.70^2 + 1}$$

$$P = 1.73 \text{ m}$$

Jari-jari Hidraulis (R):

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

$$R = \frac{0.36}{1.73} = 0.20 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*)

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.1.

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

$$S = \frac{E \text{ hulu} - E \text{ hilir}}{\text{Panjang saluran}} = 0,001$$

$$V = \frac{1}{0.025} \times 0.20^{2/3} \times 0.001^{1/2}$$

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

Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0.43 \times 0.36$$

$$Q = 0.154 \text{ m}^3/\text{detik}$$

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. 21 Perhitungan Q analisis tampung penampung dan Q analisis rancangan debit banjir di kawasan Kelurahan Damai.

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	0.154	0,947	2,331	3,258	Tidak Aman
2	Kiri	0.154	0,947	2,331	3,258	Tidak Aman

4.8.2. Perhitungan Perencanaan Kapasitas Tampung Saluran Drainase

a. Saluran Primer

Tabel 4. 22 Hasil perencanaan Saluran Primer (SP) di kawasan Kelurahan Damai

No	Saluran Primer	Ukuran Saluran			Panjang Saluran (Km)	Kondisi Eksisting Saluran
		b (m)	m (%)	h (m)		
1	Kanan	1	0.5	1	2.052	PB disemen
2	Kiri	1	0.5	1	2.052	PB disemen

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 2.1.

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

$$S = \frac{E \text{ hulu} - E \text{ hilir}}{\text{Panjang saluran}} = 0,001$$

$$V = \frac{1}{0.025} \times 0.46^{2/3} \times 0.001^{1/2}$$

$$V = 0.75 \text{ m/detik}$$

Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0.75 \times 1.5$$

$$Q = 1.12 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Luas permukaan (B) Kiri:

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

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

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

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 2.1.

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

$$S = \frac{E \text{ hulu} - E \text{ hilir}}{\text{Panjang saluran}} = 0,001$$

$$V = \frac{1}{0.025} \times 0.46^{2/3} \times 0.001^{1/2}$$

$$V = 0.75 \text{ m/detik}$$

Jadi kapasitas tampung saluran adalah:

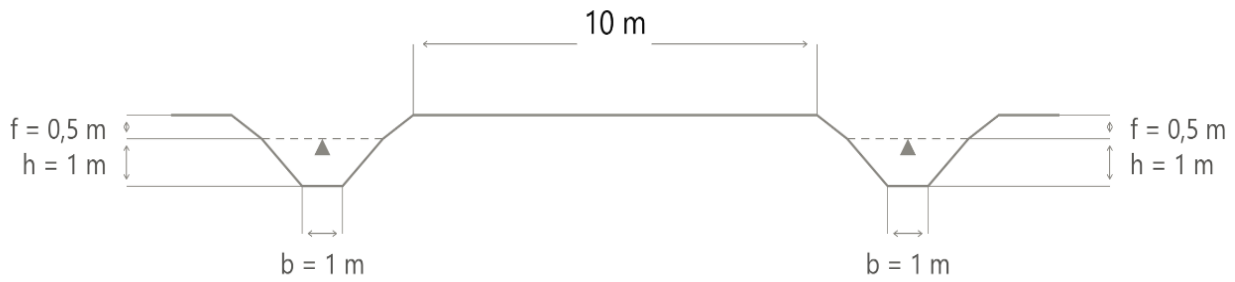
$$Q = V \times A$$

$$Q = 0.75 \times 1.5$$

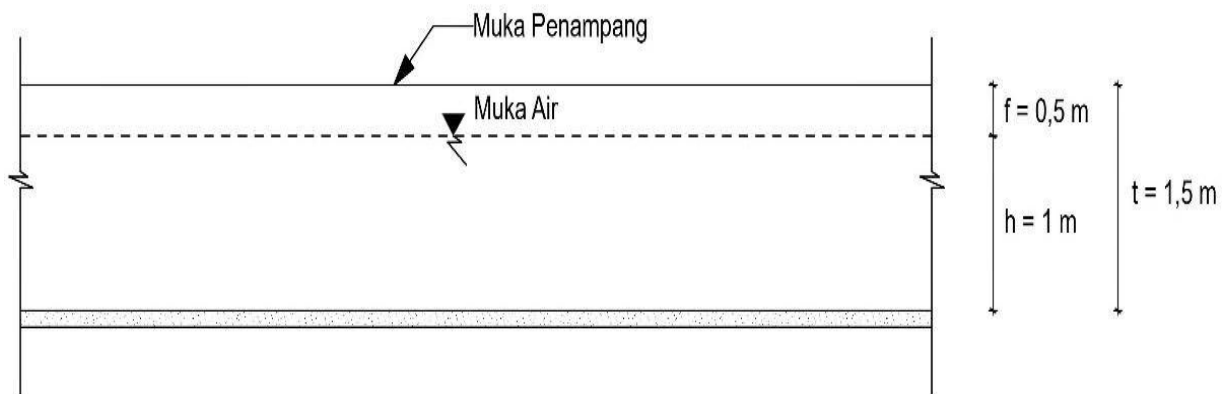
$$Q = 1.12 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Tabel 4. 23 Perhitungan Q analisis tampung penampung dan Q analisis rancangan debit banjir di kawasan Kelurahan Damai.

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	1.12	0,947	2,331	3,258	Aman
2	Kiri	1.12	0,947	2,331	3,258	Aman



Gambar 4. 5 Potongan melintang saluran rencana.



Gambar 4. 6 Potongan memanjang saluran rencana.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

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

1. Penyebab terjadinya genangan ialah ditemukannya sedimentasi, sampah yang menumpuk di dalam saluran, serta kerusakan pada beberapa titik penampang saluran primer dan sekunder, yang mengurangi kapasitas tampung efektif dari kapasitas desain.
2. Dari hasil perhitungan dimensi saluran eksisting drainase primer pada kawasan Kelurahan Damai Kecamatan Binjai Utara pada periode 2, 5 dan 10 tahun dengan dimensi 1 meter, tinggi 1 meter dan tidak dapat menampung besarnya debit banjir rencana sebesar $0.154 \text{ m}^3/\text{detik}$. Sehingga saluran dinyatakan “Tidak Aman”.
3. Perbesaran dimensi saluran primer dari kondisi eksisting 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 $1.12 \text{ m}^3 / \text{detik}$. sehingga saluran dinyatakan “Aman”.

5.2. Saran

1. Untuk saluran primer perlunya perbaikan dan pengerukan sedimentasi agar laju air ke saluran primer lancar dan tidak terhambat dan Perlu adanya kesadaran pada masyarakat untuk menjaga dan merawat saluran drainase agar tetap berfungsi dengan normal.
2. Dari hasil penulisan penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan kepada pihak terkait untuk merencanakan sistem saluran drainase pada daerah penelitian ini dikemudian hari.
3. Perlu dilakukannya perbaikan atau pelebaran dimensi sesuai kesimpulan daya tampung drainase yang sekarang tidak mampu menampung curah hujan yang terjadi khususnya di saluran primer.

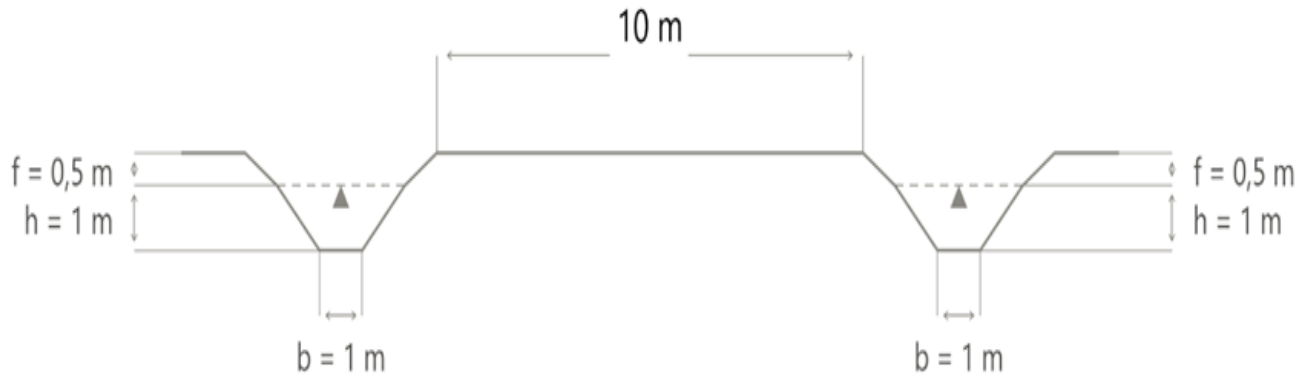
DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- 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>
- Murtaningsih. (2019). Analisis Kinerja Saluran Drainase di Daerah Tangkapan Air Hujan Sepanjang Kali Pepe Anyar Kota Surakarta. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret
- Hilmi, M. F. (2018). *Analisis Sistem Drainase Untuk Menanggulangi Banjir Pada Kawasan Mapoldasu Medan*
- 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>
- Menteri, Pekerjaan Umum. 2014. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor: 12/PRT/M/2014, Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*. Jakarta
- Ramadhana, W. (2021). *Studi penanganan banjir pada kawasan kelurahan bandar selamat di jalan letda sujono (studi kasus)*.
- 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>
- 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>
- Siregar, M. H., & Hasan, R. (2022). *Hidrolika saluran terbuka dan penerapannya dalam perencanaan drainase*. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur*, 9(3), 134–

- Pratama, A. R., Wijaya, D., & Lestari, P. (2024). *Perencanaan sistem drainase berbasis analisa hidrolika*. Jurnal Teknik Sipil Indonesia, 17(1), 55–69.
- Nasution, A. T. A. (2022). *Evaluasi Sistem Drainase Untuk Menanggulangi Banjir (Studi Kasus Jalan Dr. Mansyur Depan Kampus Usu Fakultas Kedokteran)*. 1–56.
- Sutopo, B. (2020). *Hidrolika dan mekanika fluida untuk teknik sipil*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Wandra, H. (2022). *ANALISIS SISTEM DRAINASE (Studi Kasus Jalan Depati Parbo, Kota Sungai Penuh)*. 1–2.
- Budiarti et al., 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>
- Meliane, I., dkk. (2021). *Analisis Curah Hujan Dalam Merancang Saluran Terbuka di Sulawesi Utara*. MINING INSIGHT, Vol. 02, No. 02, 107-114.
- Susan, H, P., Hapsari, R, I., Pudjowati, U, R. (2022). *Perencanaan Ulang Drainase Perkotaan Pada Perumnas Giling, Desa Pamolokan, Kecamatan Kota, Kabupaten Sumenep*. JOS – MRK, Vol 3, No 3, 76-83.
- Manabung, A, A., Talakua, E., Istia, P., (2023). *Analisa Sistem Drainase Jalan Dalam Upaya Penanggulangan Genangan di Kawasan Jalan Merpati Kelurahan Rijali Kota Ambon*. Jurnal Simetrik, Vol 13, No 2.
- Jordani, N, Z., Pudjiwati, U, R. Sutikno. (2023). *Perencanaan Ulang Drainase Perkotaan Berwawasan Lingkungan Daerah Kawasan Jalan Mawaer Kota Malang*. JOS – MRK, Volume 4, No 4, 227-234.
- Syam, A. A. A., dkk. (2023). *Analisis Dimensi Saluran Drainase Untuk Meminimalisir Banjir Di Kota Sungguminasa*. Jurnal Teknik Hidro, Volume 16 No 1.
- Adiwijaya. (2016). *Modul perencanaan drainase permukaan jalan*. In Kementerian Pekerjaan Umum.

LAMPIRAN

A. GAMBAR



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

A. Tabel

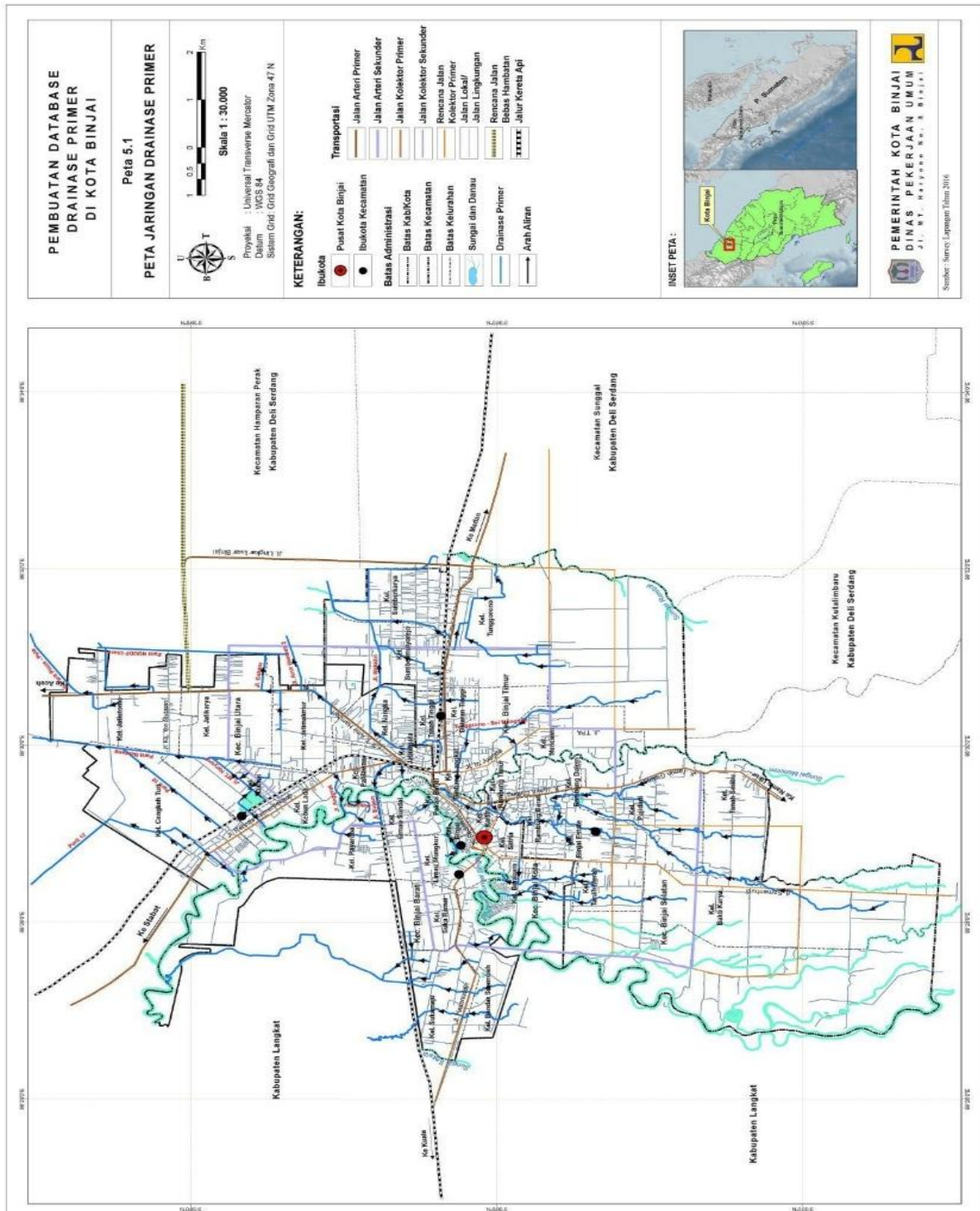
Tabel L. 1 Perhitungan Q rencana pada kawasan Kelurahan Damai

No	Periode		L (Km)	C	Tc (jam)	I	A (km)	Q (m ³ /det)
1	2	0.278	2.052	0.9	0.5	41.84	0.75	0,947
2	5	0.278	2.052	0.9	0.5	57,84	0.75	2,331
3	10	0.278	2.052	0.9	0.5	186,04	0.75	3,258

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

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	1.12	0,947	2,331	3,258	Aman
2	Kiri	1.12	0,947	2,331	3,258	Aman

Lampiran Peta Jaringan Drainase Primer Kota Binjai



B. Foto Dokumentasi



Gambar L. 2 Saluran primer



Gambar L. 3 Saluran primer



Gambar L. 4 Genangan banjir dikawasan penelitian

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama : Nauval Halim
Tempat, Tanggal Lahir : Binjai, 17 Desember 2003
Jenis Kelamin : Laki
Alamat : JL.Let Umar Baki LK.V
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Suwardi
Ibu : Emayuningsih
No. Hp : 081267607414
E-mail : nauvalhalim85@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa: 2207210177
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Sipil
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri BA. No. 3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama Tempat	Tahun Kelulusan
1	SD	SDN 020580 Binjai	2015
2	MTS	MTSN Binjai	2018
3	SMK	SMKS Putra Anda	2021
4	KULIAH DI UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA TAHUN 2022		

