

TUGAS AKHIR

**EVALUASI KAPASITAS SALURAN DRAINASE UNTUK
MENANGGULAGI GENANGAN AIR
JALAN SARI DEPAN UPT PUSKESMAS KEDAI DURIAN
(Studi Kasus)**

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

Disusun Oleh:

HADANA LIHAZA

2007210063



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

MEDAN

2024

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Hadana Lihaza
Npm : 2007210063
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Untuk Menanggulangi
Genangan Air Jalan Sari Depan Upt Puskesmas Kedai
Durian
Bidang Ilmu : Struktur

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 :

Medan, 4 September 2024
Dosen Pembimbing



Randi Gunawan, ST., M.Si.

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:


Nama : Hadana Lihaza
NPM : 2007210063
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Untuk Menanggulangi
Genangan Air Jalan Sari Depan Upt Puskesmas Kedai
Durian
Bidang Ilmu : Struktur

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, 04 September 2024


Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing




Rendi Gunawan, ST., M.Si.

Dosen Pembanding I




Sayed Iskandar Muda, ST., MT.

Dosen Pembanding II



Yunita Pane, ST., MT.

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Assoc. Prof. Ir. Fahrizal Z, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Hadana Lihaza
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 02 Maret 2002
Npm : 2007210063
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Untuk Menanggulagi Genangan Air Jalan Sari Depan Upt Puskesmas Kedai Durian.”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan nonmaterial serta segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang di bentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan atau keserjanaan 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, 04 September 2024

Saya yang menyatakan,



Hadana Lihaza
Hadana Lihaza

ABSTRAK

EVALUASI KAPASITAS SALURAN DRAINASE UNTUK MENANGGULAGI GENANGAN AIR JALAN SARI DEPAN UPT PUSKESMAS KEDAI DURIAN

Hadana Lihaza
2007210063
Randi Gunawan S.T,M.Si.

Banjir dan genangan di daerah perkotaan dan daerah padat penduduk merupakan masalah konvensional yang belum terselesaikan, dan terkadang masih menjadi masalah multi pihak. Penyebab terjadinya banjir selain drainase yang tidak mampu mengalirkan air hujan secara maksimal juga dikarenakan kurangnya kesadaran masyarakat dalam merawat saluran drainase. Penulisan ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan saluran drainase yang sudah ada agar dapat menanggulangi genangan air pada Jalan Sari Kelurahan Kedai Durian Kecamatan Medan Johor. Dari hasil survei dilapangan didapat data-data saluran drainase eksisting yaitu, untuk drainase primer adalah lebar 0,61 meter, tinggi 2 meter dan panjang saluran 575 meter, untuk drainase sekunder memiliki ukuran lebar 0,4 m dan tinggi 0,6 meter. Pada penelitian ini digunakan metode analisa frekuensi curah hujan Distribusi Normal, Distribusi *Log Normal*, Distribusi *Log Person Type III*, Distribusi *Gumbell*. Hasil analisa didapat nilai debit (Q) rancangan untuk kala ulang/1 5, dan 10 tahun yaitu $Q_2 = 0,915959749 \text{ m}^3/\text{detik}$, $Q_5 = 1,154232776 \text{ m}^3/\text{detik}$, $Q_{10} = 1,311961124 \text{ m}^3/\text{detik}$, dari hasil analisa didapat bahwasannya saluran drainase primer II dan sekunder kala ulang 5-10 tahun 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 serta penambahan nilai *slope* drainase agar mampu menampung debit yang lebih besar lagi sehingga tidak terjadi banjir lagi pada saat musim penghujan.

Kata Kunci : Evaluasi sistem drainase, menanggulangi banjir, penyebab banjir

ABSTRACT

EVALUATION OF DRAINAGE CHANNEL CAPACITY TO OVERCOME WATERLOGGING SARI ROAD IN FRONT OF UPT PUSKESMAS KEDAI DURIAN

Hadana Lihaza
2007210063
Randi Gunawan S.T,M.Si.

Flooding and inundation in urban areas and densely populated areas are conventional problems that have not been resolved, and sometimes still become a multi-party problem. The cause of flooding in addition to drainage that is not able to drain rainwater optimally is also due to a lack of public awareness in maintaining drainage channels. This paper aims to evaluate the ability of existing drainage channels in order to overcome the inundation of water on Jalan Sari, Kedai Durian Village, Medan Johor District. From the results of field surveys obtained data on existing drainage channels, namely, for primary drainage is 0.61 meters wide, 2 meters high and 575 meters long, for secondary drainage has a width of 0.4 m and a height of 0.6 meters. In this study used the method of analyzing the frequency of rainfall Normal Distribution, Log Normal Distribution, Log Person Type III Distribution, Gumbell Distribution. The results of the analysis obtained the value of the discharge (Q) design for the return period of/1 5, and 10 years, namely $Q_2 = 0.915959749 \text{ m}^3 / \text{sec}$, $Q_5 = 1.154232776 \text{ m}^3 / \text{sec}$, $Q_{10} = 1.311961124 \text{ m}^3 / \text{sec}$, From the results of the analysis, it is found that the primary II and secondary drainage channels at the 5-10 year return period are no longer able to accommodate the amount of rainfall discharge. Therefore, the solution to overcome this flooding problem needs to restore the function and increase the size of the cross section and increase the value of the drainage slope so that it can accommodate a larger discharge so that there is no more flooding during the rainy season.

Keywords: Evaluation of drainage system, overcoming floods, causes of flooding

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Dalam Menanggulangi Genangan Air Jalan Sari Depan Upt Puskesmas Kedai Durian” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini banyak pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan dukungan, bimbingan dan bantuan, sehingga dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Bapak Randi Gunawan S.T., M.Si., selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan memberikan arahan kepada penulis dalam proses menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Sayed Iskandar Muda, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu dan memberikan saran demi kelancaran penulis dalam proses menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Yunita Pane, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu dan memberikan saran serta masukan demi kelancaran penulis dalam proses menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T., M.Sc., selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera utara yang telah banyak memberikan

arahan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

7. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera utara yang telah banyak memberikan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu Teknik Sipil kepada penulis.

9. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

10. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Bapak Mirwan S.T dan Ibunda tersayang Ibu Erlina Lubis S.Pd yang telah bersusah payah memberikan dukungan dan semangat kepada saya dalam menyusun Tugas Akhir ini hingga selesai.

11. Rekan seperjuangan Kelas B1 Pagi Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Stambuk 2020. Yang telah memberikan perhatian serta dukungan dalam menjalankan perkuliahan. Terimakasih saya ucapkan sudah menjadi bagian dari sebuah kisah yang takkan terlupakan.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang membangun untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis dimassa depan. Semoga Tugas Akhir ini memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi penulis dan juga bagi teman teman Mahasiswa Teknik Sipil khususnya. Aamiin.

Medan, 4 September 2024

Saya yang menyatakan,



Hadana Lihaza

DAFTAR ISI

LEMBAR ASISTENSI PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR NOTASI	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Drainase	6
2.2 Jenis-jenis Drainase	7
2.3 Fungsi Drainase	9
2.4 Pola Jaringan Drainase	10

2.5 Sistem Jaringan Drainase	12
2.6 Bentuk Penampang Saluran Drainase	13
2.7 Banjir	16
2.8 Siklus Hidrologi	16
2.9 Bentuk-Bentuk Siklus Hidrologi	18
2.10 Analisis Frekuensi Distribusi Hujan	20
2.11 Intensitas Curah Hujan	25
2.12 <i>Catchment Area</i>	26
2.13 Koefisien Pengaliran	26
2.14 Waktu Konsentrasi	28
2.15 Debit Rancangan Dengan Metode Rasional	29
2.16 Analisis Hidrolika	29
BAB 3 METODE PENELITIAN	33
3.1 Bagan Alir Penelitian	33
3.2 Lokasi Penelitian	34
3.3 Kondisi Umum Lokasi Studi	37
3.4 Rancangan Penelitian	38
3.5 Teknik Pengumpulan Data	38
3.6 Metode Analisa dan Pembahasan Data	38
3.7 Pengolahan Data	39
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 <i>Input Data</i>	40
4.2 Luas Daerah Tangkapan Air (DAS)	41

4.3 Analisa Hidrologi	47
4.4 Pengujian Keselarasan Sebaran	61
4.5 Hasil Pengujian Dan Distribusi Frekuensi Yang Terpilih	73
4.6 Debit Banjir Rancangan	74
4.7 Analisa Hidrolika	78
4.8 Perhitungan Kapasitas Saluran	78
4.9. Upaya Penanggulangan Air atau Banjir	85
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	91
5.1 Kesimpulan	91
5.2 Saran	91
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN	95
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	100

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Koefisien Untuk Distribusi Normal (Sumber : Lubis,F. 2018)	21
Tabel 2.2 Nilai Koefisien Untuk Distribusi <i>Log Normal</i> (Sumber : Lubis,F. 2018)	21
Tabel 2.3 Faktor k Untuk Sebaran <i>Log Pearson III</i> (Sumber : Lubis,F. 2018)	23
Tabel 2.4 <i>Reduced Mean</i> (Y_n)	24
Tabel 2.5 <i>Reduced Standard Deviasi</i> (S_n)	25
Tabel 2.6 <i>Reduced Variate</i> (Y_t)	25
Tabel 2.7 <i>Koefisien Pengaliran</i> (α)	27
Tabel 2.8 <i>Koefisien Kekasaran Manning</i> (n)	29
Tabel 2.9 Tinggi Jagaan untuk Saluran Pasangan (Sumber : Standar Perencanaan Irigasi, KP-04 Bagian <i>Bangunan, Ditjen Pengairan, 1986</i>)	31
Tabel 2.10 Harga μ dalam Gorong-Gorong Pendek (< 20 m) <i>Sumber : Standar Perencanaan Irigasi, KP-04 Bagian Bangunan, Ditjen Pengairan, 1986</i>	32
Tabel 4.1 Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Geofisika Deli Serdang	41
Tabel 4.2 Elevasi Tanah Saluran Primer I	42
Tabel 4.3 Elevasi Tanah Saluran Primer II	43
Tabel 4.4 Elevasi Tanah Saluran Sekunder	44
Tabel 4.5 Analisis Curah Hujan Distribusi Normal	47
Tabel 4.6 Analisis Hasil Curah Hujan Dengan Distribusi Normal	49
Tabel 4.7 Analisis Curah Hujan Dengan Distribusi <i>Log Normal</i>	50

Tabel 4.8 Analisis Hasil Curah Hujan Dengan Distribusi <i>Log Normal</i>	53
Tabel 4.9 Analisis Curah Hujan Dengan Distribusi <i>Log Pearson III</i>	53
Tabel 4.10 Faktor k Untuk Sebaran <i>Log Pearson III</i>	54
Tabel 4.11 Analisis Hasil Curah Hujan Dengan Distribusi <i>Log Person III</i>	56
Tabel 4.12 Analisis Curah Hujan Dengan Distribusi <i>Gumbell</i>	57
Tabel 4.13 Analisis Hasil Curah Hujan Dengan Distribusi <i>Gumbell</i>	59
Tabel 4.14 Rekapitulasi Analisa Curah Hujan Rencana Maksimum	60
Tabel 4.15 Parameter Pemilihan Distribusi Curah Hujan	60
Tabel 4.16 Urutan Data Curah Hujan 10 Tahun Dari Yang Terbesar Ke Yang Terkecil	61
Tabel 4.17 Analisis Data Curah Hujan Distribusi Normal Sesuai Interval Kelas	63
Tabel 4.18 Analisis Data Curah Hujan Distribusi <i>Log Normal</i> Sesuai Interval Kelas	63
Tabel 4.19 Analisis Data Curah Hujan Distribusi <i>Log Pearson III</i> Sesuai Interval Kelas	64
Tabel 4.20 Analisis Data Curah Hujan Distribusi <i>Gumbell</i> Sesuai Interval Kelas	65
Tabel 4.21 Perhitungan Uji Kecocokan <i>Chi -Square</i> Dengan Distribusi Normal	65
Tabel 4.22 Perhitungan Uji Kecocokan <i>Chi -Square</i> Dengan Distribusi <i>Log Normal</i>	65
Tabel 4.23 Perhitungan Uji Kecocokan <i>Chi -Square</i> Dengan <i>Log Pearson III</i>	66
Tabel 4.24 Perhitungan Uji Kecocokan <i>Chi -Square</i> Dengan Distribusi <i>Gumbell</i>	66
Tabel 4.25 Perhitungan Uji Kecocokan <i>Smirnov Kolmogorov</i> Distribusi Normal	68
Tabel 4.26 Perhitungan Uji Kecocokan <i>Smirnov Kolmogorofv</i> Distribusi <i>Log Normal</i>	69
Tabel 4.27 Perhitungan Hasil Intepolasi Nilai Cs	

Untuk Menentukan Nilai P'Xi	70
Tabel 4.28 Perhitungan Uji Kecocokan <i>Smirnov Kolmogorov</i> Distribusi <i>Log Pearson III</i>	71
Tabel 4.29 Perhitungan Uji Kecocokan <i>Smirnov Kolmogorov</i> Distribusi <i>Gumbell</i>	72
Tabel 4.30 Hasil Analisis Pengujian Sebaran <i>Chi Square</i>	73
Tabel 4.31 Hasil Analisis Pengujian Sebaran <i>Smirnov Kolmogorov</i>	73
Tabel 4.32 Data Lapangan Saluran Primer Yang Ditinjau	74
Tabel 4.33 Rekapitulasi Analisa Curah Hujan Menggunakan Rumus <i>Mononobe</i>	76
Tabel 4.34 Perhitungan Q Rancangan Menggunakan Metode Rasional Jalan Sari	77
Tabel 4.35 Hasil Survei Drainase Saluran Primer (SP) di Jalan Sari Kelurahan Kedai Durian	78
Tabel 4.36 Perhitungan Q Analisis Tampungungan Penampung dan Q Analisis Rancangan Debit Banjir Saluran Primer	82
Tabel 4.37 Hasil Survei Drainase Saluran Primer (SS) di Jalan Sari Kelurahan Kedai Durian	82
Tabel 4.38 Perhitungan Q Analisis Tampungungan Penampung dan Q Analisis Rancangan Debit Banjir Saluran Sekunder	85
Tabel 4.39 Drainase Saluran Primer (SS) Rencana Kawasan Kelurahan Kedai Durian	87
Tabel 4.40 Perhitungan Q Analisis Tampungungan Rencana dan Q Analisis Rancangan Debit Banjir Saluran Sekunder di Jalan Sari Kelurahan Kedai Durian	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Drainase Alamiah	7
Gambar 2.2	Drainase Buatan	8
Gambar 2.3	Drainase Saluran Permukaan	8
Gambar 2.4	Drainase Saluran Bawah Permukaan	9
Gambar 2.5	Pola Jaringan Drainase <i>Siku</i>	10
Gambar 2.6	Pola Jaringan Drainase <i>Paralel</i>	11
Gambar 2.7	Pola Jaringan Drainase <i>Grid Iron</i>	11
Gambar 2.8	Pola Jaringan Drainase Alamiah	11
Gambar 2.9	Pola Jaringan Drainase <i>Radial</i>	12
Gambar 2.10	Pola Jaringan Drainase <i>Jaring-Jaring</i>	12
Gambar 2.11	Saluran Bentuk Trapesium	13
Gambar 2.12	Saluran Bentuk Persegi	14
Gambar 2.13	Saluran Setengah Lingkaran	14
Gambar 2.14	Saluran <i>V Shape Section</i>	15
Gambar 2.15	Saluran <i>U Shape Section</i>	15
Gambar 2.16	Siklus Hidrologi	17
Gambar 2.17	Siklus Hidrologi Pendek	18
Gambar 2.18	Siklus Hidrologi Sedang	19
Gambar 2.19	Siklus Hidrologi Panjang	19
Gambar 3.1	Bagan Alir Penelitian	33
Gambar 3.2	Peta Lokasi Penelitian	34
Gambar 3.3	CAD Peta Kecamatan Medan Johor	35
Gambar 3.4	CAD Peta Kelurahan Kedai Durian	36
Gambar 3.5	Peta Alur Hulu-Hilir Kawasan	37
Gambar 4.1	Elevasi Drainase Primer <i>Eksisting</i>	45
Gambar 4.2	Elevasi Drainase Sekunder <i>Eksisting</i>	46
Gambar 4.3	Kurva IDF Intensitas Hujan	77
Gambar 4.4	Type Drainase Eksisting Saluran Primer	79
Gambar 4.5	Drainase Eksisting Saluran Primer I	80

Gambar 4.6	Drainase Eksisting Saluran Primer II	81
Gambar 4.7	Type Drainase Eksisting Saluran Sekunder	83
Gambar 4.8	Perencanaan Saluran Primer	87
Gambar 4.9	Perencanaan Saluran Sekunder	90

DAFTAR NOTASI

\bar{X}	= Curah hujan maksimum rata-rata (mm/hari)
S_x	= Standar deviasi
Z	= Faktor frekuensi
X_t	= Besarnya curah hujan yang mungkin terjadi pada periode ulang T tahun (mm/hari)
K_t	= Standar variabel untuk periode ulang tahun
$\text{LOG } \bar{X}$	= Harga rata-rata logaritmik
X_i	= Nilai curah hujan tiap-tiap
N	= Jumlah data
S	= Standar deviasi
CS	= Koefisien <i>skewness</i>
K	= Harga yang diperoleh berdasarkan nilai C_s
S	= Standar deviasi
Y_t	= <i>Reduced variable</i> , parameter Gumbel untuk untuk periode T tahun
Y_n	= <i>Reduced mean</i> , merupakan fungsi dari banyaknya data (n)
S_n	= <i>Reduced standar deviasi</i> , merupakan fungsi dari banyak data (n)
I	= Intensitas curah hujan (mm/jam)
T_C	= Lamanya curah hujan (menit)
R_{24}	= Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)
T_O	= Waktu pengaliran air yang mengalir di atas permukaan lahan menuju s saluran (<i>inlet time</i>) dalam menit.
T_D	= Waktu pengaliran air yang mengalir di dalam saluran sampai titik yang

ditinjau (*conduit time*) dalam menit.

- L = Panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m)
- L_s = Panjang lintasan aliran di dalam saluran (m)
- V = Kecepatan aliran di dalam saluran (m/det)
- Q = Debit banjir rencana dengan masa ulang T tahun dalam m^3/dt
- α = Koefisien pengaliran
- β = Koefisien penyebaran hujan
- A = Luas daerah aliran dalam ha.
- R = Jari-jari hidrolis (m)
- P = Keliling basah saluran (m)
- N = Koefisien kekasaran Manning
- S = Kemiringan memanjang saluran
- Z = Kehilangan tinggi energi pada gorong - gorong (m)
- G = Percepatan gravitasi ($g = 9,8 \text{ m/det}^2$)
- Dk = Derajat kebebasan
- M = No Urut
- P (Xi) = Data sesudah dirangking dari yang terbesar ke terkecil
- Xrt = Jumlah Xi

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1 Survei langsung saluran drainase primer I eksisting	96
Lampiran A.2 Survei langsung saluran drainase primer II eksisting	96
Lampiran A.3 Survei langsung saluran drainase sekunder eksisting	97
Lampiran A.4 Survei langsung perhitungan penampang saluran drainase menggunakan mobile	97
Lampiran A.5 kecepatan maksimum kekasaran dinding dan dasar saluran	98
Lampiran A.6 Standard koefisien pengaliran tergantung dari sifat permukaan tanah	98
Lampiran A.7 Standard deviasi kemiringan	99

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Dengan pesatnya perkembangan kota Medan di provinsi Sumatera Utara, khususnya kawasan Jalan Sari di provinsi Medan-Johor, permasalahan Drainase perkotaan juga semakin meningkat. Secara umum pengelolaan Drainase masih belum tuntas sehingga permasalahan banjir dan genangan belum terselesaikan secara tuntas. Pengelolaan Drainase perkotaan dimulai dari perancangan, konstruksi, pengoperasian, dan pemeliharaan, serta didukung oleh perbaikan sistem, pembiayaan, serta partisipasi dan kesadaran warga setempat, dan dilaksanakan secara komprehensif untuk memastikan Drainase tetap berfungsi dengan baik.

Banjir dan genangan di wilayah perkotaan dan pemukiman merupakan permasalahan tradisional yang masih belum terselesaikan dan masih dapat menjadi permasalahan bagi banyak pihak. Dalam situasi ini, berkurangnya daerah aliran sungai, tersumbatnya sungai dan kanal, serta penumpukan sampah di kanal seringkali dianggap sebagai permasalahan. Selain itu, penanganan permasalahan Drainase, khususnya di perkotaan, semakin diperumit dengan adanya kebijakan Drainase yang tidak sejalan dengan perencanaan tata ruang setempat (Nasution, A. T. A. 2022).

Drainase berasal dari kata *drainage* yang artinya mengalirkan, mengeringkan, atau membuang air. Drainase adalah suatu sistem yang dirancang untuk mengatasi masalah kelebihan air yang tidak diinginkan yang mengalir di atas atau di bawah permukaan bumi. Kelebihan air ini dapat berasal dari limpasan air hujan (*excess rain*) atau air limbah perumahan. Pada kawasan pemukiman, drainase berfungsi sebagai sarana sanitasi yang mencegah terjadinya banjir dan mencegah terjadinya genangan air yang berdampak pada kenyamanan dan kesehatan lingkungan. Banjir di kawasan pemukiman seringkali disebabkan oleh ketidakmampuan saluran drainase mengalirkan kelebihan air. Jika hujan lebat tidak dibarengi dengan

kapasitas saluran yang memadai atau bahkan tersumbat puing-puing.

Kawasan Jalan Sari UPT Puskesmas Kedai Durian dipilih karena ingin mengkaji dimensi saluran drainase pada kawasan tersebut. Drainase sering kali diabaikan oleh para pengambil keputusan dan kontraktor lokal dan sering kali direncanakan seolah-olah tidak penting, atau paling tidak sepele dibandingkan dengan pekerjaan pengendalian banjir. Pekerjaan drainase merupakan pekerjaan yang kompleks dan rumit, namun membutuhkan lebih banyak uang, tenaga, dan waktu dibandingkan pekerjaan pengendalian banjir.

Secara fungsional, sulit untuk memisahkan secara jelas sistem drainase dan perlindungan banjir. Namun pada kenyataannya, kita dapat mengatakan bahwa drainase menangkap kelebihan air sebelum memasuki kanal dan sungai besar. Faktor-faktor yang paling signifikan mempengaruhi perencanaan drainase mencakup jumlah curah hujan di daerah tangkapan air dan cara penggunaan lahan di daerah tangkapan air. Jika diketahui intensitas curah hujan tinggi dan daerah tangkapan air kecil maka dimensi drainase direncanakan lebih besar dan sebaliknya.

1.2. Rumusan masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah evaluasi dimensi saluran Drainase pada kawasan Jalan Sari Kelurahan Kedai Durian, Kecamatan Medan Johor, diantaranya:

1. Berapa besar intensitas curah hujan dan debit banjir rencana pada lokasi penelitian?
2. Berapa besar debit limpasan yang terjadi pada lokasi penelitian?
3. Apakah saluran Drainase eksisting mampu menampung debit banjir rencana di Kelurahan Kedai Durian?

1.3. Ruang lingkup

Pada penulisan tugas akhir ini, penulis membatasi masalah pada parameter-parameter berikut ini:

1. Sistem drainase yang diteliti adalah saluran drainase pada kawasan UPT Puskesmas Jalan Sari Kedai Durian Kota Medan.
2. Menentukan distribusi yang sesuai dengan mengevaluasi data yang ada.
3. Menentukan curah hujan rencana dengan menggunakan data curah hujan stasiun Kecamatan Medan Johor yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi Stasiun Geofisika Deli Serdang.
4. Data curah hujan yang dianalisis menggunakan periode 10 tahun terakhir dari 2014 sampai dengan 2023 yang didapat dari stasiun Klimatologi untuk Kecamatan Medan Johor.
5. Mengevaluasi debit banjir rencana pada daerah penelitian.
6. Melakukan evaluasi hidrolis untuk menangani permasalahan banjir pada daerah penelitian tersebut.

1.4. Tujuan penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk memperoleh intensitas curah hujan dan debit banjir rencana pada daerah penelitian dengan menganalisa data curah hujan dari stasiun pengamat hujan yang ada di daerah tersebut.
2. Untuk mengetahui besar debit limpasan yang menyebabkan genangan atau banjir di lokasi penelitian.
3. Untuk mengetahui apakah saluran drainase eksisting masih mampu menampung debit banjir rencana pada kawasan Jalan Sari Kedai Durian, Kota Medan atau perlu di renovasi.

1.5. Manfaat penelitian

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

1. Secara akademis memperoleh ilmu pengetahuan dan proses belajar dalam melakukan kajian ilmiah tentang “Evaluasi Dimensi Saluran Drainase Pada kawasan Jalan Sari Kedai Durian” Medan Johor.
2. Secara teoritis meningkatkan pemahaman dalam menganalisa dan pembahasan data yang dimiliki untuk mengetahui perbedaan atau perbandingan dari hasil yang dikaji secara umum.
3. Secara praktis mengetahui gambaran kondisi drainase eksisting dan penyebab terjadinya genangan dan banjir di Jalan Sari Kedai Durian, Medan Johor.
4. Dapat memberikan solusi yang tepat pada penanggulangan genangan dan banjir akibat debit limpasan air hujan yang terjadi di Jalan Sari Kedai Durian, Medan Johor,
5. Menjadi bahan referensi dan masukan kepada pemerintah daerah setempat untuk melakukan perbaikan sarana drainase yang lebih baik.

1.6. Sistematika penulisan

Sistematika penulisan pada tugas akhir ini akan dijabarkan dalam penulisan yang terbagi menjadi lima bab, agar lebih mudah memahami isinya. Sistematika penulisan ini memuat hal sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas secara singkat mengenai teori penelitian sebagai dasar dalam mengkaji permasalahan yang ada, dan metode-metode perhitungan yang digunakan.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bagian ini membahas tentang tahapan penelitian, metode pelaksanaan,

Teknik pengumpulan data, jenis dan sumber data yang diperlukan, serta Teknik analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas hasil yang didapat dari penelitian serta pembahasan analisis perhitungan dan pemecahan dari masalah selama penelitian.

BAB V KESIMPULAN

Bagian ini akan dipaparkan kesimpulan dari hasil pembahasan penelitian yang telah dilaksanakan dan beberapa saran dari penulis.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Drainase

Drainase berasal dari bahasa Inggris, artinya mengalirkan, membuang, atau mengubah arah air. Drainase secara umum dapat diartikan sebagai suatu tindakan rekayasa untuk mengurangi kelebihan air yang berasal dari air hujan, air lindi, atau kelebihan air irigasi suatu wilayah/negara agar fungsi wilayah atau negara tersebut tidak terganggu. Drainase juga dapat diartikan sebagai upaya pengendalian kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas. Oleh karena itu, drainase tidak hanya berdampak pada air permukaan tetapi juga air tanah (Suripin, 2004).

Menurut (Astika M.N., & Cahyonugroho O.H, 2020), evaluasi sistem drainase merupakan upaya untuk mengukur hasil perancangan sistem drainase yang mengalihkan air hujan dan air limbah dari hulu ke hilir *rephrase*. Faktor-faktor yang mendukung evaluasi sistem drainase meliputi penggunaan lahan, topografi jalan, ukuran saluran, kontur area, kemiringan saluran, arah aliran, dan fitur air lainnya yang digunakan sebagai umpan balik untuk perencanaan sistem drainase di masa depan.

Sistem drainase dapat diartikan sebagai sekumpulan bangunan air yang dirancang untuk mengurangi atau membuang kelebihan air pada suatu area atau lahan sehingga lahan tersebut dapat dimanfaatkan secara optimal. Sistem drainase gedung terdiri dari, dari atas ke bawah, saluran *interseptor*, saluran *kolektor*, saluran *konveyor*, saluran utama, dan saluran penerima. Struktur lain seperti gorong-gorong, jembatan saluran, talang, saluran miring dan saluran pembuangan miring umumnya ditemukan di sepanjang sistem drainase.

Drainase perkotaan merupakan suatu tindakan rekayasa untuk mengurangi kelebihan air, baik yang disebabkan oleh air hujan, rembesan air, maupun kelebihan air irigasi dari suatu daerah atau lahan yang belum terjamah, (Suripin 2004).

Sedangkan menurut (Maryono dalam Saves, F 2018), konsep drainase konvensional atau ramah lingkungan sering digunakan di perkotaan. Menurut Lukman, A (2018), drainase perkotaan/terapan merupakan sistem pengeringan atau

aliran dari wilayah perkotaan yang meliputi :

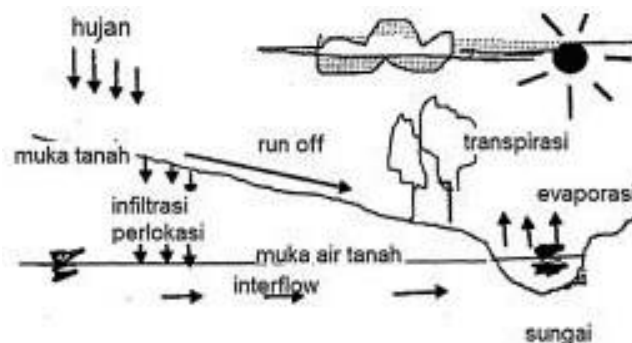
- a. Pemukiman
- b. Kawasan industri dan perdagangan
- c. Kampus dan sekolah
- d. Rumah sakit dan fasilitas umum
- e. Lapangan olah raga
- f. Lapangan parkir
- g. Instalasi militer, listrik dan telekomunikasi
- h. Pelabuhan dan udara

2.2. Jenis-jenis drainase

Jenis Drainase dapat digolongkan menjadi kelompok sebagai berikut :

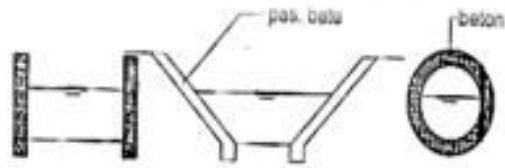
A. Drainase menurut sejarah asal usulnya

1) Drainase alami bentuk alami dan berisi bangunan penyangga bukan drainase, saluran ini tercipta oleh aliran air yang bergerak secara gravitasi, secara bertahap membentuk jalur air permanen seperti sungai. Daerah dengan drainase alami yang relatif baik memerlukan perlindungan yang lebih sedikit dibandingkan daerah dataran rendah yang berfungsi sebagai daerah aliran sungai masuk dari anak-anak sungai besar, berikut contoh drainase alamiah terdapat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1: Drainase Alamiah

2) Saluran drainase buatan saluran drainase yang dibuat dengan maksud atau tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan khusus seperti parit batu, gorong-gorong atau pipa. berikut contoh drainase buatan terdapat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2: Drainase buatan

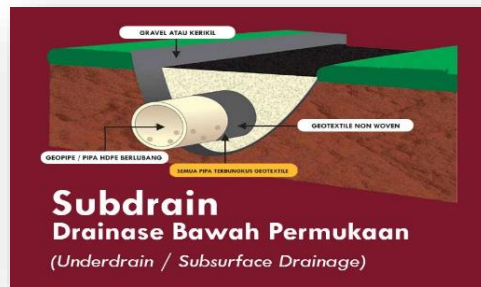
B. Drainase menurut letak bangunan

1) Drainase permukaan saluran drainase yang terletak di atas permukaan tanah dan digunakan untuk mengalirkan air permukaan. analisa aliran yang dilakukan adalah analisa aliran saluran terbuka, berikut contoh drainase saluran permukaan terdapat pada gambar 2.3 .



Gambar 2.3: Drainase saluran permukaan

2) Saluran drainase bawah tanah saluran drainase yang dimaksudkan untuk alasan tertentu mengalirkan air limpasan permukaan melalui media bawah permukaan pipa. hal ini dilakukan karena persyaratan artistik dan fungsional permukaan yang tidak memungkinkan adanya saluran air pada permukaan , seperti: lapangan sepak bola, bandara, taman, berikut contoh drainase saluran bawah permukaan terdapat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4: Drainase saluran bawah permukaan

C. Drainase sesuai rencana

- 1) Saluran terbuka drainase air hujan cocok dan terletak pada daerah yang mempunyai luas cukup atau drainase bukan air hujan yang tidak membahayakan kesehatan atau mengganggu lingkungan hidup.
- 2) Saluran tertutup saluran pada umumnya digunakan untuk mengalirkan air limbah (air yang berbahaya bagi kesehatan atau lingkungan hidup) atau untuk saluran di pusat kota.

D. Drainase menurut sistem pembuangan limbah

Dalam sistem pengumpulan air limbah, tergantung fungsinya, pemilihan sistem pembuangan limbah dibagi menjadi berikut :

- 1) Sistem pemisahan Air limbah dan air hujan masing-masing disalurkan secara terpisah melalui sistem
- 2) Sistem campuran air limbah dan air hujan dialirkan melalui saluran yang sama.
- 3) Sistem gabungan (*Pscudo Separation System*) merupakan gabungan antara saluran air limbah dan saluran air hujan, pada musim hujan air limbah dan air hujan tercampur dalam saluran air limbah, dan air hujan berperan sebagai fungsi sekunder. Saluran pembuangan ini tidak terintegrasi, namun tersambung dengan sistem pipa *cuto ff*.

2.3. Fungsi drainase

Drainase memiliki banyak fungsi, antara lain:

- 1) Pengeringan daerah berlumpur dan genangan air.
- 2) Pengendalian akumulasi limpasan air hujan yang berlebihan.
- 3) Pengendalian erosi, kerusakan jalan, dan kerusakan prasarana.

4) Pengelolaan kualitas air.

Sistem Drainase mempunyai fungsi yang sangat penting dalam perencanaan karena menyangkut kebersihan, kesehatan, dan keselamatan setiap orang atau masyarakat. Fungsi drainase adalah sebagai berikut:

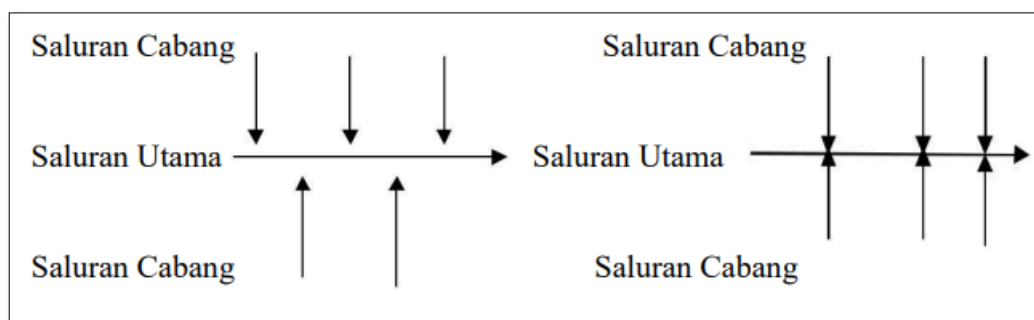
- 1) Melindungi kawasan (khususnya pemukiman) dari genangan, erosi, dan banjir.
- 2) Fitur drainase meminimalkan risiko kesehatan lingkungan dan melindungi terhadap malaria (nyamuk) dan penyakit lainnya melalui kelancaran aliran air.
- 3) Sebaiknya menggunakan lantai tempat tinggal yang padat agar tidak lembab.
- 4) Sistem yang baik dapat mengoptimalkan penggunaan lahan dan meminimalkan kerusakan pada jalan dan bangunan lain di atas tanah.
- 5) Ketika mengembangkan sistem drainase perkotaan, perhatian harus diberikan pada fungsi drainasenya.
- 6) Sebagai prasarana perkotaan yang ramah lingkungan.

2.4. Pola jaringan drainase

Adapun tipe atau jenis pola jaringan drainase menurut sebagai berikut :

a) Jaringan drainase siku

Dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai. Sungai sebagai pembuang akhir berada di tengah kota. Gambar 2.5 merupakan sketsa pola jaringan drainase siku.

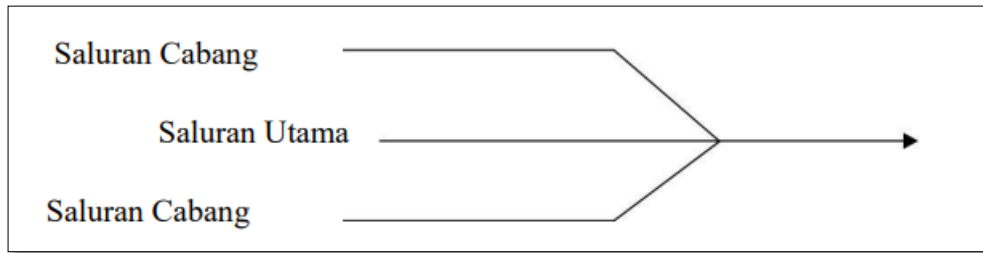


Gambar 2.5: Pola jaringan drainase siku .

b) Jaringan Drainase *Paralel*

Jaringan drainase paralel saluran utama sejajar dengan saluran sekunder. Karena saluran cabang (saluran sekunder) sangat banyak dan pendek., Gambar 2.6

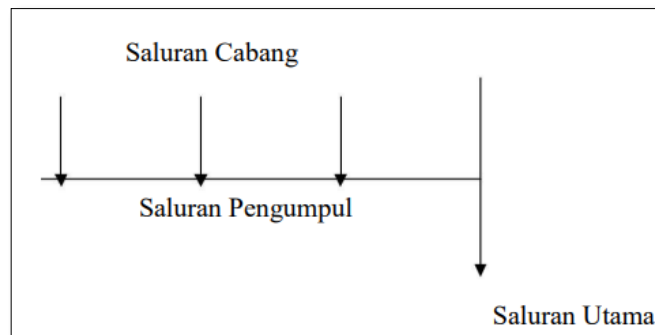
merupakan sketsa pola jaringan drainase paralel.



Gambar 2.6: Pola jaringan drainase *paralel*.

c) Jaringan Drainase *Grid Iron*

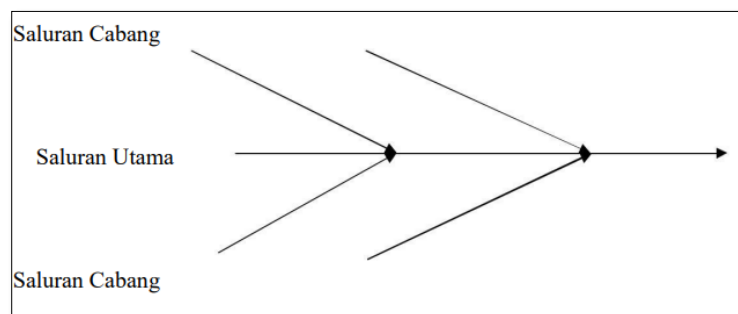
Jaringan ini diperuntukkan untuk daerah sungai pinggir kota dengan skema saluran pengumpulan sebelum masuk kedalam saluran utama, Gambar 2.7 merupakan sketsa pola jaringan drainase *grid iron*.



Gambar 2.7: Pola jaringan drainase *grid iron*..

d) Jaringan Drainase Alamiah

Seperti jaringan drainase siku, hanya saja pada pola alamiah ini beban sungainya lebih besar, Gambar 2.8 merupakan sketsa pola jaringan drainase alamiah.

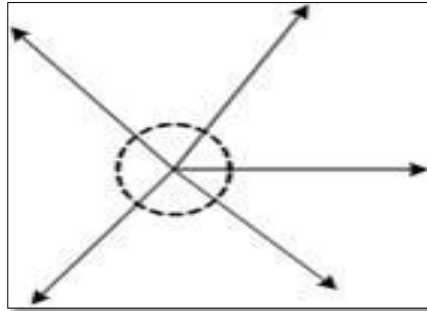


Gambar 2.8: Pola jaringan drainase alamiah.

e) Jaringan Drainase *Radial*

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

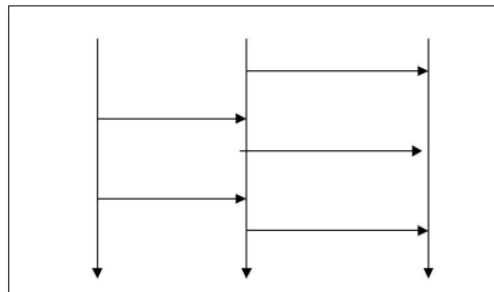
Gambar 2.9 merupakan sketsa pola jaringan drainase *radial*.



Gambar 2.9 Pola jaringan drainase *radial*.

f) Jaringan Drainase Jaring-Jaring

Mempunyai saluran-saluran pembuang mengikuti arah jalan raya yang cocok terhadap daerah dengan topografi datar. Gambar 2.10 merupakan sketsa pola jaringan drainase jaring-jaring.



Gambar 2.10: Pola jaringan drainase jaring-jaring.

2.5. Sistem jaringan drainase

Di bawah ini adalah sistem jaringan drainase perkotaan yang dapat dibagi menjadi dua bagian :

- Sistem drainase makro adalah sistem saluran atau cekungan dimana air dikumpulkan melalui pengalihan dari tangkapan air hujan. Umumnya sistem drainase makro jenis ini disebut juga sistem induk atau sistem drainase primer. Sistem jaringan dapat menampung aliran air yang besar seperti saluran

drainase utama, kanal, dan sungai. Jenis perencanaan drainase makro ini biasanya mengasumsikan periode ulang 5 hingga 10 tahun, dan studi topografi yang terperinci sangat penting ketika merencanakan sistem drainase.

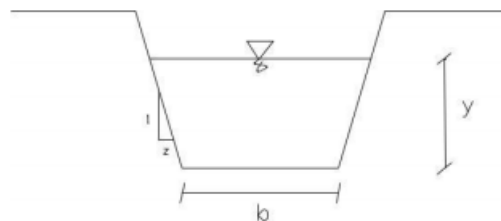
- Sistem drainase mikro adalah sistem saluran dan bangunan drainase bantu yang berfungsi menampung dan mengalirkan air dari badan air hujan. Secara keseluruhan, sistem drainase mikro mencakup saluran pinggir jalan, saluran air hujan dan selokan di sekitar bangunan, gorong-gorong, dan saluran air perkotaan yang limpasan airnya tidak signifikan. Umumnya, drainase mikro ini ditujukan untuk menampung curah hujan yang berulang selama 15 hingga 10 tahun, tergantung pada penggunaan lahan yang ada. Sistem drainase pada lingkungan perumahan biasanya merupakan sistem drainase mikro.

2.6. Bentuk penampang saluran drainase

Bentuk-bentuk untuk drainase tidak jauh berbeda dengan saluran irigasi pada umumnya. Dalam perancangan dimensi saluran harus diusahakan dapat membentuk dimensi yang ekonomis. Dimensi saluran yang terlalu besar berarti kurang ekonomis, sebaliknya dimensi yang terlalu kecil akan menimbulkan permasalahan karena daya tampung yang tidak memadai. Penampang drainase merupakan bentuk melintang dari saluran drainase yang dirancang untuk mengalirkan air permukaan. Bentuk penampang drainase bisa bervariasi tergantung pada kebutuhan, lokasi, dan volume air yang harus diatur. Berikut adalah beberapa bentuk penampang drainase yang umum digunakan, Gambar 2.11 merupakan saluran trapesium. Penampang Trapesium (*Trapezoidal Section*):

Kelebihan : Memiliki kapasitas aliran yang besar, stabil, dan mudah dibangun.

Kekurangan : Membutuhkan lebih banyak ruang karena lebar bagian atas yang lebih besar.

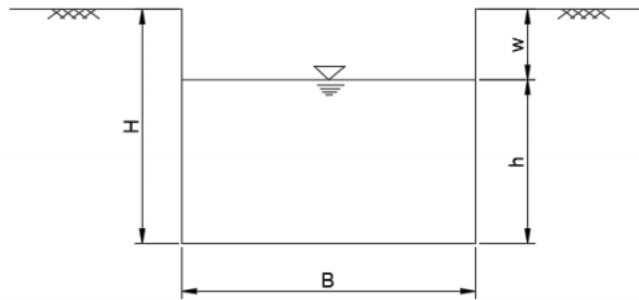


Gambar 2.11: Saluran bentuk trapesium.

a) Penampang Persegi Panjang (*Rectangular Section*)

Kelebihan : Cocok untuk area yang sempit dan terkontrol dengan baik, terutama di lingkungan perkotaan.

Kekurangan : Dinding yang vertikal dapat menyebabkan erosi jika tidak diperkuat. Gambar 2.12 merupakan saluran persegi.

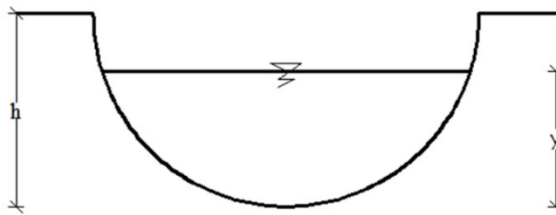


Gambar 2.12: Saluran bentuk persegi.

b) Penampang Setengah Lingkaran (*Semi-Circular Section*)

Kelebihan : Efisien dalam mengalirkan air dengan cepat dan meminimalkan sedimentasi.

Kekurangan : Biasanya lebih sulit dan mahal untuk dibangun dibandingkan bentuk lainnya, Gambar 2.13 merupakan saluran setengah lingkaran.

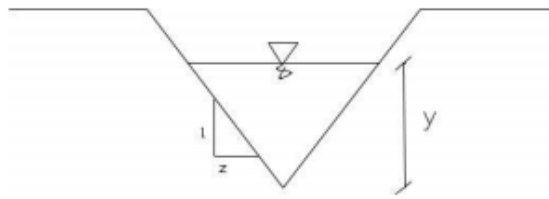


Gambar 2.13: Saluran setengah lingkaran.

c) Penampang Parit (*V-Shape Section*)

Kelebihan : Sederhana dan murah, cocok untuk daerah pedesaan atau saluran kecil.

Kekurangan : Kapasitas aliran terbatas dan rentan terhadap erosi. Gambar 2.14 merupakan saluran *V Shape Section*.



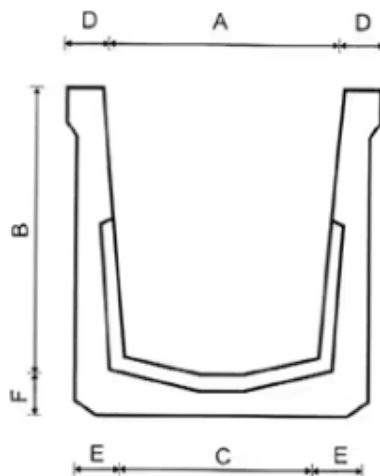
Gambar 2.14: Saluran *V shape section*.

d) Penampang U (*U-Shape Section*)

Kelebihan : Stabil dan mudah dibangun dengan beton pracetak

Kekurangan : Memerlukan perawatan lebih pada sambungan antar bagian.

Gambar 2.15 merupakan saluran *U Shape Section*.



Gambar 2.15: Saluran *U shape section*.

Pertimbangan Desain Penampang Drainase

Volume Aliran : Besarnya debit air yang harus ditangani oleh saluran drainase.

Kemiringan Tanah : Untuk memastikan aliran air yang baik, kemiringan tanah harus diperhitungkan.

Material : Pilihan material untuk konstruksi seperti beton, batu, atau tanah yang diperkuat.

Lokasi	: Kondisi lingkungan di sekitar, seperti daerah perkotaan atau pedesaan.
Perawatan	: Kemudahan perawatan dan pembersihan saluran drainase untuk menghindari penyumbatan.

2.7. Banjir

Banjir adalah aliran air yang sangat besar yang menyebabkan terjadinya *flood* dan genangan (Chambers, 1981; Flemming, 2002 dalam Segel Ginting 2015:19), Banjir merupakan kejadian alam yang dihasilkan dari curah hujan yang tinggi dan dapat berakibat lebih buruk sebagai akibat dari perubahan tata guna lahan (Flemming, 2002). Banjir yang terjadi di daerah perkotaan dapat dibedakan menjadi dua penyebab (Zevenbergen, et.al., 2011) yaitu :

1. *Inland*, banjir yang terjadi akibat hujan yang terjadi di lahan.
2. *Coastal*, banjir yang terjadi disebabkan oleh hujan dan atau adanya kenaikan muka air laut. Pada umumnya, pada daerah pantai, kejadian banjir dapat disebabkan oleh karena hujan yang terjadi di lahan (*inland*).

2.8. Siklus hidrologi

Menurut (Hartini E, 2017.) Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang air di bumi, peredaran dan distribusinya, sifat kimia dan fisiknya, serta reaksinya dengan lingkungan, termasuk hubungannya dengan organisme hidup. Karena perkembangan yang ada maka ilmu hidrologi berkembang menjadi ilmu yang mempelajari tentang siklus air. Oleh karena itu, hidrologi dapat dikatakan sebagai ilmu yang mempelajari : curah hujan, evaporasi dan transpirasi, aliran permukaan air tanah.

Menurut (Lukman A, 2018), air menguap dan terjadi presipitasi berupa hujan, salju, hujan es, hujan es, hujan es, gerimis, dan kabut. Dalam perjalanannya ke bumi, sebagian air hujan menguap kembali atau langsung jatuh dan mungkin dicegat oleh tumbuhan sebelum mencapai tanah. Setelah mencapai permukaan tanah, siklus air berlanjut melalui tiga cara berbeda :

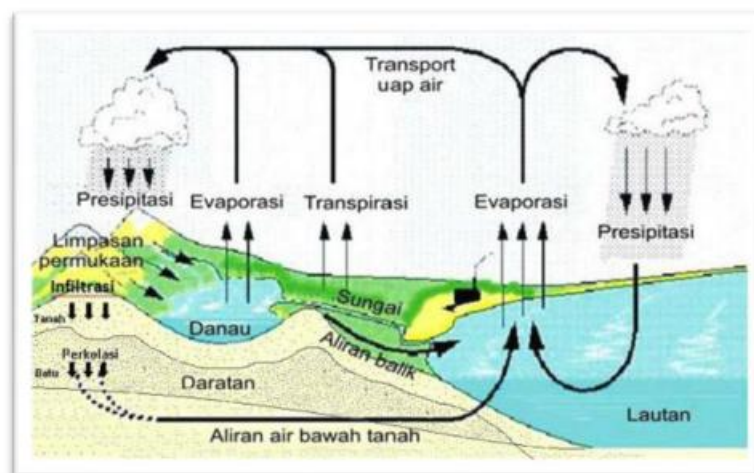
1. *Evapotranspirasi* : Air dari lautan, daratan, sungai, tumbuhan, dan lain-lain

kemudian menguap ke angkasa (atmosfer). Dan kemudian awan muncul , ketika jenuh uap air (awan) menjadi titik air dan turun dalam bentuk hujan, salju, dan es (*presipitasi*).

2. *Infiltrasi* atau penyusupan ke dalam tanah : Air merembes ke dalam tanah melalui celah-celah dan pori-pori tanah serta batuan menuju permukaan air tanah. Air dapat bergerak dan bergerak secara vertikal dan horizontal karena adanya aksi kapiler.

3. Air permukaan : air bergerak di permukaan bumi dekat sungai dan danau besar. Semakin tinggi kemiringan tanah dan semakin sedikit pori-pori dalam tanah, maka aliran permukaannya semakin besar.

Proses perjalanan air di daratan itu terjadi dalam komponen-komponen siklus hidrologi yang tertera pada Gambar 2.16.



Gambar 2.16: Siklus hidrologi (Sumber : Hartini E, 2017)

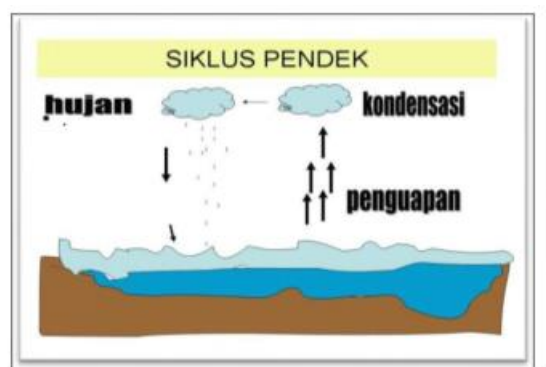
Proses hidrologi sebagai berikut meliputi evaporasi atau penguapan seluruh air *evaporasi* ialah tahap pertama dalam siklus hidrologi dalam tahap ini air yang berada di sungai dan lainnya menguap. Sungai, danau dan laut serta tempat lainnya dianggap sebagai badan air lalu air yang menguap akan menjadi uap air. Lalu masuk ke proses *evapotranspirasi*. *Evapotranspirasi* adalah proses gabungan dari tahap *evaporasi* dan tahap *transpirasi* sehingga pada tahap ini air yang menguap banyak. *Evotranspirasi* juga tahap penguapan yang mana molekul cair yang menguap ialah seluruh air dan jaringan makhluk hidup. Tahap ini ialah tahap

yang paling memengaruhi siklus hidrologi atau jumlah air yang terangkut. Namun, penguapan yang terjadi ialah perubahan es yang ada di kutub dan di gunung yang tidak melewati proses cair. Hasil air yang terangkut pada saat tahap sublimasi memang tak sebanyak hasil dari tahap evaporasi dan yang lainnya. Pada tahap ini yang terjadi ialah perpindahan awan dari satu titik ke titik lainnya atau dikatakan awan di langit menyebar. Pada tahap inilah akan terjadi salah satu gejala alam yang dinamakan hujan dengan ciri jatuhnya butiran air ke permukaan bumi. Bila suhu yang ada di sekitar kurang dari 0 derajat celcius, kemungkinan akan terjadi hujan salju atau bahkan es. *run off*, tahap *run off* juga mempunyai nama lain limpasan yang mana pada tahap ini air hujan yang telah turun akan bergerak. Air hujan yang turun ke bumi tak seluruhnya akan mengalir seperti pada tahap limpasan, namun akan mengalir pula ke tanah. Merembesnya air hujan ke pori tanah inilah yang disebut dengan infiltrasi lalu seluruhnya akan kembali ke laut.

2.9. Bentuk-bentuk siklus hidrologi

a. Siklus hidrologi pendek

Molekul cair yang berubah menjadi uap air jatuh di lautan sebagai hujan. Air laut kemudian diubah menjadi molekul uap, yang terbentuk selama tahap *kondensasi* atau menjadi partikel es di awan. Tahap akhir dari siklus air pendek adalah saat awan turun ke permukaan laut dan turunnya hujan, maka air laut yang menguap akan kembali lagi ke laut, sehingga pada tahap siklus pendek ini tidak akan terjadi tahap adveksi atau perpindahan awan. Siklus hidrologi pendek yang tertera pada Gambar 2.17.



Gambar 2.17: Siklus hidrologi pendek (Sumber : Hartini E, 2017)

b. Siklus hidrologi sedang

Jenis siklus air yang kedua adalah siklus air beriklim sedang. Siklus air menghasilkan hujan, yang jatuh ke daratan dan kemudian kembali ke perairan. Air kemudian berubah menjadi molekul gas atau uap, yang terangkat ke atmosfer bagian atas di bawah pengaruh sinar matahari. Uap air yang mencapai atmosfer melalui daratan membentuk awan dan kemudian hujan turun ke bumi. Air hujan mengalir melalui berbagai saluran air dan akhirnya mengalir ke laut. Siklus hidrologi sedang yang tertera pada Gambar 2.18.



Gambar 2.18: Siklus hidrologi sedang (Sumber : Hartini E, 2017)

c. Siklus hidrologi panjang

Siklus air yang ketiga adalah siklus air jangka panjang. Siklus ini biasanya terjadi di daerah seperti pegunungan. Mereka tidak hanya tinggal di daerah pegunungan tetapi juga di daerah yang beriklim subtropis. Perbedaan antara siklus panjang dan siklus lainnya adalah awan tidak langsung berubah menjadi hujan. Pada tahap pertama siklus ini, air laut menguap atau menguap dan kemudian diubah menjadi molekul gas atau uap. Karena perubahan sinar matahari yang disebabkan oleh panas, uap mengalami tahap sublimasi. Siklus hidrologi panjang yang tertera pada Gambar 2.19.



Gambar 2.19: Siklus hidrologi panjang (Sumber : Hartini E, 2017.)

2.10. Analisis Frekuensi Distribusi Hujan

1. Metode Distribusi Normal
2. Metode *Log Normal*
3. Metode *Log Pearson Type III*
4. Metode *Distribusi Gumbel*

Menurut (Lubis F, 2016) Dalam perencanaan saluran drainase periode ulang yang dipergunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkap hujan yang akan dikeringkan. Penggunaan periode ulang perencanaan antara lain :

- a. Saluran kuarter : periode ulang 1 tahun
- b. Saluran tersier : periode ulang 2 tahun
- c. Saluran sekunder : periode ulang 5 tahun
- d. Saluran primer : periode ulang 10 tahun

1. Distribusi Normal

Distribusi Normal dalam analisis hidrologi distribusi normal sering digunakan untuk menganalisis frekuensi curah hujan, analisis statistik dari distribusi curah hujan tahunan, debit rata-rata tahunan. Sebaran normal atau kurva normal disebut pula sebaran Gauss. Rumus dapat ditentukan menggunakan pers 2.1 dibawah ini :

$$X_t = \bar{x} + z.S_x \quad (2.1)$$

Keterangan :

X_t = Curah Hujan Rencana (mm/hari)

\bar{x} = Curah Hujan Maksimum rata-rata (mm/hari)

S_x = Standar deviasi

z = Faktor frekuensi (Tabel 2.1)

Tabel 2.1: Nilai koefisien untuk Distribusi Normal (Sumber : Lubis, F. 2016)

Periode Ulang (tahun)					
2	5	10	25	50	100
0.00	0.84	1.28	1.71	2.05	2.33

2. Metode *Log Normal*

Distribusi *Log Normal*, merupakan hasil transformasi dari distribusi normal, yaitu dengan mengubah varian X menjadi nilai logaritmik varian X .

Rumus dapat ditentukan menggunakan pers 2.1 dibawah ini :

$$X_t = \bar{x} + K_t \cdot S_x \quad (2.2)$$

Keterangan :

X_t = Besarnya curah hujan yang mungkin terjadi pada periode ulang T tahun (mm/hari)

\bar{x} = Curah Hujan rata-rata (mm/hari)

S_x = Standar deviasi

K_t = Standar variabel untuk periode ulang tahun (tabel 2.2)

Tabel 2.2: Nilai koefisien untuk Distribusi *Log Normal* (Sumber : Lubis, F. 2016)

Periode Ulang (tahun)					
2	5	10	25	50	100
0.00	0.84	1.28	1.71	2.05	2.33

3. Distribusi *Log Pearson Tipe - III*

Distribusi *Log Pearson Tipe III* digunakan dalam analisis *Hidrologi*, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai

ekstrim. Bentuk sebaran *Log Pearson Tipe III* merupakan hasil transformasi dari sebaran *Pearson Tipe III* dengan menggantikan varian menjadi nilai logaritmik. Langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut (Soemarto C.D.,1995) :

1). Mengubah data curah hujan sebanyak n buah $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ menjadi $\log(X_1), \log(X_2), \log(X_3), \dots, \log(X_n)$.

2). Menghitung harga rata-ratanya dengan rumus pers 2.3 berikut :

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log(X_i)}{n} \quad (2.3)$$

Keterangan :

$\log \bar{X}$ = Harga rata-rata logaritmik

X_i = Nilai curah hujan tiap-tiap

n = Jumlah data

3). Menghitung logaritma hujan rencana dengan periode ulang T tahun dengan rumus pers 2.4 dibawah ini

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \log(\bar{x})\}^2}{n-1} \quad (2.4)$$

S = Standar Deviasi

4). Menghitung *Koefisien Skewness* (C_s) dengan rumus pers 2.5 berikut :

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \log(\bar{x})\}^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (2.5)$$

C_s = Koefisien Skewness

5). Menghitung logaritma hujan rencana dengan periode ulang T tahun dengan rumus pers 2.6 dibawah ini:

$$\log Y = \log \bar{x} + k.S \quad (2.6)$$

$$X_t = 10^{(\log Y)}$$

Keterangan :

X_t = Curah hujan rencana periode ulang T tahun

k = Harga yang diperoleh berdasarkan nilai Cs (faktor K dapat dilihat pada tabel 2.3 dibawah ini)

S = Standar deviasi

Tabel 2.3: Faktor k untuk sebaran *Log Pearson III* (Sumber : Lubis, F. 2016)

Kemencengan (CS)	Periode Ulang (tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
	Peluang(%)							
	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
3.0	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970	7.250
2.5	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652	6.600
2.2	-0.330	0.574	1.840	2.240	2.970	3.705	4.444	6.200
2.0	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298	5.910
1.8	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147	5.660
1.6	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	6.990	5.390
1.4	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828	5.110
1.2	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661	4.820
1.0	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489	4.540
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401	4.395
0.8	-0.132	0.780	1.336	1.998	2.453	2.891	3.312	4.250
0.7	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223	4.105
0.6	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132	3.960
0.5	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041	3.815
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949	3.670
0.3	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856	5.525
0.2	-0.033	0.831	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763	3.380
0.1	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670	3.235
0.0	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576	3.090
-0.1	0.017	0.836	1.270	1.761	2.000	2.252	2.482	3.950
-0.2	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388	2.810
-0.3	0.050	0.830	1.245	1.643	1.890	2.104	2.294	2.675
-0.4	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201	2.540
-0.5	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108	2.400
-0.6	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880	2.016	2.275
-0.7	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926	2.150
-0.8	0.132	0.856	1.166	1.488	1.606	1.733	1.837	2.035
-0.9	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749	1.910
-1.0	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664	1.800
-1.2	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501	1.625
-1.4	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351	1.465
-1.6	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.200	1.216	1.280
-1.8	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.089	1.097	1.130
-2.0	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	1.995	1.000
-2.2	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905	0.907	0.910
-2.5	0.360	0.711	0.771	0.793	1.798	0.799	0.800	0.802
-3.0	0.396	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667	0.667	0.668

Distribusi *Log Pearson III*, mempunyai koefisien kemencengan (*Coefisien of skewness*) atau $Cs \neq 0$. Setelah pemilihan jenis sebaran dilakukan maka prosedur selanjutnya yaitu mencari curah hujan rencana periode ulang/1 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun.

4. Distribusi *Gumbel Tipe - I*

Distribusi *Gumbel Tipe - I* digunakan untuk analisis data maksimum, misal untuk analisis frekuensi banjir. Rumus dapat ditentukan menggunakan pers 2.7 dibawah ini

$$X_t = \bar{x} + \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n} \cdot S_x \quad (2.7)$$

Keterangan :

X_t = Curah hujan rencana dalam periode ulang T tahun (mm/hari)

\bar{x} = Curah hujan rata-rata hasil pengamatan (mm/hari)

S_x = Standar deviasi

Y_t = *Reduced variable*, parameter *Gumbel* untuk untuk periode T tahun (tabel 2.6)

Y_n = *Reduced mean*, merupakan fungsi dari banyaknya data (n) (tabel 2.4)

S_n = *Reduced standar deviasi*, merupakan fungsi dari banyak data (n) (tabel 2.5)

X_i = Curah hujan maksimum (mm)

n = Lama pengamatan

Tabel 2.4: *Reduced mean* (Y_n)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.507	0.51	0.5128	0.5157	0.5181	0.5202	0.522
20	0.5236	0.5252	0.5268	0.5283	0.5296	0.53	0.582	0.5882	0.5343	0.5353
30	0.5363	0.5371	0.538	0.5388	0.5396	0.54	0.541	0.5418	0.5424	0.543
40	0.5463	0.5442	0.5448	0.5453	0.5458	0.5468	0.5468	0.5473	0.5477	0.5481
50	0.5485	0.5489	0.5493	0.5497	0.5501	0.5504	0.5508	0.5511	0.5515	0.5518
60	0.5521	0.5524	0.5527	0.553	0.5533	0.5535	0.5538	0.554	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.555	0.5552	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.557	0.5572	0.5574	0.5576	0.5578	0.558	0.5581	0.5583	0.5585
90	0.5586	0.5587	0.5589	0.5591	0.5592	0.5593	0.5595	0.5596	0.8898	0.5599
100	0.56									

Tabel 2.5: *Reduced standard deviasi (S_n)*

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.9496	0.9676	0.9833	0.9971	1.0095	1.0206	1.0316	1.0411	1.0493	1.0565
20	1.0628	1.0696	1.0754	1.0811	1.0864	1.0915	1.0961	1.1004	1.1047	1.108
30	1.1124	1.1159	1.1193	1.226	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.1388
40	1.1413	1.1436	1.1458	1.148	1.1499	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.159
50	1.1607	1.1623	1.1638	1.1658	1.1667	1.1681	1.1696	1.1708	1.1721	1.1734
60	1.1747	1.1759	1.177	1.1782	1.1793	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1844
70	1.1854	1.1863	1.1873	1.1881	1.189	1.1898	1.1906	1.1915	1.1923	1.193
80	1.1938	1.1945	1.1953	1.1959	1.1967	1.1973	1.198	1.1987	1.1994	1.2001
90	1.2007	1.2013	1.2026	1.2032	1.2038	1.2044	1.2046	1.2049	1.2055	1.206
100	1.2065									

Tabel 2.6: *Reduced variate (Y_t)*

Periode Ulang	Reduced Variate
2	0.3665
5	1.4999
10	2.2502
20	2.9606
25	3.1985
50	3.9019
100	4.6001
200	5.2960
500	6.2140
1000	6.9190
5000	8.5390
10000	9.9210

2.11. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang terjadi selama periode dimana air terkonsentrasi .Analisis intensitas curah hujan ini dapat diolah dengan menggunakan data curah hujan yang terjadi pada masa lalu. Menurut Dr.Mononobe, jika data curah hujan yang tersedia hanyalah curah hujan harian, maka menggunakan rumus pers 2.18 sebagai berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2.18)$$

Keterangan :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t_c = Lamanya curah hujan (menit)

R₂₄= Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

2.12. Catchment Area

(Menurut Erwin, A, 2015) *Catchment area* adalah daerah cakupan atau tangkapan apabila terjadi hujan. Semakin besar daerah tangkapan air maka semakin besar limpasan yang terjadi. Prinsip dasar dari penentuan daerah tangkapan adalah dengan prinsip perbedaan ketinggian. Air mengalir dari tempat tinggi ke tempat rendah. Untuk kawasan yang cenderung datar pembagian *catchment area* dapat diasumsikan terbagi rata pada tiap sisi menuju saluran Drainase. Untuk daerah-daerah berbukit, penentuan *catchment area* berpatokan pada titik tertinggi, yang kemudian akan mengalir ke tempat yang rendah berdasar alur topografi.

2.13. Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran atau koefisien limpasan (*run-off*) adalah suatu nilai koefisien yang menunjukkan persentase kualitas curah hujan sebesar yang dihasilkan aliran permukaan dari total curah hujan setelah *infiltrasi*. Koefisien limpasan ditentukan berdasarkan penggunaan lahan pada DAS (Erwin, A, 2015) Faktor-faktor penting yang mempengaruhi besarnya koefisien pengaliran adalah .Nilai koefisien pengaliran dapat dilihat pada tabel 2.7 berikut:

- a. Keadaan hujan
- b. Luas dan bentuk daerah aliran
- c. Kemiringan daerah aliran
- d. Daya infiltrasi dan daya perkolasi tanah
- e. Letak daerah aliran teradap arah angin
- f. Tata guna lahan

Tabel 2.7: Koefisien pengaliran (α)

Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (α)
1. Jalan Beton dan Jalan Aspal	0.70-0.95
2. Jalan Kerikil dan Jalan Tanah	0.40-0.70
<ul style="list-style-type: none"> • Tanah Berbutir Halus • Tanah Berbutir Kasar • Batuan Masif Keras • Batuan Masif Lunak 	 0.40-0.65 0.10-0.20 0.70-0.85 0.60-0.75
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. Pergunungan	0.75-0.90

2.14. Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan air untuk mengalir dari titik terjauh DAS ke titik tujuan (titik kendali) setelah tanah jenuh dan cekungan terisi. Perhitungan ini menggunakan rumus Kirpich (1940) untuk menghitung waktu konsentrasi dapat dilihat pada pers 2.9 berikut:

$$T_c = 0,0195 \cdot L^{0,77} \cdot S^{-0,385} \quad (2.9)$$

Waktu konsentrasi dapat juga dihitung dengan membedakannya menjadi dua komponen, yaitu

(1) waktu yang diperlukan air untuk mengalir di permukaan tanah sampai saluran terdekat t_o . Rumus dapat ditentukan menggunakan pers 2.11 dibawah ini

(2) waktu perjalanan dari pertama masuk saluran sampai titik keluaran t_d , rumus td dapat dilihat pada pers 2.12 dibawah ini

(Suripin, 2004) dan rumus t_c dapat dilihat pada pers 2.10 dibawah ini :

$$t_c = t_o + t_d \quad (2.10)$$

$$\text{dimana } t_o = \left[\frac{2}{3} * 3,28 * L * \frac{n}{\sqrt{S}} \right] \quad (2.11)$$

$$\text{dan } t_d = \frac{L_s}{60 V} \quad (2.12)$$

Dimana :

t_o = waktu pengaliran air yang mengalir di atas permukaan lahan menuju saluran (*inlet time*) dalam menit.

t_d = waktu pengaliran air yang mengalir di dalam saluran sampai titik yang ditinjau (*conduit time*) dalam menit.

n = angka kekasaran *Manning* (dapat dilihat pada tabel 2.8)

S = kemiringan lahan

L = panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m)

L_s = panjang lintasan aliran di dalam saluran (m)

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

Tabel 2.8: Koefisien kekasaran *manning*.

No.	Tipe Saluran	Koefisien Manning (n)
1	Besi tuang lapis	0,014
2	Kaca	0,010
3	Saluran beton	0,013
4	Beton lapis mortar	0,015
5	Pasangan batu diplaster	0,025
6	Saluran tanah bersih	0,030
7	Saluran dengan dasar batu tebing rumput	0,040
8	Saluran pada galian batu cadas	0,013

2.15. Debit Rancangan Dengan Metode Rasional

Debit rencana Drainase untuk wilayah perkotaan biasanya menyediakan air yang harus dialirkan secepat mungkin untuk menghindari banjir besar. Untuk mencapai tujuan ini mem, maka memerlukan saluran cukup untuk memenuhi desain saluran pembuangan. Ketinggian saluran rencana menggunakan rumus pers 2.13 sebagai berikut:

$$Q = \alpha \cdot \beta \cdot I \cdot A \quad (2.13)$$

Keterangan :

Q = Debit banjir rencana dengan masa ulang T tahun dalam m³ /dt

α = Koefisien pengaliran

β = Koefisien penyebaran hujan

I = Intensitas selama waktu konsentrasi dalam mm/jam

A = Luas daerah aliran dalam ha.

2.16. Analisis Hidrolika

1. Perhitungan Kapasitas Saluran

Bertujuan untuk mengetahui apakah saluran ekisting mampu menampung debit air yang ada dengan aman atau melimpah. dipergunakan persamaan 2.14 kontinuitas dan rumus *Manning*, yaitu:

$$Q = A \cdot V \quad (2.14)$$

Mencari kecepatan rata-rata menggunakan pers 2.15 dibawah ini:

$$V = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (2.15)$$

Dan mencari nilai jari-jari hidrolis menggunakan pers 2.16 berikut :

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

Dimana :

Q = debit / debit saluran (m³ /det)

A = luas penampang basah saluran (m²)

V = kecepatan rata-rata (m/det)

n = koefisien kekasaran saluran

R = jari-jari hidrolis (m)

S = kemiringan memanjang saluran

P = keliling basah saluran (m)

2. Kecepatan Pengaliran

Penentuan kecepatan aliran air didalam saluran yang direncanakan didasarkan pada kecepatan minimum yang diperbolehkan agar kontruksi saluran tetap aman.

Persamaan *Manning* 2.17 berikut :

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (2.17)$$

Dimana :

V = kecepatan aliran

n = koefisien kekasaran Manning

R = jari-jari hidrolis

S = kemiringan memanjang saluran

3. Kemiringan Talud

Kecepatan maksimum ditentukan oleh kakasaran dinding dan dasar saluran (Erwin, A, 2015). Untuk saluran tanah V = 0,7 m/det, pasangan batu kali V = 2 m/det dan pasangan beton V = 3 m/det. Kecepatan minimum yang diizinkan adalah kecepatan paling rendah yang akan mencegah pengendapan dan tidak menyebabkan berkembangnya tanaman-tanaman air. Kecepatan maksimum dan minimum saluran

juga ditentukan oleh kemiringan talud saluran .(*Permen PU No. 12/PRT/M/2014*).

4. Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan merupakan ketinggian yang diukur dari permukaan air maksimum sampai ke muka air tanah. Tinggi jagaan *urgent* diperhitungkan untuk mencegah meluapnya air ke tepi saluran. Nilai tinggi jagaan dapat dilihat pada tabel 2.9 dibawah ini:

Tabel 2.9: Tinggi jagaan untuk saluran pasangan

Debit (m ³ /det)	F (m)
< 0,5	0,20
0,5 – 1,5	0,20
1,5 – 5,0	0,25
5,0 – 10,0	0,30
10,0 – 15,0	0,40
> 15,0	0,50

Sumber : *Standar Perencanaan Irigasi, KP-04 .Bagian Bangunan, Ditjen Pengairan, 1986.*

5. Bangunan Pelengkap

Bangunan yang dimaksud adalah bangunan yang membantu mengatur dan mengendalikan sistem aliran air hujan pada jalurnya menuju saluran pembuangan, sehingga air hujan dapat mengalir dengan aman dan mudah melalui daerah curam atau melintasi jalan-jalan utama. Untuk gorong-gorong pendek, $L < 20$ m Sesuai rencana jaringan irigasi, harga yang diberikan dianggap kurang lebih tepat berdasarkan persamaan 2.18 berikut:

$$Q = \mu \cdot A \cdot V \quad (2.18)$$

Mencari kecepatan rata-rata menggunakan rumus pers 2.19 dibawah ini :

$$V = (2 g z)^{1/2} \quad (2.19)$$

Dimana :

Q = debit (m³ /dt) μ = koefisien debit

A = luas penampang gorong-gorong (m²)

V = kecepatan aliran di dalam, pada gorong-gorong (m)

z = kehilangan tinggi energi pada gorong - gorong (m)

g = percepatan gravitasi ($g = 9,8 \text{ m/det}^2$)

Adapun nilai tinggi dasar bangunan gorong-gorong dapat dilihat pada tabel 2.10 dibawah ini .

Tabel 2.10: Harga μ dalam gorong-gorong pendek ($< 20 \text{ m}$)

Tinggi Dasar Bangunan Sama Dengan Saluran		Tinggi Dasar Bangunan Lebih Tinggi Saluran		
Sisi	μ	Ambang	Sisi	μ
S. Empat	0,8	S. Empat	S. Empat	0,72
Bulat	0,9	S. Empat	Bulat	0,76
		Bulat	Bulat	0,85

Sumber : Standar Perencanaan Irigasi, KP-04
Bagian Bangunan, Ditjen Pengairan, 1986.

6. Dimensi Saluran

Saluran adalah alur tempat aliran air yang sengaja dibuat manusia, secara umum alirannya adalah *steady flow* (aliran tetap).

Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan bentuk saluran adalah:

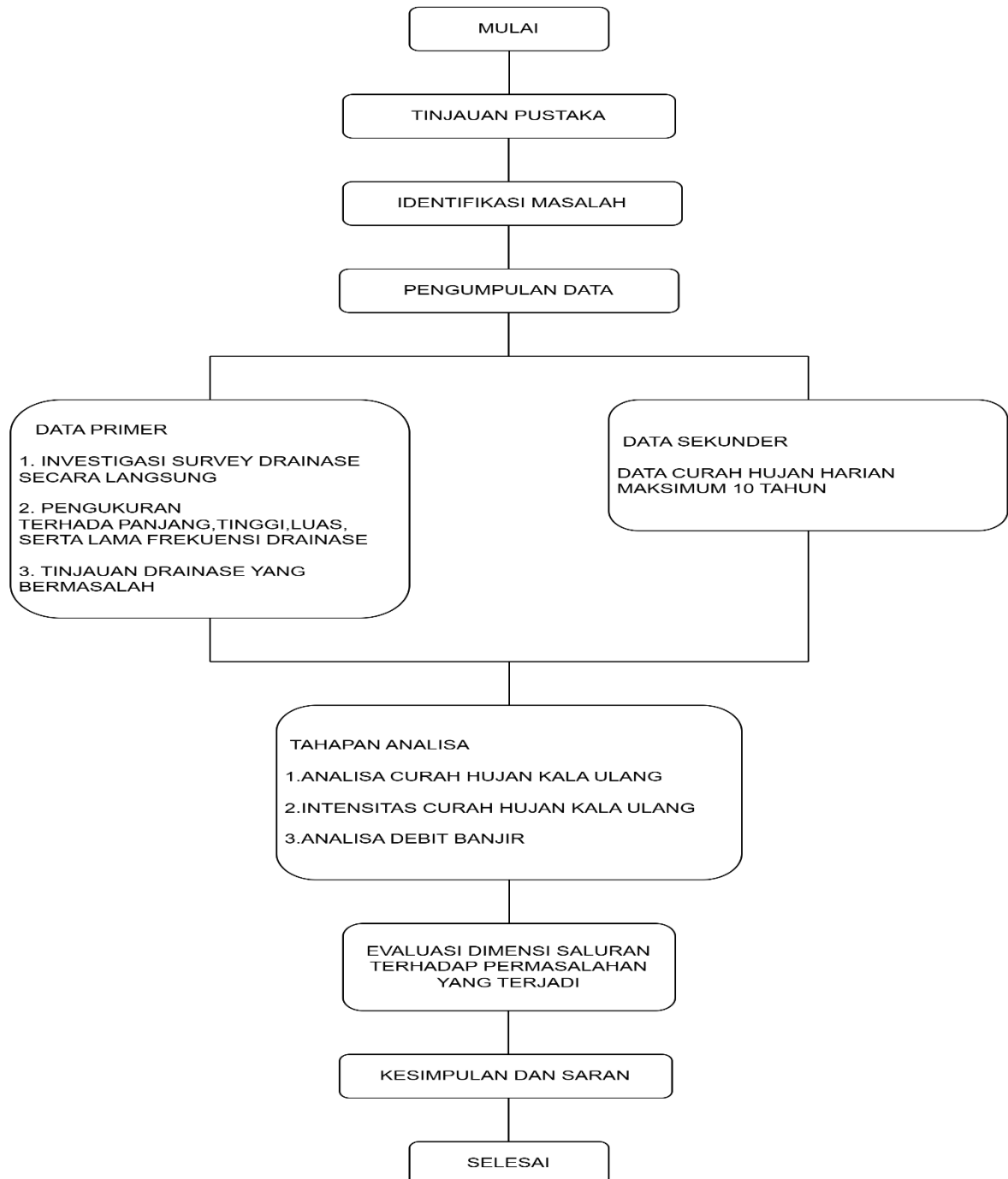
- Tata guna lahan yang akan berpengaruh terhadap ketersediaan tanah
- Kemampuan pengaliran dengan memperhatikan bahan saluran
- Kemudahan pembuatan dan pemeliharaan

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Bagan Alir Penelitian

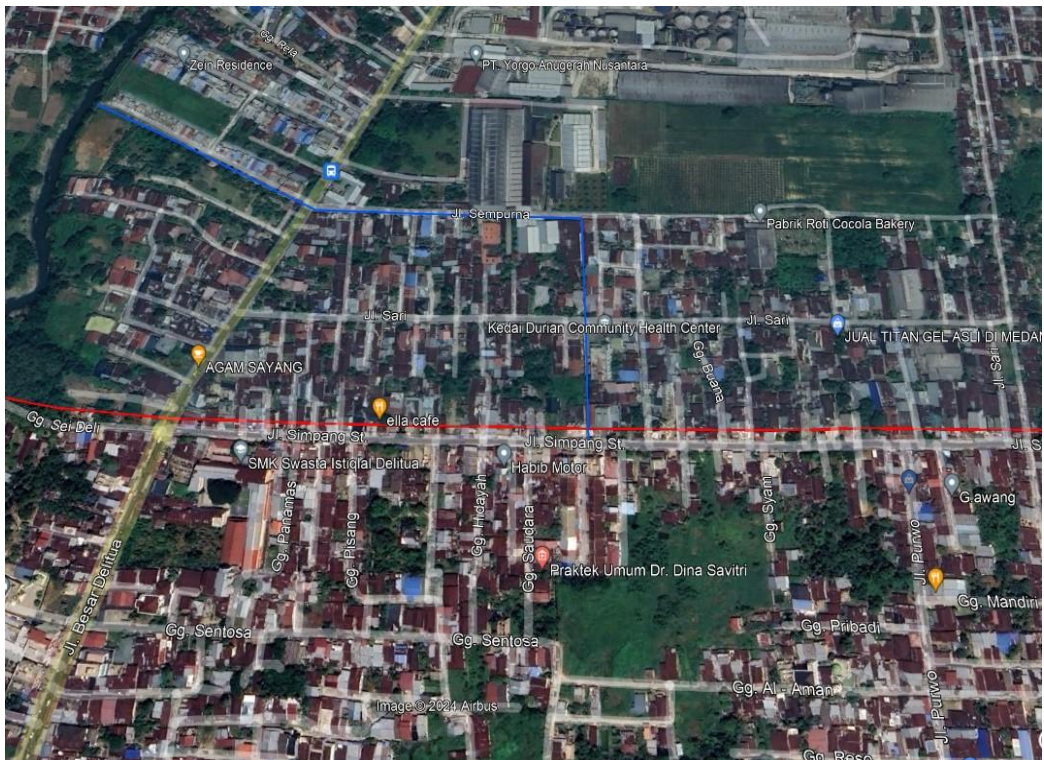
Adapun untuk mengetahui tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



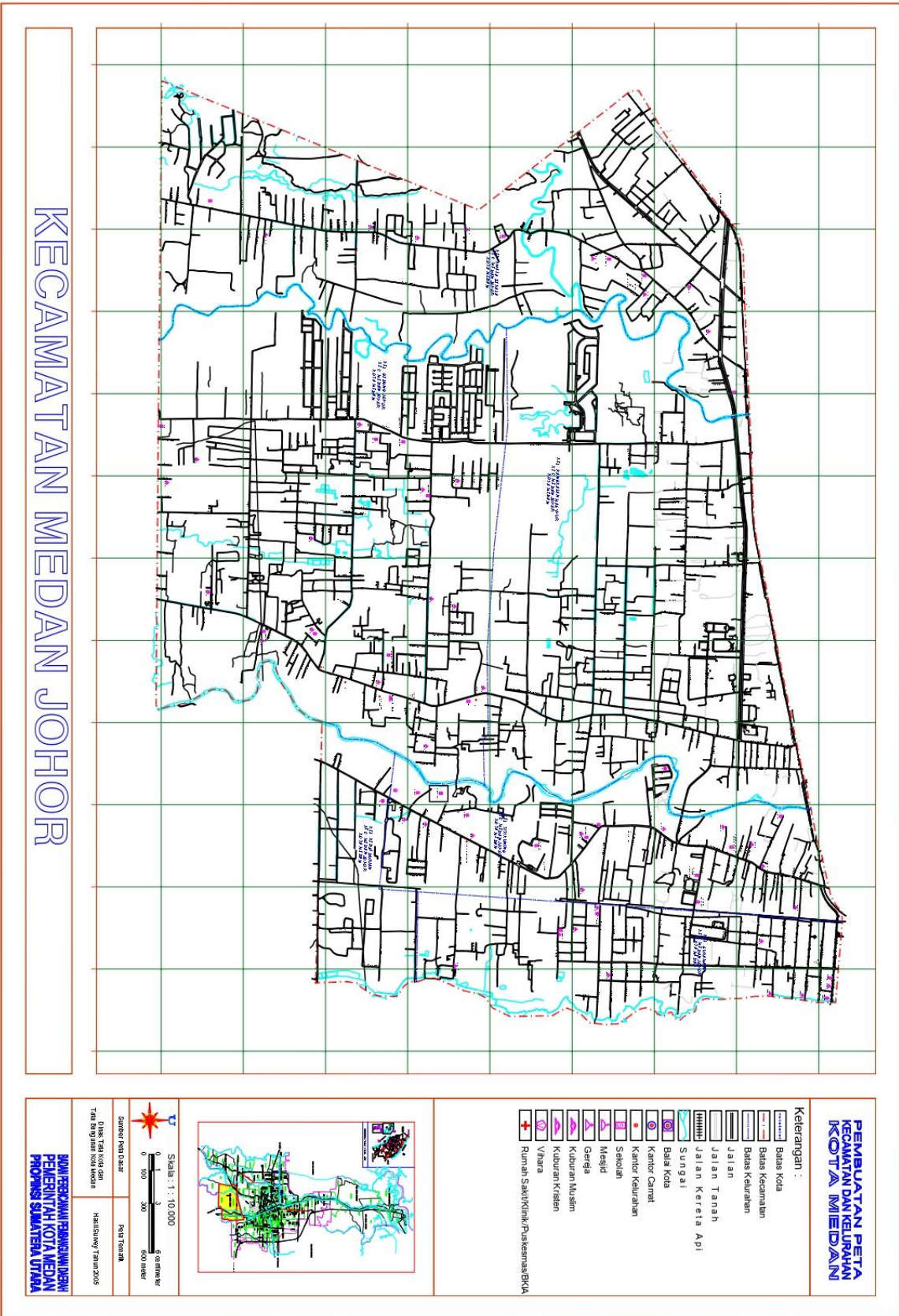
Gambar 3.1: Bagan alir penelitian

3.2. Lokasi Penelitian

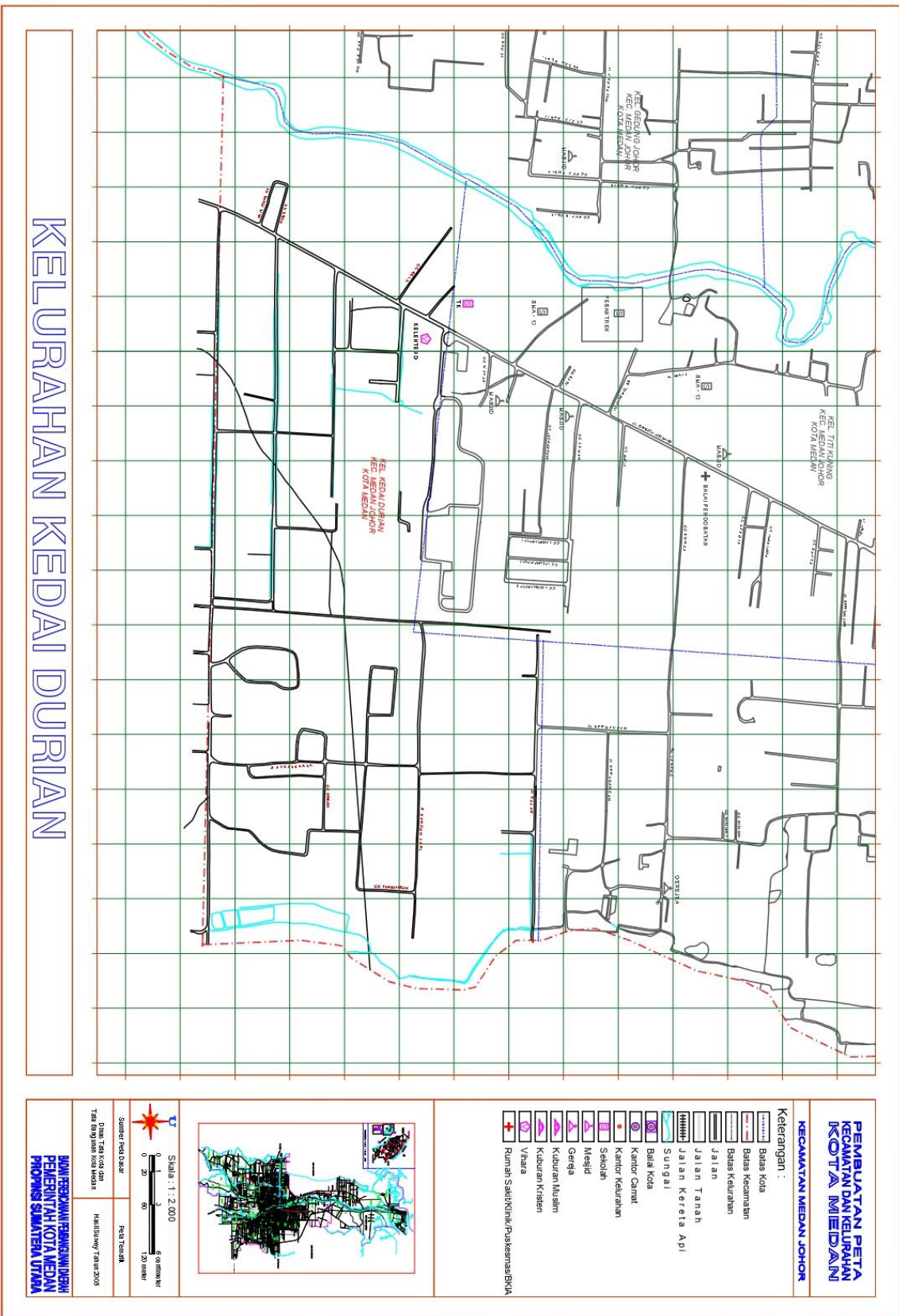
Dalam penelitian pada tugas akhir ini, lokasi wilayah studi berada di Jalan Sari Kelurahan Kedai Durian Kecamatan Medan Johor pada titik koordinat $3^{\circ}31'2668''$ LU dan $98^{\circ}41'8368''$ BT. Lokasi penelitian merupakan salah satu daerah genangan banjir dapat dilihat pada gambar 3.2, gambar 3.3 dan gambar 3.4



Gambar 3.2: Peta lokasi penelitian



Gambar 3.3: CAD Peta Kecamatan Medan Johor



Gambar 3.4: CAD Peta Kelurahan Kedai Durian

3.3. Kondisi Umum Lokasi Studi

Adapun lokasi studi pada tugas akhir ini diambil pada area drainase di kawasan Kelurahan Kedai Durian, Kecamatan Medan Johor. Pada lokasi yang diberi tanda lingkaran pada gambar 3.5 ini genangan air sering terjadi akibat tidak mampunya saluran drainase menampung air pada saat musim penghujan, Data mengenai curah hujan harian maksimum wilayah Kelurahan Kedai Durian, Kecamatan Medan Johor didapatkan melalui Geofisika Deli Serdang.



Gambar 3.5: Peta alur hulu-hilir kawasan.

3.4. Rancangan Penelitian

Sebelum mengerjakan studi ini, dilakukan rancangan penelitian seperti survey pendahuluan ke saluran drainase yang berada di Jalan Sari Kelurahan Kedai Durian Depan Puskemas agar lebih dapat dipahami dan juga dapat mengetahui secara lebih nyata tentang keadaan di lapangan sehingga dapat diketahui permasalahannya secara langsung.

3.5. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, data memegang peranan penting sebagai alat penelitian dan bukti untuk mencapai tujuan penelitian. Berikut ini adalah jenis data yang digunakan yaitu dengan cara :

1. Data Primer
Laporan yang didapat langsung dari lapangan dengan cara melakukan peninjauan atau survey lapangan dan didukung oleh data satelit.
2. Data sekunder curah hujan harian maksimum tahun 2014 hingga 2023 yang diperoleh dari Situs Web <https://dataonline.bmkg.go.id/home> Badan Meteorologi Klimatologi Stasiun Geofisika Deli Serdang.

3.6. Metode Analisa dan Pembahasan Data

1. Menentukan curah hujan maksimum tahunan dari hasil pengamatan Klimatologi dengan periode pengamatan 2014 sampai 2023.
2. Menganalisa data yang ada, seperti :
 - Analisa *Hidrologi* :
 - 1) Analisa frekuensi curah hujan dengan menggunakan :
 - 2) Distribusi Normal
 - 3) Distribusi *Log Normal*
 - 4) Distribusi *Log Person Type – III*
 - 5) Distribusi *Gumbel*
3. Analisa debit rencana dengan menggunakan Metode Rasional :
 - Analisa *Hidraulika* : Analisa kapasitas penampang saluran.

3.7. Pengolahan Data

Pengolahan data untuk keperluan analisa Drainase sebagai pengendalian banjir di Jalan Sari Kecamatan Medan Johor akan meliputi analisis *Hidrologi*, yaitu:

- a. Analisa Curah Hujan Kala Ulang
- b. Intensitas Curah Hujan Kala Ulang
- c. Evaluasi Dimensi Saluran Terhadap Permasalahan Yang Terjadi.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. *Input Data*

Data-data yang digunakan untuk penelitian ini yaitu :

- Data Primer

Data Primer adalah data yang diperoleh langsung dari survey ke lokasi penelitian di Jalan Sari Kelurahan Kedai Durian Kecamatan Medan Johor Depan UPT PUSKESMAS juga didukung melalui data satelit . Data tersebut terlampir sebagai berikut :

1. Panjang lintasan aliran di dalam saluran primer I (L) yang di teliti adalah 215 m (dari Simpang ST sampai Jalan Sempurna).
2. Panjang lintasan aliran di dalam saluran primer II (L) yang di teliti adalah 360 m (dari jalan Sempurna sampai Sungai Deli).
3. Panjang lintasan aliran di dalam saluran sekunder (L) yang di teliti adalah 300 m dikali 2 (kanan,kiri sepanjang jalan Sari)
4. Batas daerah pengaliran yang diteliti untuk saluran primer I (Ls) adalah dari (P0 sampai P10) dengan elevasi muka tanah $S=0,003$.
5. Batas daerah pengaliran yang diteliti untuk saluran primer II (Ls) adalah dari (P10 sampai P25) dengan elevasi muka tanah $S=0,0007$.
6. Batas daerah pengaliran yang diteliti untuk saluran sekunder (Ls) adalah (P4 sampai P16) dengan elevasi muka tanah $S=0,018$.

- Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi yang berkaitan dengan suatu penelitian itu. Maka data yang diperoleh pada penelitian ini hanya data Curah Hujan Harian Maksimum selama 10 Tahun Terakhir dari tahun 2014 sampai 2023 sebagai berikut :

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

Tabel 4.1: Data curah hujan harian maksimum stasiun geofisika deli serdang
Sumber : <https://dataonline.bmkg.go.id/home>

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
2014	105
2015	169
2016	136
2017	141
2018	123
2019	146
2020	171
2021	110
2022	109
2023	89
N = 10 tahun	Total = 1299

4.2. Luas Daerah Tangkapan Air (DAS)

1. *Catchment Area*

Luas *catchment area* drainase kawasan Kelurahan Kedai Durian Kecamatan Medan Johor adalah 9,8 Ha. Koefisien pengaliran (C) = 0.95 (Tabel 2.7)

2. Kemiringan Area (Elevasi Hulu – Hilir)

Data elevasi tanah saluran penulis dapat dari data satelit,tetapi lebih baik menggunakan theodolite atau waterpass untuk pengukuran yang lebih detail.

Data elevasi yang didapat pada saluran dapat dilihat pada tabel 4.2 sebagai berikut

a) Saluran Primer I ($P_0 - P_{10}$)

Tabel 4.2: Elevasi tanah saluran primer I

Simpang Jalan ST–Jalan Sari – Jalan Sempurna			
No	STA	JARAK LANGSUNG	ELEVASI DASAR SALURAN LAMA
0	P_0	0	40,13
1	P_1	15	40,35
2	P_2	50	40,09
3	P_3	75	40,55
4	P_4	100	40,57
5	P_5	115	39,55
6	P_6	125	40,49
7	P_7	150	40,58
8	P_8	175	40,64
9	P_9	200	40,04
10	P_{10}	215	39,48

Menghitung Nilai Slope /Kemiringan Saluran dibawah ini

$$S = \frac{P_0 - P_{10}}{\text{Jarak}}$$

$$S = \frac{40,13 - 39,48}{215} = 0,003$$

b) Saluran Primer II (P₁₀ – P₂₅)

Tabel 4.3: Elevasi tanah saluran primer II.

Jalan Sempurna–Jalan Besar Deli Tua – Sungai Deli			
NO	STA	JARAK LANGSUNG	ELEVASI DASAR SALURAN LAMA
10	P ₁₀	215	39,48
11	P ₁₁	225	39,54
12	P ₁₂	250	39,75
13	P ₁₃	275	39,64
14	P ₁₄	300	39,59
15	P ₁₅	325	39,61
16	P ₁₆	350	39,60
17	P ₁₇	375	39,55
18	P ₁₈	400	39,66
19	P ₁₉	425	39,64
20	P ₂₀	450	39,55
21	P ₂₁	475	39,33
22	P ₂₂	500	39,32
23	P ₂₃	525	39,31
24	P ₂₄	550	39,28
25	P ₂₅	575	39,24

Menghitung Nilai Slope /Kemiringan Saluran

$$S = \frac{P_0 - P_{10}}{\text{Jarak}}$$

$$\text{Jarak (P10- P26)} - (P_0 - P_{10}) = 575 - 215 = 360$$

$$S = \frac{39,48 - 39,24}{360} = 0,0007$$

c) Saluran Sekunder ($P_4 - P_{16}$)

Tabel 4.4: Elevasi tanah saluran sekunder.

Jalan Sari			
No	STA	JARAK LANGSUNG	ELEVASI DASAR SALURAN LAMA
1	P ₄	100	40,25
2	P ₅	125	40,31
3	P ₆	150	40,74
4	P ₇	175	41,16
5	P ₈	200	41,59
6	P ₉	225	42,02
7	P ₁₀	250	42,45
8	P ₁₁	275	42,87
9	P ₁₂	300	43,30
10	P ₁₃	325	43,73
11	P ₁₄	350	44,16
12	P ₁₅	375	45,01
13	P ₁₆	400	45,85

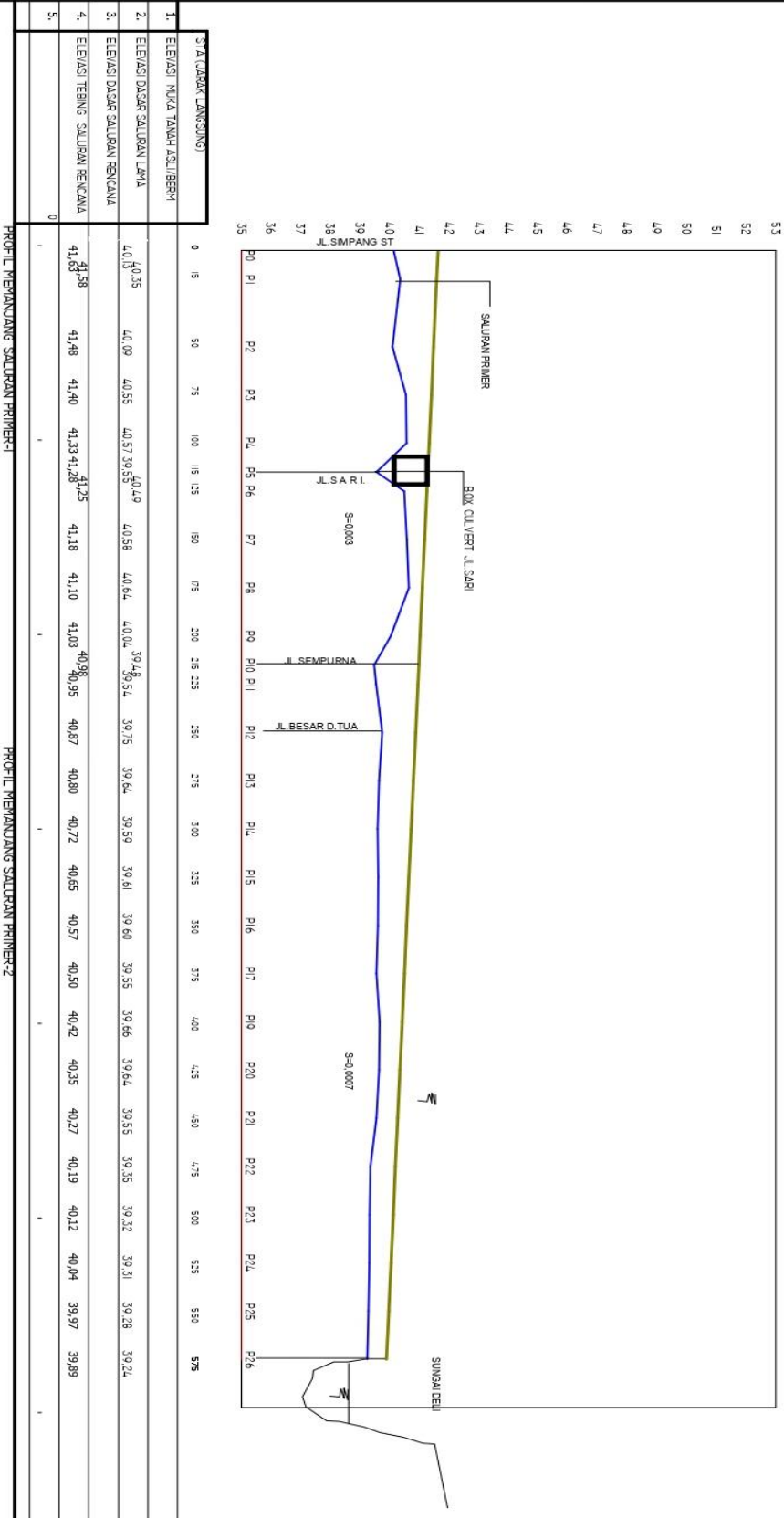
Menghitung Nilai Slope /Kemiringan Saluran

$$S = \frac{P_0 - P_{10}}{\text{Jarak}}$$

$$\text{Jarak } (P_4 - P_{16}) - (P_0 - P_4) = 400 - 100 = 300$$

$$S = \frac{40,25 - 45,85}{300} = 0,018$$

LOKASI : SALURAN PRIMER -1
DURIAN, KEC. MEDAN JOHOR

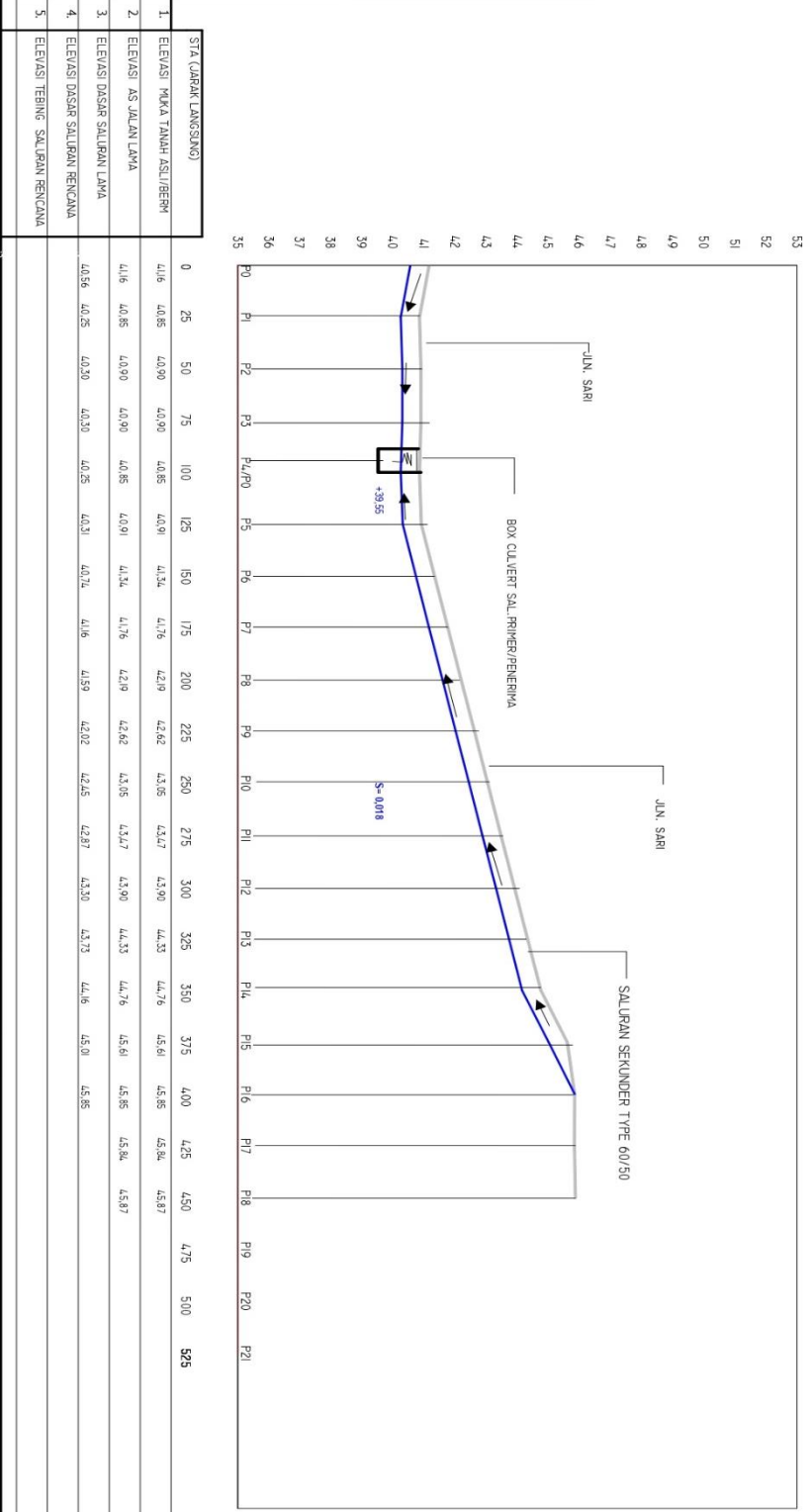


PROFIL MENJANG SALURAN PRIMER 1		PROFIL MENJANG SALURAN PRIMER 2	
1.	ELEVASI MUKA TANAH ASLI/BERH		
2.	ELEVASI DASAR SALURAN LAMA		
3.	ELEVASI DASAR SALURAN RENCANA		
4.	ELEVASI TEING SALURAN RENCANA		
5.			

CATATAN		JUDUL GAMBAR	
KONDISI EXISTING DRAINASE PRIMER		TERJADINYA GENANGAN AIR DILOKASI J.L. SARI	
BM 35 m01		: MEKANISME	
DATA : SATELIT/LEMB BAK MEMAKA THEODOLOIT/TERPASS UTK PENGUKURAN YG LEBH DETAIL		: KEC. MEDAN JOHOR, KEB. DURIAN	
P0 S/D P4/P0 S=0.003		: V 1200 / H 12000	
P4/P0 S/D P16 S=0.015		SKALA	

Gambar 4.1: Elevasi Drainase primer eksisting.

LOKASI : JL. SARI, KEDEI
DURIAN, KEC. MEJAWI JOHOR



ST. (JABAT LANGSUNG)		PROFIL PERANJANG JALAN SARI, KEDEI DURIAN																					
1	ELEVASI PAKA TANAH ASLI/BERH	0	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525
2	ELEVASI AS JALAN LAMA	41.6	40.85	40.90	40.90	40.85	40.91	41.34	41.76	42.19	42.62	43.05	43.47	43.90	44.33	44.76	45.61	45.85	45.84	45.87			
3	ELEVASI DASAR SALURAN LAMA	41.6	40.85	40.90	40.90	40.85	40.91	41.34	41.76	42.19	42.62	43.05	43.47	43.90	44.33	44.76	45.61	45.85	45.84	45.87			
4	ELEVASI DASAR SALURAN RENCANA	40.56	40.25	40.30	40.30	40.25	40.31	40.74	41.16	41.59	42.02	42.45	42.87	43.30	43.73	44.16	45.08	45.85					
5	ELEVASI TEBING SALURAN RENCANA																						

CATATAN
KONDISI EKSTING BRANKE DARI SALURAN SEKUNDER MASUK KE BRANKE PRIMER/PENERIMA
BUTIR-BUTIR
DATA SATELIT/LEBIH BAK KEMAKA THEODOLIT/ATERBAS/UTK PENGUKURAN/10 BHD/DETAIL
P/100 P/100 S/003
P/100 S/100 S/015

JUDUL GAMBAR
TERBUJANYA BERANJANG AIR DUKASI 1. SARI
YO DIRAJAN/MAK HILJAN
KOTA
LOKASI
: V/1200 / H/1200
SKALA

DIGAMBAR	DIREKSI	DIREKSI	DIREKSI	DIREKSI
DIREKSI	DIREKSI	DIREKSI	DIREKSI	DIREKSI



Gambar 4.2: Elevasi drainase sekunder eksisting.

4.3. Analisa Hidrologi

A. Analisa Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum

Dalam ilmu statistik, dapat dikenal beberapa macam distribusi frekuensi. Dalam penelitian ini ada empat jenis distribusi yang akan digunakan dan biasanya yang paling banyak digunakan dalam bidang hidrologi adalah :

1. Distribusi Normal

Tabel 4.5: Analisis Curah Hujan Distribusi Normal

Sumber : Hasil Penelitian.

Tahun	Curah Hujan (mm) Xi	(xi-x)	(xi-x) ²	(xi-x) ³	(xi-x) ⁴
2014	105	-24,90	620,01	-15438,25	384412,40
2015	169	39,10	1528,81	59776,47	2337260,02
2016	136	6,10	37,21	226,98	1384,58
2017	141	11,10	123,21	1367,63	15180,70
2018	123	-6,90	47,61	-328,51	2266,71
2019	146	16,10	259,21	4173,28	67189,82
2020	171	41,10	1689,21	69426,53	2853430,42
2021	110	-19,90	396,01	-7880,60	156823,92
2022	109	-20,90	436,81	-9129,33	190802,98
2023	89	-40,90	1672,81	-68417,93	2798293,30
jumlah	1299	-5,684	6810,90	33776,28	8807044,86
\bar{X}	129,9				
S	27,5				
n	10				

Dari data-data diatas, dapat diperoleh :

$$\bar{x} = \frac{1299}{10} = 129,90 \text{ mm}$$

$$\text{Standar Deviasi (S)} = \sqrt{\frac{\sum(xi-x)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum(6810,9)}{9}} = 27,5 \text{ mm}$$

Menghitung *Koefisien Skewness* (C_s)

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

$$(C_s) = \frac{10 (33776,28)}{(10-1)(10-2)27,5^3}$$

$$(C_s) = \frac{337762,8}{72 \times 20,79} = 1256 \text{ mm.}$$

Menghitung *Koefisien Kurtosis* (C_k)

$$(C_k) = \frac{\sum_{i=1}^n \{x_i - \bar{x}\}^4}{(n-1)(n-2)S^4}$$

$$(C_k) = \frac{10 (8807044,86)}{(10-1)(10-2)27,5^4}$$

$$(C_k) = \frac{88070448,6}{72 \times 571,9} = 1138 \text{ mm.}$$

Perhitungan analisis curah hujan rencana dengan distribusi normal :

- Untuk $T = 2$ Tahun

$$Z = 0.00 \text{ (dari Tabel 2.1)}$$

$$X_t = \bar{x} + (Z \times S)$$

$$X_2 = 129,9 + (0.00 \times 27,5)$$

$$X_2 = 129,9 \text{ mm}$$

- Untuk $T = 5$ Tahun

$$Z = 0.84 \text{ (dari Tabel 2.1)}$$

$$X_t = \bar{x} + (Z \times S)$$

$$X_5 = 129,9 + (0.84 \times 27,5)$$

$$X_5 = 153 \text{ mm}$$

- Untuk $T = 10$ Tahun

$$Z = 1.28 \text{ (dari Tabel 2.1)}$$

$$X_t = \bar{x} + (Z \times S)$$

$$X_{10} = 129,9 + (1.28 \times 27,5)$$

$$X_{10} = 165,1 \text{ mm}$$

- Untuk $T = 25$ Tahun

$$Z = 1.71 \text{ (dari Tabel 2.1)}$$

$$X_t = \bar{x} + (Z \times S)$$

$$X_{25} = 129,9 + (1,71 \times 27,5)$$

$$X_{25} = 176,925 \text{ mm}$$

- Untuk T = 50 Tahun

$$Z = 2,05 \text{ (dari Tabel 2.1)}$$

$$X_t = \bar{x} + (Z \times S)$$

$$X_{50} = 129,9 + (2,05 \times 27,5)$$

$$X_{50} = 186,275 \text{ mm}$$

- Untuk T = 100 Tahun

$$Z = 2,33 \text{ (dari Tabel 2.1)}$$

$$X_t = \bar{x} + (Z \times S)$$

$$X_{100} = 129,9 + (2,33 \times 27,5)$$

$$X_{100} = 193,975 \text{ mm}$$

Tabel 4.6: Analisis hasil curah hujan Dengan Distribusi Normal
Sumber : Hasil penelitian.

No.	Periode Ulang (T) Tahun	Z	\bar{X}	S	C_S	C_K	Curah Hujan (X_T) (mm)
1.	2	0,00	129,9	27,5	2,256	2,138	129,9
2.	5	0,84	129,9	27,5	2,256	2,138	153
3.	10	1,28	129,9	27,5	2,256	2,138	165,1
4.	25	1,71	129,9	27,5	2,256	2,138	176,925
5.	50	2,05	129,9	27,5	2,256	2,138	186,275
6.	100	2,33	129,9	27,5	2,256	2,138	193,975

2. Distribusi Log Normal

Data-data yang digunakan dalam perhitungan parameter statistik dengan sebaran logaritmatik dapat dilihat pada tabel 4.7 :

Tabel 4.7: Analisis curah hujan Distribusi *Log Normal*
 Sumber : Hasil penelitian

Tahun	Curah Hujan (mm) Xi	Log(xi)	(log xi-log x)	(log xi-log x) ²	(log xi-log x) ³	(log xi-log x) ⁴
1.	105	2,021189299	-0,092419852	0,008541429	-0,000789398	7,2956E-05
2.	169	2,227886705	0,114277554	0,013059359	0,001492392	0,000170547
3.	136	2,133538908	0,019929757	0,000397195	7,916E-06	1,57764E-07
4.	141	2,149219113	0,035609962	0,001268069	4,51559E-05	1,608E-06
5.	123	2,089905111	-0,02370404	0,000561881	-1,33189E-05	3,15711E-07
6.	146	2,164352856	0,050743705	0,002574924	0,000130661	6,63023E-06
7.	171	2,23299611	0,119386959	0,014253246	0,001701652	0,000203155
8.	110	2,041392685	-0,072216466	0,005215218	-0,000376625	2,71985E-05
9.	109	2,037426498	-0,076182653	0,005803797	-0,000442149	3,36841E-05
10.	89	1,949390007	-0,164219144	0,026967927	-0,00442865	0,000727269
Jumlah	1299	21,04729729	18,93368814	0,078643046	-0,002672363	0,001243521
\bar{X}	129,9	2,113609151	18,84489392			
S	0,09347791	-1,029291				
n	10					

Dari data-data diatas, dapat diperoleh :

$$\bar{x} = \frac{1299}{10} = 129,90 \text{ mm}$$

$$\text{Standar Deviasi (S)} = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum(0,078643046)}{9}} = 0,093477911 \text{ mm.}$$

$$X_t = 10^{(\log x_t)}.$$

Menghitung *Koefisien Skewness (C_s)*

$$(C_s) = \frac{\sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \log(\bar{X})\}^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

$$(C_s) = \frac{10 (-0,0026)}{(10-1)(10-2)0,0932^3}$$

$$(C_s) = \frac{-0,026}{72 \times 0,000809558}$$

$$(C_s) = -0,44605983 \text{ mm.}$$

Menghitung *Koefisien Kurtosis* (C_k)

$$(C_k) = \frac{\sum_{i=1}^n \{x_i - \bar{x}\}^4}{(n-1)(n-2)S^4}$$

$$(C_k) = \frac{10 (0,001243521)}{(10-1)(10-2)0,0093^4}$$

$$(C_k) = \frac{0,012435213}{72 \times 0,0000748} = 1308813951 \text{ mm.}$$

Berikut Perhitungan analisis curah hujan rencana dengan distribusi *log normal* :

- Untuk T = 2 Tahun

$$K_t = 0.00 \text{ (dari Tabel 2.2)}$$

$$\text{Log } X_t = \text{Log } \bar{x} + (K_t \times S)$$

$$\text{Log } X_2 = 2,1136092 + (0.00 \times 0,093477911)$$

$$\text{Log } X_2 = 2,1136092 \text{ mm}$$

$$X_2 = 129,90 \text{ mm}$$

- Untuk T = 5 Tahun

$$K_t = 0.84 \text{ (dari Tabel 2.2)}$$

$$\text{Log } X_t = \text{Log } \bar{x} + (K_t \times S)$$

$$\text{Log } X_5 = 2,1136092 + (0.84 \times 0,093477911)$$

$$\text{Log } X_5 = 2,19213064524 \text{ mm}$$

$$X_5 = 155,64 \text{ mm}$$

- Untuk T = 10 Tahun

$$K_t = 1.28 \text{ (dari Tabel 2.2)}$$

$$\text{Log } X_t = \text{Log } \bar{x} + (K_t \times S)$$

$$\text{Log } X_{10} = 2,1136092 + (1.28 \times 0,093477911)$$

$$\text{Log } X_{10} = 2,23326092608 \text{ mm}$$

$$X_{10} = 171,10 \text{ mm}$$

- Untuk T = 25 Tahun

$$K_t = 1.71 \text{ (dari Tabel 2.2)}$$

$$\text{Log } X_t = \text{Log } \bar{x} + (K_t \times S)$$

$$\text{Log } X_{25} = 2,1136092 + (1.71 \times 0,093477911)$$

$$\text{Log } X_{25} = 2,27345643 \text{ mm}$$

$$X_{25} = 187,69 \text{ mm}$$

- Untuk T = 50 Tahun

$$K_t = 2.05 \text{ (dari Tabel 2.2)}$$

$$\text{Log } X_t = \text{Log } \bar{x} + (K_t \times S)$$

$$\text{Log } X_{50} = 2,1136092 + (2.05 \times 0,093477911)$$

$$\text{Log } X_{50} = 2,30523892 \text{ mm}$$

$$X_{50} = 201,94 \text{ mm}$$

- Untuk T = 100 Tahun

$$K_t = 2.33 \text{ (dari Tabel 2.2)}$$

$$\text{Log } X_t = \text{Log } \bar{x} + (K_t \times S)$$

$$\text{Log } X_{100} = 2,1136092 + (2.33 \times 0,093477911)$$

$$\text{Log } X_{100} = 2,33141273 \text{ mm}$$

$$X_{100} = 214,49 \text{ mm.}$$

Tabel 4.8: Analisis hasil curah hujan dengan Distribusi *Log Normal*.
 Sumber : Hasil penelitian.

No.	Periode Ulang (T) Tahun	K _T	C _S	C _K	Log \bar{X}	Log S	Log X _T	Curah Hujan (X _T) mm
1.	2	0,00	0	2,3	2,113	0,093	2,1136092	129,9
2.	5	0,84	0	2,3	2,113	0,093	2,19213064524	155,6
3.	10	1,28	0	2,3	2,113	0,093	2,1136092	171,1
4.	25	1,71	0	2,3	2,113	0,093	2,27345643	187,7
5.	50	2,05	0	2,3	2,113	0,093	2,30523892	201,9
6.	100	2,33	0	2,3	2,113	0,093	2,33141273	214,5

3. Distribusi *Log Person Type – III*

Tabel 4.9: Analisis curah hujan dengan *Distribusi Log Person III*
 Sumber : Hasil penelitian

No.	Curah Hujan (mm) Xi	Log Xi	(Log Xi-Log \bar{x})	(Log Xi-Log \bar{x}) ²	(Log Xi-Log \bar{x}) ³	(log xi-log x) ⁴
1.	105,00	2,0211	-0,0924	0,0085	-0,0007	7,2956E-05
2.	169,00	2,2278	0,1142	0,0130	0,0014	0,000170547
3.	136,00	2,1335	0,0199	0,0003	7,916E	1,57764E-07
4.	141,00	2,1492	0,0356	0,0012	4,5155	1,608E-06
5.	123,00	2,0899	-0,0237	0,0005	-1,3318	3,15711E-07
6.	146,00	2,1643	0,0507	0,0025	0,0001	6,63023E-06
7.	171,00	2,2329	0,1193	0,0142	0,0017	0,000203155
8.	110,00	2,0413	-0,0722	0,0052	-0,0003	2,71985E-05
9.	109,00	2,0374	-0,0761	0,0058	-0,0004	3,36841E-05
10.	89,00	1,9493	-0,1642	0,0269	-0,0044	0,000727269
Jumlah	1299,00	21,0472	-0,0887	0,0786	-0,0026	0,001243521
\bar{X}	129,90	2,1136				
S	0,0932	-1,0305				
n	10					

Dari data-data diatas, dapat diperoleh :

$$\bar{x} = \frac{1299}{10} = 129,90 \text{ mm}$$

$$\text{Standar Deviasi (S)} = \sqrt{\frac{\sum(xi-x)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum(0,0786)}{9}} = 0,0932 \text{ mm}$$

$$X_t = 10^{(\log X_t)}$$

Menghitung Koefisien Skewness (C_s)

$$(C_s) = \frac{\sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \log(\bar{X})\}^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

$$(C_s) = \frac{10 (-0,0026)}{(10-1)(10-2)0,0932^3}$$

$$(C_s) = \frac{-0,026}{72 \times 0,000809558}$$

$$(C_s) = -0,44605983 \text{ mm.}$$

Tabel 4.10: Faktor K untuk sebaran *Log Pearson III*.

Kemencengan (CS)	Periode Ulang (tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
	Peluang(%)							
	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
3.0	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970	7.250
2.5	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652	6.600
2.2	-0.330	0.574	1.840	2.240	2.970	3.705	4.444	6.200
2.0	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298	5.910
1.8	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147	5.660
1.6	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	6.990	5.390
1.4	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828	5.110
1.2	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661	4.820
1.0	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489	4.540
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401	4.395
0.8	-0.132	0.780	1.336	1.998	2.453	2.891	3.312	4.250
0.7	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223	4.105
0.6	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132	3.960
0.5	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041	3.815
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949	3.670
0.3	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856	5.525
0.2	-0.033	0.831	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763	3.380
0.1	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670	3.235
0.0	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576	3.090
-0.1	0.017	0.836	1.270	1.761	2.000	2.252	2.482	3.950
-0.2	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388	2.810
-0.3	0.050	0.830	1.245	1.643	1.890	2.104	2.294	2.675
-0.4	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201	2.540
-0.5	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108	2.400
-0.6	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880	2.016	2.275
-0.7	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926	2.150
-0.8	0.132	0.856	1.166	1.488	1.606	1.733	1.837	2.035
-0.9	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749	1.910
-1.0	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664	1.800
-1.2	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501	1.625
-1.4	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351	1.465
-1.6	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.200	1.216	1.280
-1.8	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.089	1.097	1.130
-2.0	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	1.995	1.000
-2.2	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905	0.907	0.910
-2.5	0.360	0.711	0.771	0.793	1.798	0.799	0.800	0.802
-3.0	0.396	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667	0.667	0.668

Berikut hasil analisa curah hujan rencana dengan Distribusi *Log Pearson III*

- Untuk T = 2 Tahun

$$K_t = 0.066 \text{ (dari Tabel 4.7)}$$

$$\text{Log } X_t = \text{Log } \bar{x} + (K_t \times S)$$

$$\text{Log } X_2 = 2,1136 + (0.066 \times 0,0932)$$

$$\text{Log } X_2 = /11197512 \text{ mm}$$

$$X_{2=} 131,75 \text{ mm}$$

- Untuk T = 5 Tahun

$$K_t = 0.855 \text{ (dari Tabel 4.7)}$$

$$\text{Log } X_t = \text{Log } \bar{x} + (K_t \times S)$$

$$\text{Log } X_5 = 2,1136 + (0.855 \times 0,0932)$$

$$\text{Log } X_5 = /1193286 \text{ mm}$$

$$X_{5=} 156,05 \text{ mm}$$

- Untuk T = 10 Tahun

$$K_t = 1.231 \text{ (dari Tabel 4.7)}$$

$$\text{Log } X_t = \text{Log } \bar{x} + (K_t \times S)$$

$$\text{Log } X_{10} = 2,1136 + (1.231 \times 0,0932)$$

$$\text{Log } X_{10} = /12283292 \text{ mm}$$

$$X_{10=} 169,17 \text{ mm}$$

- Untuk T = 25 Tahun

$$K_t = 1.606 \text{ (dari Tabel 4.7)}$$

$$\text{Log } X_t = \text{Log } \bar{x} + (K_t \times S)$$

$$\text{Log } X_{25} = 2,1136 + (1.606 \times 0,0932)$$

$$\text{Log } X_{25} = 2,2632792 \text{ mm}$$

$$X_{25=} 183,34 \text{ mm}$$

- Untuk T = 50 Tahun

$$K_t = 1.834 \text{ (dari Tabel 4.7)}$$

$$\text{Log } X_t = \text{Log } \bar{x} + (K_t \times S)$$

$$\text{Log } X_{50} = 2,1136 + (1.834 \times 0,0932)$$

$$\text{Log } X_{50} = /12845288 \text{ mm}$$

$$X_{50} = 192,54 \text{ mm}$$

- Untuk T = 100 Tahun

$$K_t = 2.029 \text{ (dari Tabel 4.7)}$$

$$\text{Log } X_t = \text{Log } \bar{x} + (K_t \times S)$$

$$\text{Log } X_{100} = 2,1136 + (2.029 \times 0,0932)$$

$$\text{Log } X_{100} = /13027028 \text{ mm}$$

$$X_{100} = 200,77 \text{ mm.}$$

Tabel 4.11: Analisis hasil curah hujan dengan *Distribusi Log Person III*

Sumber : Hasil penelitian.

No.	T	K_t	C_s	Log \bar{x}	Log X_t	Log S	Curah Hujan X_t (mm)
1.	2	0,066	-0,4	2,1136	2,1197512	0,093	131,75
2.	5	0,855	-0,4	2,1136	2,193286	0,093	156,05
3.	10	1,231	-0,4	2,1136	2,2283292	0,093	169,17
4.	25	1,606	-0,4	2,1136	2,2632792	0,093	183,34
5.	50	1,834	-0,4	2,1136	2,2845288	0,093	192,54
6.	100	2,029	-0,4	2,1136	2,3027028	0,093	200,77

4. Distribusi *Gumbell*

Tabel 4.12: Analisis curah hujan dengan Distribusi *Gumbell*

Sumber : Hasil penelitian

No.	Curah Hujan (mm) Xi	Log Xi	(Log Xi-Log \bar{x})	(Log Xi-Log \bar{x}) ²	(Log Xi-Log \bar{x}) ³	(log xi-log \bar{x}) ⁴
1.	105,00	2,0211	-0,0924	0,0085	-0,0007	7,2956E-05
2.	169,00	2,2278	0,1142	0,0130	0,0014	0,000170547
3.	136,00	2,1335	0,0199	0,0003	7,916E	1,57764E-07
4.	141,00	2,1492	0,0356	0,0012	4,5155	1,608E-06
5.	123,00	2,0899	-0,0237	0,0005	-1,3318	3,15711E-07
6.	146,00	2,1643	0,0507	0,0025	0,0001	6,63023E-06
7.	171,00	2,2329	0,1193	0,0142	0,0017	0,000203155
8.	110,00	2,0413	-0,0722	0,0052	-0,0003	2,71985E-05
9.	109,00	2,0374	-0,0761	0,0058	-0,0004	3,36841E-05
10.	89,00	1,9493	-0,1642	0,0269	-0,0044	0,000727269
Jumlah	1299,00	21,0472	-0,0887	0,0786	-0,0026	0,001243521
\bar{X}	129,90	2,1136				
S	0,0932	-1,0305				
n	10					

Dari data-data diatas didapat :

$$\bar{x} = \frac{1299}{10} = 129,90 \text{ mm}$$

$$\text{Standar Deviasi (S)} = \sqrt{\frac{\sum(xi-x)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum(0,0786)}{9}} = 0,0932 \text{ mm}$$

Dari Tabel 2.4, Tabel 2.5 dan Tabel 2.6 , diperoleh nilai Y_n , S_n dan Y_t untuk n = 10

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9496$$

Menghitung Koefisien Skewness (C_s)

$$(C_s) = \frac{\sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \log(\bar{X})\}^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

$$(C_s) = \frac{10 (-0,0026)}{(10-1)(10-2)0,0932^3}$$

$$(C_s) = \frac{-0,026}{72 \times 0,000809558}$$

$$(C_s) = -0,44605983 \text{ mm.}$$

Menghitung *Koefisien Kurtosis* (C_k)

$$(C_k) = \frac{\sum_{i=1}^n \{x_i - \bar{x}\}^4}{(n-1)(n-2)S^4}$$

$$(C_k) = \frac{10 (0,001243521)}{(10-1)(10-2)0,0093^4}$$

$$(C_k) = \frac{0,012435213}{72 \times 0,0000748} = 1,308813951 \text{ mm.}$$

- Untuk T = 2 Tahun dengan $Y_t = 0,3665$ (*dari tabel 2.6*)

$$K = \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n} = \frac{(0,3665 - 0,4952)}{0,9496} = -0,1355$$

$$X_t = \bar{x} + (K \times S)$$

$$X_2 = 129,9 + (-0,1355 \times 27,5)$$

$$X_2 = 126,173 \text{ mm}$$

- Untuk T = 5 Tahun dengan $Y_t = 1,4999$ (*dari tabel 2.6*)

$$K = \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n} = \frac{(1,4999 - 0,4952)}{0,9496} = 1,0580$$

$$X_t = \bar{x} + (K \times S)$$

$$X_5 = 129,9 + (1,0580 \times 27,5)$$

$$X_5 = 158,995 \text{ mm}$$

- Untuk T = 10 Tahun dengan $Y_t = 2,2502$ (*dari tabel 2.6*)

$$K = \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n} = \frac{(2,2502 - 0,4952)}{0,9496} = 1,8481$$

$$X_t = \bar{x} + (K \times S)$$

$$X_{10} = 129,9 + (1,8481 \times 27,5)$$

$$X_{10} = 180,722 \text{ mm}$$

- Untuk T = 25 Tahun dengan $Y_t = 3,1985$ (*dari tabel 2.6*)

$$K = \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n} = \frac{(3,1985 - 0,4952)}{0,9496} = 2,8467$$

$$X_t = \bar{x} + (K \times S)$$

$$X_{25} = 129,9 + (2,8467 \times 27,5)$$

$$X_{25} = 208,184 \text{ mm}$$

- Untuk T = 50 Tahun dengan $Y_t = 3,9019$ (dari tabel 2.6)

$$K = \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n} = \frac{(3,9019 - 0,4952)}{0,9496} = 3,5875$$

$$X_t = \bar{x} + (K \times S)$$

$$X_2 = 129,9 + (3,5875 \times 27,5)$$

$$X_2 = 228,556 \text{ mm}$$

- Untuk T = 100 Tahun dengan $Y_t = 4,6001$ (dari tabel 2.6)

$$K = \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n} = \frac{(4,6001 - 0,4952)}{0,9496} = 4,3227$$

$$X_t = \bar{x} + (K \times S)$$

$$X_2 = 129,9 + (4,3227 \times 27,5)$$

$$X_2 = 248,774 \text{ mm}$$

Tabel 4.13: Analisis hasil curah hujan rencana dengan Distribusi *Gumbell*
sumber : Hasil perhitungan

No.	Periode Ulang (T) Tahun	Y_t	Y_n	S_n	K	\bar{X}	S	Curah Hujan (X_t)
1.	2	0,3665	0,4952	0,9496	-0,1355	129,9	27,5	126,173
2.	5	1,4999	0,4952	0,9496	1,0580	129,9	27,5	158,995
3.	10	2,2502	0,4952	0,9496	1,8481	129,9	27,5	180,722
4.	25	3,1985	0,4952	0,9496	2,8467	129,9	27,5	208,184
5.	50	3,9019	0,4952	0,9496	3,5875	129,9	27,5	228,556
6.	100	4,6001	0,4952	0,9496	4,3227	129,9	27,5	248,774

Tabel 4.14: Rekapitulasi analisa curah hujan rencana maksimum
 Sumber : Hasil perhitungan.

No.	Periode Ulang (T) Tahun	Normal	Log Normal	Log PersonIII	Gumbell
1.	2	129,9	129,9	131,75	126,173
2.	5	153	155,6	156,05	158,995
3.	10	165,1	171,1	169,17	180,722
4.	25	176,925	187,7	183,34	208,184
5.	50	186,275	201,9	192,54	228,556
6.	100	193,975	214,5	200,77	248,774

4.3. Pemilihan Jenis Sebaran

Ketentuan dalam parameter pemilihan distribusi curah hujan tercantum dalam Tabel 4.15.

Tabel 4.15: Parameter pemilihan distribusi curah hujan (Pudyastuti & Musthofa, 2020)

Jenis Sebaran	Kriteria	Hasil	Keterangan
Normal	$Cs \approx 0$ $Ck = 3$	$Cs = 1,256$ $Ck = 1,138$	Tidak memenuhi
Log Normal	$Cs \approx 3Cv + Cv^2 = 3$ $Ck = 5,383$	$Cs = 6,9$ $Ck = 1,3$	Tidak memenuhi
Log Pearson Tipe III	$Cs \neq 0$	$Cs = -0,4$	Tidak memenuhi
Gumbell	$Cs = \leq 1,1396$ $Ck \leq 5,4002$	$Cs = -0,4$ $Ck = 1,3$	memenuhi

Berdasarkan parameter data curah hujan skala normal maka dapat mengestimasi distribusi yang cocok dengan curah hujan tertentu. Adapun distribusi yang dipakai dalam perhitungan ini adalah metode distribusi *Gumbell*.

4.4. Pengujian Keselarasan Sebaran

Uji kecocokan distribusi adalah untuk menentukan kecocokan (*The Goodness Of Fist Test*) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter.

a) Uji Kecocokan *Chi-Square*.

Untuk menguji kecocokan Metode Distribusi Normal, Distribusi *Log Normal*, *Log Pearson Tipe III* dan Metode *Gumbell*, maka digunakan uji kecocokan *Chi-Square* untuk menguji distribusi pengamatan. Apakah sampel memenuhi syarat distribusi yang diuji atau tidak. Perhitungan Uji *Chi-Square* adalah sebagai berikut:

- Langkah pertama mengurutkan data curah hujan harian maksimum dari yang terbesar ke yang terkecil, berikut data curah hujan 10 tahun dapat dilihat pada tabel 4.16

Tabel 4.16: Urutan data curah hujan 10 tahun dari yang terbesar ke yang terkecil.

No	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
1	171
2	169
3	146
4	141
5	136
6	123
7	110
8	109
9	105
10	89
Jumlah	1299
\bar{X}	129,9

- Tentukan jumlah kelas (K)

$$K = 1 + 3,322 \text{ Log } n = 1 + 3,322 \text{ Log } 10 \\ = 4,322 \approx 5$$

- Menghitung derajat kebebasan (dk) dan $\chi^2_{.cr}$

$$DK = K - R - 1 = 5 - 2 - 1 = 2$$

Jika dk = 2 maka derajat kepercayaan 95% diterima, maka didapat $\chi^2_{.cr} = 5,991$

dengan dk = 2 dan $\alpha = 5\%$.

- Menghitung Ei

$$n = 10$$

$$\text{maka } Ei = \frac{10}{5} = 2$$

- Menghitung kelas distribusi

Untuk probabilitas 20%

$$\frac{1}{p_x} = \frac{1}{0,2} = 5 \text{ tahun}$$

Untuk probabilitas 40%

$$\frac{1}{p_x} = \frac{1}{0,4} = 2,5 \text{ tahun}$$

Untuk probabilitas 60%

$$\frac{1}{p_x} = \frac{1}{0,6} = 1,667 \text{ tahun}$$

Untuk probabilitas 80%

$$\frac{1}{p_x} = \frac{1}{0,8} = 1,25 \text{ tahun}$$

- Menghitung Interval Kelas

1. Metode Distribusi Normal

Untuk T = 5 Tahun

K = 0,84 (berdasarkan tabel 2.2)

$$X_t = \bar{x} + (K \times S)$$

$$X_5 = 129,9 + (0,84 \times 27,5)$$

$$X_5 = 153 \text{ mm.}$$

Tabel 4.17: Analisis data curah hujan distribusi normal sesuai interval kelas.

Periode Ulang (T)	\bar{X}	K	S	Curah Hujan (X_T) mm
5	129,9	0,84	27,5	153
2,5	129,9	0,25	27,5	136,775
1,667	129,9	-0,25	27,5	123,025
1,25	129,9	-0,84	27,5	106,8

2. Metode Distribusi *Log Normal*

- Untuk T = 5 Tahun

$$K_t = 0,84 \text{ (dari tabel 2.2)}$$

$$\text{Log } X_t = \text{Log } \bar{x} + (K_t \times \text{Log } S)$$

$$\text{Log } X_5 = 2,1136092 + (0,84 \times 0,093477911)$$

$$\text{Log } X_5 = 2,192130645 \text{ mm}$$

$$X_5 = 155,643377 \text{ mm.}$$

Tabel 4.18: Analisis data curah hujan Distribusi *Log Normal* sesuai interval kelas.

Periode Ulang (T)	Log \bar{X}	K	S	Log X_t	Curah Hujan (X_T) mm
5	2,1136092	0,84	0,093477911	2,192130645	155,643377
2,5	2,1136092	0,25	0,093477911	2,136978678	137,0814463
1,667	2,1136092	-0,25	0,093477911	2,090239722	123,0948043
1,25	2,1136092	-0,84	0,093477911	2,035087755	108,4145957

3. Metode *Log Pearson III*

- Untuk T = 5 Tahun

$$K_t = 0,855 \text{ (hasil interpolasi sesuai nilai } cs = -0,4)$$

$$\text{Log } X_t = \text{Log } \bar{x} + (K_t \times S)$$

$$\text{Log } X_5 = 2,1136092 + (0,855 \times 0,093477911)$$

$$\text{Log } X_5 = 2,193532814 \text{ mm}$$

$$X_5 = 156,1467013 \text{ mm}$$

Tabel 4.19: Analisis data curah hujan Distribusi *Log Pearson III* sesuai interval kelas.

Periode Ulang (T)	Log \bar{X}	K	S	Log X_t	Curah Hujan (X_T) mm
5	2,1136092	0,855	0,093477911	2,193532814	156,1467013
2,5	2,1136092	0,017	0,093477911	2,115198324	130,3762017
1,67	2,1136092	-0,430	0,093477911	2,073413698	118,4169029
1,25	2,1136092	-0,816	0,093477911	2,037331225	108,9760908

4. Metode *Gumbell*

n = 10 maka

$$y_n = 0,4952 \text{ dan } s_n = 0,9496 \quad Y_t = \left(-\ln \frac{T-1}{T} \right) \text{ dan } K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

Untuk T = 5 Tahun

$$K = 1,058 \text{ (dari tabel 4.17)}$$

$$X_t = \bar{x} + (K \times S)$$

$$X_5 = 129,9 + (1,058 \times 27,5)$$

$$X_5 = 158,995 \text{ mm.}$$

Tabel 4.20: Analisis data curah hujan Distribusi *Gumbell* sesuai interval kelas

Periode Ulang (T)	Reduce Variate (YT)	Yn	Sn	KT	Curah Hujan (X_T) mm
5	1,500	0,4952	0,9496	1,058	158,995
2,5	0,672	0,4952	0,9496	0,186	135,015
1,67	0,091	0,4952	0,9496	-0,426	118,185
1,25	-0,476	0,4952	0,9496	-1,023	101,7675

Nilai X^2 hasil perhitungan yang dapat dilihat pada tabel 4.21 ,4.22 ,4.23 dan 4.24 syarat yang harus dipenuhi,yaitu X^2 hitung $< X^2_{.cr}$

Tabel 4.21: Perhitungan Uji Kecocokan *Chi-Square* Dengan Distribusi Normal

No	Nilai Batas	Ekspetasi	Observasi	(O _i - E _i)	(O _i - E _i) ² /E _i
	Kelompok	E _i	O _i		
1	>153	2	2	0	0
2	136,775-153	2	2	0	0
3	123,025- 136,775	2	1	-1	0,5
4	106,8 - 123,025	2	3	1	0,5
5	<106,8	2	2	0	0
Jumlah		10	10	X^2	1

Dilihat dari hasil perbandingan diatas bahwa $X^2 =$ harga Chi-Square = 1 $< X^2_{5,991}$ maka hipotesa yang diuji dapat diterima.

Tabel 4.22: Perhitungan uji kecocokan *Chi-Square* dengan Distribusi *Log Normal*.

No	Nilai Batas	Ekspetasi	Observasi	(O _i - E _i)	(O _i - E _i) ² /E _i
	Kelompok	E _i	O _i		
1	>155,64	2	2	0	0
2	137,08 -155,64	2	2	0	0
3	123,09- 137,08	2	1	-1	0,5
4	108,41 - 123,09	2	3	1	0,5
5	<108,41	2	2	0	0
Jumlah		10	10	X^2	1

Dilihat dari hasil perbandingan diatas bahwa $X^2 = \text{harga Chi-Square} = 1 < X^2_{5,991}$ maka hipotesa yang diuji dapat diterima.

Tabel 4.23: Perhitungan uji kecocokan *Chi-Square* dengan *Log Pearson III*

No	Nilai Batas	Ekspetasi	Observasi	(O _i - E _i)	(O _i - E _i) ² /E _i
	Kelompok	E _i	O _i		
1	>156,14	2	2	0	0
2	130,37-156,14	2	3	1	0,5
3	118,41- 130,37	2	1	-1	0,5
4	108,97 – 118,41	2	2	0	0
5	<108,97	2	2	0	0
Jumlah		10	10	X^2	1

Dilihat dari hasil perbandingan diatas bahwa $X^2 = \text{harga Chi-Square} = 1 < X^2_{5,991}$ maka hipotesa yang diuji dapat diterima.

Tabel 4.24: Perhitungan uji kecocokan *Chi-Square* dengan *Distibusi Gumbell*.

No	Nilai Batas	Ekspetasi	Observasi	(O _i - E _i)	(O _i - E _i) ² /E _i
	Kelompok	E _i	O _i		
1	>158,99	2	2	0	0
2	135,01-158,99	2	3	1	0,5
3	118,18- 135,015	2	1	-1	0,5
4	101,76 – 118,18	2	3	1	0,5
5	<101,76	2	1	-1	0,5
Jumlah		10	10	X^2	2

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

Uji Kecocokan *Smirnov Kolmogorof*

Uji kecocokan *Smirnov Kolmogorof* sering juga disebut uji kecocokan non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Perhitungan uji kecocokan sebaran dengan *Smirnov Kolmogorof* untuk metode Distribusi Normal, *Log Normal*, *Log Pearson Tipe III* dan Gumbell pada daerah studi dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Dk = untuk data 10 tahun dan derajat kepercayaan 5% adalah 0,41

Maka (ΔP Kritis) = 0,41

$$P(X_i) = \frac{m}{n+1} 100\%$$

Dimana:

P (Xi) = data sesudah dirangking dari terkecil ke terbesar

M = nomor urut

N = jumlah data (10)

$$F(t) = \frac{(X_i - X_{rt})}{S} \quad \text{atau} \quad K_t = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

Dimana:

(Xi) = data curah hujan harian maks sesudah diurutkan dari terbesar ke terkecil

Xrt = Jumlah Xi

S = Standar Deviasi Distribusi

$$Y_t = K_T \times S_n + Y_n$$

Luas Kurva tergantung nilai F(t)

P'(Xi) = 1- Luas Kurva

ΔP = ABS P(Xi) – P'(Xi)

$$Y_t = -\ln\left(-\ln \frac{T-1}{T}\right)$$

a) Uji Distribusi Normal

Tabel 4.25 Perhitungan uji kecocokan *Smirnov Kolmogorof Distribusi Normal*.

i	Xi Max (dari besar ke kecil)	P(Xi)	F(t)	Luas Dibawah Kurva	P'(Xi)	ΔP
1	171	0,09	1,49	0,9519	0,0481	0,042809091
2	169	0,18	1,42	0,9222	0,0778	0,104018182
3	146	0,27	0,58	0,719	0,281	0,008272727
4	141	0,36	0,40	0,9207	0,0793	0,284336364
5	136	0,45	0,22	0,5871	0,4129	0,041645455
6	123	0,54	-0,25	0,4023	0,5977	0,052245455
7	110	0,63	-0,72	0,2358	0,7642	0,127836364
8	109	0,73	-0,76	0,2236	0,7764	0,049127273
9	105	0,82	-0,90	0,1841	0,8159	0,002281818
10	89	0,91	-1,487	0,0694	0,9306	0,021509091
Jumlah	1299					
X_{rt}	129,9					
S	27,5					
Max	0,284336364					

b) Uji Distribusi *Log Normal*

Tabel 4.26: Perhitungan uji kecocokan *Smirnov Kolmogorof Distribusi Log Normal*

i	Xi Max (dari besar ke kecil)	Log Xi	P(Xi)	F(t)	Luas Dibawah Kurva	P'(Xi)	ΔP
1	171	2,2329	0,09	1,282	0,8997	0,1003	0,009390909
2	169	2,2278	0,18	1,227	0,8888	0,1112	0,070618182
3	146	2,1643	0,27	0,545	0,7054	0,2946	0,021872727
4	141	2,1492	0,36	0,382	0,648	0,352	0,011636364
5	136	2,1335	0,45	0,213	0,5532	0,4468	0,007745455
6	123	2,0899	0,54	-0,254	0,4013	0,5987	0,053245455
7	110	2,0413	0,63	-0,777	0,2206	0,7794	0,143036364
8	109	2,0374	0,73	-0,819	0,2	0,8	0,072727273
9	105	2,0211	0,82	-0,994	0,1611	0,8389	0,020718182
10	89	1,9493	0,91	-1,766	0,0392	0,9608	0,051709091
Jumlah	1299	3,113					
X_{rt}	129,9	2,1136					
S	27,5	0,093					
Max							0,143036364

b) Uji Distribusi *Log Pearson III*

Dik Nilai $C_s = -0,04$ (Hasil perhitungan). Hasil Interpolasi $P'X_i$ sesuai nilai $C_s = -0,04$ dapat dilihat pada tabel 4.27

Tabel 4.27: Perhitungan hasil interpolasi nilai C_s untuk menentukan nilai $P'X_i$.

Ft	T		T		INTERPOLASI				P'X
	2	3	4	5	6(1-3)	7(5-3)	8(4-2)	2+(6/7*8)	
1,282	10	1,231	25	1,606	0,051	0,375	15	4,04	0,0404
1,227	10	1,231	25	1,606	-0,004	0,375	15	1,84	0,0184
0,545	2	0,066	5	0,855	0,479	0,789	3	3,821293	0,038213
0,382	2	0,066	5	0,855	0,316	0,789	3	3,201521	0,032015
0,213	2	0,066	5	0,855	0,147	0,789	3	2,558935	0,025589
-0,254	1,01	-2,615	2	0,066	2,361	2,681	0,99	2,871835	0,028718
-0,777	1,01	-2,615	2	0,066	1,838	2,681	0,99	2,678709	0,026787
-0,819	1,01	-2,615	2	0,066	1,796	2,681	0,99	2,6632	0,026632
-0,994	1,01	-2,615	2	0,066	1,621	2,681	0,99	2,598579	0,025986
-1,766	1,01	-2,615	2	0,066	0,849	2,681	0,99	2,313506	0,023135

Tabel 4.28: Perhitungan uji kecocokan *Smirnov Kolmogorof Distribusi Log Pearson III*.

i	Xi Max (dari besar ke kecil)	Log Xi	P(Xi)	F(t)	P'(Xi)	ΔP
1	171	2,2329	0,0043	1,282	0,0404	0,036063299
2	169	2,2278	0,0041	1,227	0,0184	0,014248691
3	146	2,1643	0,0018	0,545	0,038212928	0,036369921
4	141	2,1492	0,0012	0,382	0,032015209	0,030721106
5	136	2,1335	0,0007	0,213	0,025589354	0,024865964
6	123	2,0899	-0,0008	-0,254	0,028718351	0,029579875
7	110	2,0413	-0,0026	-0,777	0,026787094	0,029415288
8	109	2,0374	-0,0027	-0,819	0,026632003	0,029401966
9	105	2,0211	-0,0033	-0,994	0,025985789	0,029348277
10	89	1,9493	-0,0059	-1,766	0,023135062	0,029107567
Jumlah	1299	3,113				
X_{rt}	129,9	2,1136				
S	27,5	0,093				
Cs	-0,04					
Max	0,036369921					

c) Uji Distribusi *Gumbell*

Tabel 4.29: Perhitungan uji kecocokan *Smirnov Kolmogorof* Distribusi *Gumbell*

i	Xi Max (dari besar ke kecil)	P(Xi)	F(t)	Yn	Sn	Yt	T	P'(Xi)	ΔP
1	171	0,09	1,49	0,4952	0,9496	1,910104	7,266	0,0481	0,04280
2	169	0,18	1,42	0,4952	0,9496	1,843632	6,828	0,0778	0,10401
3	146	0,27	0,58	0,4952	0,9496	1,045968	3,374	0,281	0,00827
4	141	0,36	0,40	0,4952	0,9496	0,87504	2,933	0,0793	0,28433
5	136	0,45	0,22	0,4952	0,9496	0,704112	2,563	0,4129	0,04164
6	123	0,54	-0,25	0,4952	0,9496	0,2578	1,858	0,5977	0,05224
7	110	0,63	-0,72	0,4952	0,9496	-0,188512	1,426	0,7642	0,12783
8	109	0,73	-0,76	0,4952	0,9496	-0,226496	1,399	0,7764	0,04912
9	105	0,82	-0,90	0,4952	0,9496	-0,35944	1,313	0,8159	0,00228
10	89	0,91	-1,487	0,4952	0,9496	-0,9168552	1,089	0,9306	0,02150
Jumlah	1299								
X_{rt}	129,9								
S	27,5								
Max	0,284336364								

4.5. Hasil Pengujian Dan Distribusi Frekuensi Yang Terpilih

a) Uji Chi Square

Tabel 4.30: Hasil analisis pengujian sebaran *Chi Square*.

Hasil	Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbell
Chi-Kuadrat Hitung (X^2)	1	1	1	2
Chi-Kuadrat Kritis (X^2_{cr})	5,991	5,991	5,991	5,991
Hipotesa	diterima	diterima	diterima	diterima

b) Uji Smirnov Kolmogorov

Tabel 4.31: Hasil analisis pengujian sebaran *Smirnov Kolmogorov*

Hasil	Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbell
<i>Smirnov</i> Hitung (ΔP Max)	0,284336364	0,143036364	0,036369921	0,284336364
<i>Smirnov</i> Kritis (ΔP Kritis)	0,41	0,41	0,41	0,41
Hipotesa	diterima	diterima	diterima	diterima

c) Analisis Distribusi yang terpilih adalah

Sesuai Tabel 4.15 distribusi yang dipakai pada analisis studi kasus ini adalah Distribusi *Gumbell*, dikarenakan C_s dan C_k pada Metode *Gumbell* memenuhi syarat.

4.6. Debit Banjir Rancangan

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

a) Saluran Primer

1. Menghitung Waktu Konsentrasi

DIK : Data Lapangan dan Data Satelit

Tabel 4.32: Data lapangan saluran primer yang ditinjau

Sumber : Hasil perhitungan

No	Data Hidrologi	Notasi	Satuan	Saluran Primer I	Saluran Primer II	Saluran Sekunder
1	Slope/Kemiringan Saluran	S	%	0,003	0,0007	0,018
2	Panjang Aliran	L	m	215	360	300

DIT : t_c ?

$$t_c = 0,0195 \times L^{0,77} \times S^{-0,385}$$

- Saluran Primer I yang ditinjau

$$t_c = 0,0195 \times 215^{0,77} \times 0,003^{-0,385}$$

$$t_c = 11,41091689 \text{ menit.}$$

- Saluran Primer II yang ditinjau

$$t_c = 0,0195 \times 360^{0,77} \times 0,0007^{-0,385}$$

$$t_c = 29,71835673 \text{ menit}$$

- Saluran Sekunder yang ditinjau

$$t_c = 0,0195 \times 300^{0,77} \times 0,018^{-0,385}$$

$$t_c = 7,398404343 \text{ menit}$$

Total $t_c = 11,41091689 \text{ menit} + 29,71835673 \text{ menit} + 7,398404343 \text{ menit} = 48,5276 \text{ menit} = \pm 1 \text{ jam}$.

2. Menghitung Intensitas Hujan Menggunakan Rumus Mononobe

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ mm/jam}$$

Menghitung Intensitas Hujan Menggunakan Rumus Mononobe

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ mm/jam}$$

$$I = \frac{180,722}{24} \times \left(\frac{24}{1} \right)^{\frac{2}{3}} \\ = 50,69049 \text{ mm/jam}$$

2. Koefisien Pengaliran

Berdasarkan Tabel 2.7, telah ditentukan nilai dari koefisien limpasan terhadap kondisi karakter permukaannya, yaitu menggunakan koefisien penggunaan lahan = 0,95 (Jalan Beton dan Aspal) di sesuaikan dengan kondisi penggunaan lahan terbesar di lokasi penelitian.

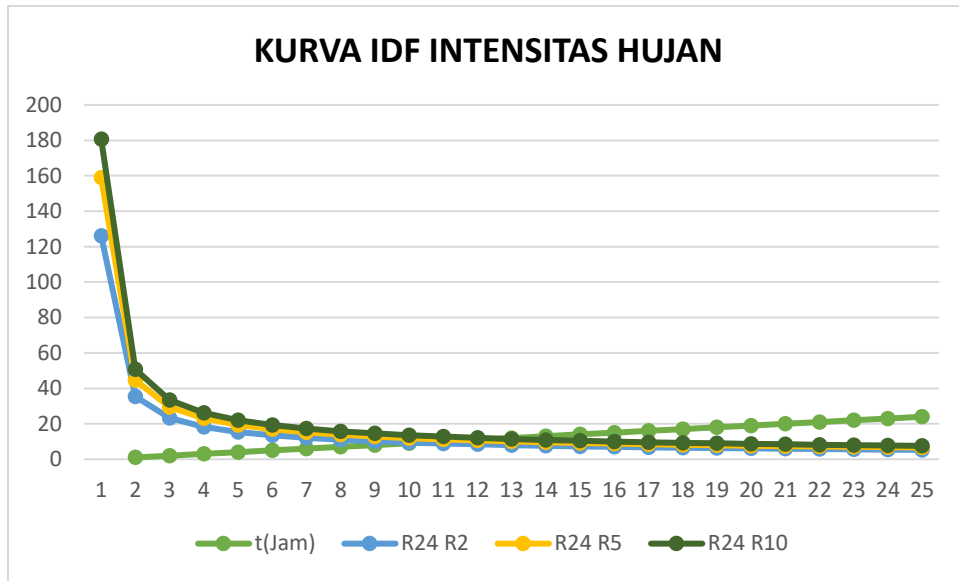
Hasil perhitungan intensitas hujan dengan rumus *Mononobe* data *Gumbell* dapat dilihat pada tabel 4.33 dibawah ini

Tabel 4.33: Rekapitulasi Analisa Intensitas Hujan Menggunakan Rumus Mononobe

Sumber : Hasil Perhitungan.

t(Jam)	R24		
	R2	R5	R10
	126,173	158,995	180,722
1	35,39011	44,59631	50,69049
2	23,34877	29,42259	33,44325
3	18,30666	23,06886	26,22127
4	15,40444	19,41167	22,06432
5	13,47411	16,97919	19,29943
6	12,07789	15,21977	17,29959
7	11,01091	13,87523	15,77131
8	10,16314	12,80693	14,55702
9	9,469704	11,93311	13,56379
10	8,889594	11,20209	12,73288
11	8,395495	10,57946	12,02516
12	7,968438	10,04131	11,41347
13	7,594793	9,570463	10,87829
14	7,26449	9,154237	10,40518
15	6,96991	8,783027	9,983246
16	6,705172	8,449422	9,604053
17	6,465656	8,147598	9,260985
18	6,247675	7,872913	8,948763
19	6,048251	7,621612	8,663121
20	5,864945	7,390622	8,400566
21	5,695743	7,177404	8,158211
22	5,538961	6,979838	7,933648
23	5,393184	6,796139	7,724846
24	5,257208	6,624792	7,530083

Kurva IDF dari tabel 4.33 dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut :



Gambar 4.3: Kurva IDF intensitas hujan

Intensitas berhubungan dengan durasi dan frekuensi dapat diekspresikan dengan kurva Intensity-Duration-Frequency (IDF). Gambar Kurva IDF diatas dapat adalah hasil dari perhitungan analisa intensitas hujan menggunakan rumus *mononobe*.

3. Catchment Area

Luas *Catchment area* drainase kawasan Kelurahan Kedai Durian Kecamatan Medan Johor adalah 9,8 Ha. Koefisien pengaliran (C) = 0.95.

a) Debit banjir rancangan dihitung dengan menggunakan Metode Rasional, yaitu:

- Kala ulang 10 tahun

$$Q = \alpha \cdot \beta \cdot I \cdot A$$

$$Q = 0,95 \times 0,00278 \times 50,69049 \times 9,8$$

$$Q = 1,311961124 \text{ m}^3/\text{det.}$$

Untuk kala ulang 2 – 10 tahun tertera di tabel 4.14 dibawah ini

Tabel 4.34: Perhitungan Q Rancangan Menggunakan Metode Rasional Jalan Sari

No	Periode	β	α	I (mm/jam)	A (Ha)	Q (m ³ /det)
1	2	0,00278	0,95	35,39011	9,8	0,915959749

2	5	0,00278	0,95	44,59631	9,8	1,154232776
3	10	0,00278	0,95	50,69049	9,8	1,311961124

4.7. Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika penampang saluran drainase di kawasan Jalan Sari Kelurahan Kedai Durian dilakukan dengan melakukan perbandingan besarnya debit banjir rancangan dengan besarnya kemampuan saluran menampung debit banjir. Apabila Q rancangan debit banjir $>$ Q tampungan saluran maka saluran tidak akan mampu

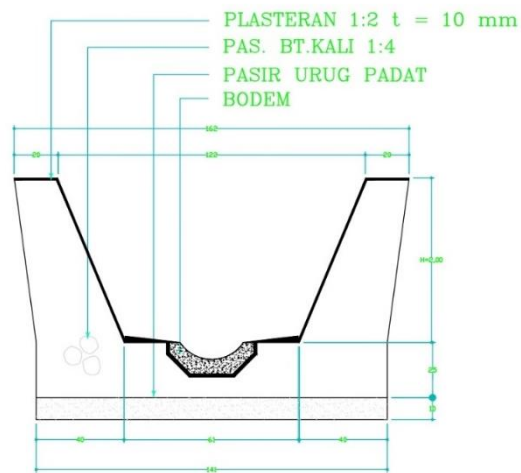
4.8. Perhitungan Kapasitas Saluran

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan didapat data lapangan Saluran Primer dan Saluran Sekunder. Dalam hal ini saluran primer diartikan sebagai saluran utama yang mengalir di sepanjang Jalan Kawasan Kelurahan Kedai Durian yang mengalir dari hulu ke hilir (sampai ke Sungai Deli) dan saluran sekunder diartikan sebagai saluran yang mengalir sepanjang Jalan Sari, berasal dari jalan kecil atau gang yang terhubung masuk kedalam saluran primer.

a) Saluran Primer

Tabel 4.35: Hasil Survei Drainase Saluran Primer (SP) di Jalan Sari Kelurahan Kedai Durian.

No	Saluran	Ukuran Saluran			Panjang Saluran (km)	Kondisi Eksisting Saluran
		A (meter)	B (meter)	H (meter)		
1	Primer	1,22	0,61	2	0,575	Pasangan Batu Diplaster



Gambar 4.4: Type Drainase Eksisting Saluran Primer

Perhitungan Kapasitas Saluran Eksisting Pada Saluran Primer yang ditinjau adalah sebagai berikut :

Dik :

Luas Penampang (A)

$$A = B \times H$$

$$A = 0,61 \times 2$$

$$A = 1,22 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P)

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

$$P = (2 \times 2) + 0,61$$

$$P = 4,61 \text{ m}$$

Jari-Jari Hidraulis (R)

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

$$R = \frac{1,22}{4,61}$$

$$R = 0,264 \text{ m.}$$

Menghitung Kecepatan Menggunakan Rumus Manning

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



Gambar 4.5: Drainase Eksisting Saluran Primer I

- Saluran Primer I

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 1,22 \times 0,264^{2/3} \times 0,003^{1/2}$$

$$V = 1,202 \text{ m/det.}$$

Jadi kapasitas tampungan saluran adalah:

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = 1,22 \times 1,202106113$$

$$Q = 1,466569457 \text{ m}^3/\text{det}$$

- Saluran Primer II



Gambar 4.6: Drainase Eksisting Saluran Primer II

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 1,22 \times 0,264^{2/3} \times 0,0007^{1/2}$$

$$V = 0,580672419 \text{ m/det.}$$

Jadi kapasitas tampungan saluran adalah:

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = 1,22 \times \mathbf{0,580672419}$$

$$Q = 0,708420351 \mathbf{m^3/det}$$

Dari hasil Q rencana debit banjir dan Q analisa tampungan penampung diatas dibuat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada Tabel 4.36.

Tabel 4.36: Perhitungan Q analisis tampungan penampung dan Q analisis rancangan debit saluran primer

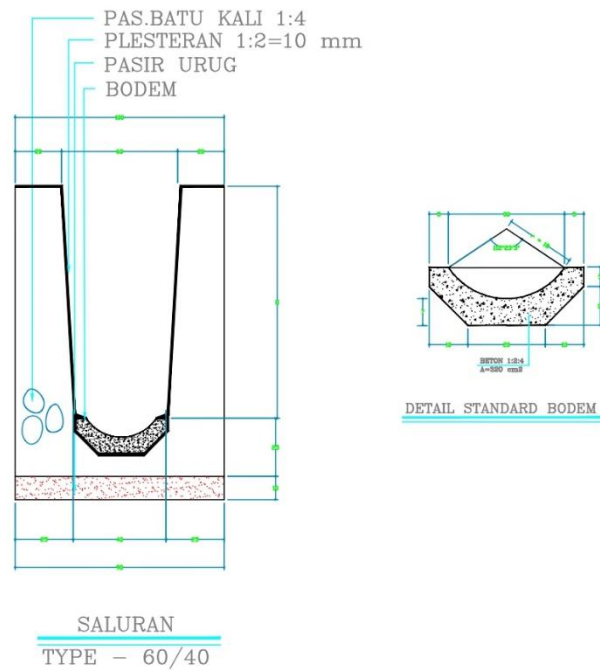
SALURAN PRIMER						
No	Kala Ulang (Tahun)	Q Rencana Debit Banjir	Q Tampungan			
			Primer I	Ket	Primer II	Ket
1	2	0,915959749 m ³ /detik	1,466 m ³ /detik	Aman	0,708 m ³ /detik	Tidak Aman
2	5	1,154232776 m ³ /detik	1,466 m ³ /detik	Aman	0,708 m ³ /detik	Tidak Aman
3	10	1,311961124 m ³ /detik	1,466 m ³ /detik	Aman	0,708 m ³ /detik	Tidak Aman

Dari hasil evaluasi perhitungan diatas, debit banjir rencana (Q rencana) untuk periode ulang 10 tahun di dapatkan saluran primer I mampu menampung air di dalam saluran, akan tetapi untuk saluran drainase primer II, drainase tidak mampu menampung air hujan, oleh karena itu perlu dilakukan perubahan nilai slope pada saluran tersebut, agar mampu menampung debit banjir.

b) Saluran Sekunder

Tabel 4.37: Hasil survei drainase saluran sekunder (SS) di Jalan Sari Kelurahan Kedai Durian.

No	Saluran	Ukuran Saluran			Panjang Saluran (km)	Kondisi Eksisting Saluran
		A (meter)	B (meter)	H (meter)		
1	Sekunder	0,24	0,4	0,6	0,3	Pasangan Batu Diplaster



Gambar 4.7: Type drainase eksisting saluran sekunder.

Perhitungan Kapasitas Saluran Eksisting Pada Saluran Primer yang ditinjau adalah sebagai berikut :

Dik :

Luas Penampang (A)

$$A = B \times H$$

$$A = 0,4 \times 0,6$$

$$A = 0,24 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P)

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

$$P = (2 \times 0,6) + 0,4$$

$$P = 1,6 \text{ m.}$$

Jari-Jari Hidraulis (R)

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

$$R = \frac{0,24}{1,6}$$

$$R = 0,15 \text{ m.}$$

c) Saluran Sekunder

Menghitung Kecepatan Menggunakan Rumus Manning

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

Maka Dit :

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,24 \times 0,15^{2/3} \times 0,018^{1/2}$$

$$V = 0,412631369 \text{ m/det.}$$

Jadi kapasitas tampungan saluran adalah:

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = 0,24 \times 0,412631369$$

$$Q = 0,09903152856 \text{ m}^3/\text{det.}$$

Dari hasil Q rencana debit banjir dan Q analisa tampungan penampung diatas dibuat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada Tabel 4.38.

Tabel 4.38: Perhitungan Q Analisis Tampung Penampung Dan Q Analisis Rancangan Debit Banjir Saluran Sekunder.

SALURAN SEKUNDER				
No	Kala Ulang (Tahun)	Q Rencana Debit Banjir	Q Tampung Penampung	Keterangan
1	2	0,915959749 m ³ /det	0,09903152856 m ³ /det	Tidak aman
2	5	1,154232776 m ³ /det	0,09903152856 m ³ /det	Tidak Aman
3	10	1,311961124 m ³ /det	0,09903152856 m ³ /det	Tidak Aman

Dari hasil evaluasi perhitungan diatas, debit banjir rencana (Q rencana) untuk periode ulang 10 tahun tidak dapat menampung air dalam saluran. Untuk itu perlu dilakukan perubahan dimensi penampung pada saluran drainase tersebut, dikarenakan saluran drainasenya tidak mampu menampung air hujan .

4.9. Upaya Penanggulangan Air atau Banjir

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisa yang dilakukan pada penelitian ini diketahui penyebab terjadinya banjir di daerah tersebut terletak pada masalah masing masing saluran baik saluran primer dan sekunder yang ditinjau ,adapun permasalahan yang terjadi di saluran primer adalah :

1. Pada Primer I yaitu dari titik patok ($P_0 - P_{10}$) terdapat sedimen atau sampah disaluran primer yang mengakibatkan lambatnya laju air mengalir pada saluran drainase tersebut sehingga saluran tidak dapat mengalirkan air secara maksimal pada waktu konsentrasi yang cukup lama.
2. Pada Primer II yaitu dari titik patok ($P_{10}- P_{26}$) nilai *slope* atau kemiringan saluran primer yang kecil hanya 0,0007 ,tidak sesuai standard Permen PUPR 12/PRT/M/2014 sehingga mengakibatkan laju air mengalir dengan lambat.

Sedangkan permasalahan yang ada di saluran sekunder permasalahan yang terjadi adalah :

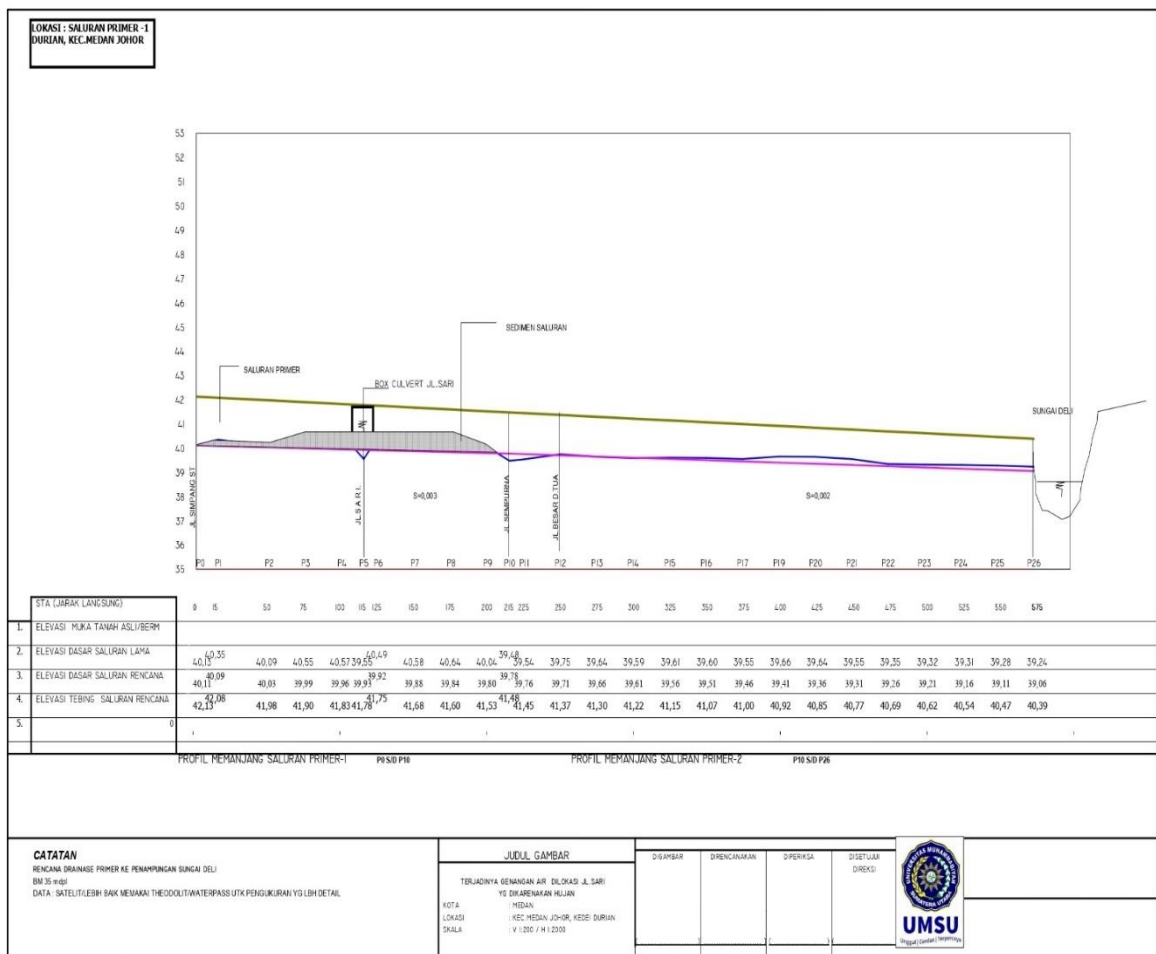
1. Tidak mempunya saluran *eksisting* menampung debit banjir dalam kala ulang 10 tahun,pada analisa hidrologi Apabila Q rancangan debit banjir $> Q$ tampungan saluran maka saluran tidak akan mampu menampung air,sehingga mengakibatkan genangan air.
2. Laju air terlalu cepat dikarenakan slope atau kemiringan saluran sekunder 0,018 artinya dalam 1 meter 18 ml air yang mengalir ,sehingga kecepatan air membentuk pertemuan air di plat bucker atau box culvert saluran primer yang mengakibatkan air keluar dari saluran dan membuat genangan di jalan.

Maka upaya yang dapat dilakukan dari evaluasi masalah saluran diatas agar tidak terjadinya banjir atau genangan di jalan sari adalah :

1. Perlu dilakukannya upaya pemulihan fungsi drainase dengan membersihkan sedimen atau sampah yang ada didalam saluran drainase.
2. Memperbesar slope atau kemiringan tanah pada saluran primer II dari 0,0007 menjadi 0,003 (dengan melakukan penggalian atau memperdalam saluran) agar nilai besarnya tampungan mencukupi untuk menampung debit banjir.
3. Mengubah dimensi saluran sekunder eksisting menjadi type 90/85 agar mampu menampung debit banjir selama kala ulang 2-10 tahun.
4. Membuat rancangan sistem trap mulai dari $p_4 - p_{16}$,dikarenakan *slope* air besar yaitu 0,018 maka dirancanglah sisitem saluran bertrap dengan perencanaan $h = 0,47$ dari trap ke trap,agar kecepatan air bisa kembali 0.

Maka penulis merencanakan solusi dari evaluasi permasalahan genangan air yang di teliti sebagai berikut :

1. Perlu dilakukannya upaya pemulihan fungsi drainase dengan membersihkan sedimen atau sampah yang ada didalam saluran drainase.
2. Memperbesar slope atau kemiringan tanah pada saluran primer II dari 0,0007 menjadi 0,003 (dengan melakukan penggalian atau memperdalam saluran) agar nilai besarnya tampungan mencukupi untuk menampung debit banjir,perencanaan bisa dilihat pada gambar 4.9



Gambar 4.8: Perencanaan Saluran Primer.

3) Mengubah dimensi saluran sekunder eksisting menjadi type 90/85 agar mampu menampung debit banjir selama kala ulang 2-10 tahun.

- Saluran Sekunder

Tabel 4.39: Drainase Saluran Sekunder (SS) Rencana di kawasan Kelurahan Kedai Durian.

No	Saluran	Ukuran Saluran			Panjang Saluran (km)	Kondisi Eksisting Saluran
		A (meter)	B (meter)	H (meter)		
1	Sekunder	0,765	0,85	0,9	0,3	Pasangan Batu Diplaster

Perhitungan Kapasitas Saluran Eksisting Pada Saluran Primer yang direncanakan adalah sebagai berikut :

Luas Penampang (A)

$$A = B \times H$$

$$A = 0,85 \times 0,9$$

$$A = 0,765 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P)

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

$$P = (2 \times 0,9) + 0,85$$

$$P = 2,65 \text{ m.}$$

Jari-Jari Hidraulis (R)

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

$$R = \frac{0,765}{2,65}$$

$$R = 0,288 \text{ m.}$$

Menghitung Kecepatan Menggunakan Rumus Manning

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

Maka Dit :

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,765 \times 0,288^{2/3} \times 0,018^{1/2}$$

$$V = 1,945329495 \text{ m/det.}$$

Jadi kapasitas tampungan saluran adalah:

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = 0,72 \times 1,784736845$$

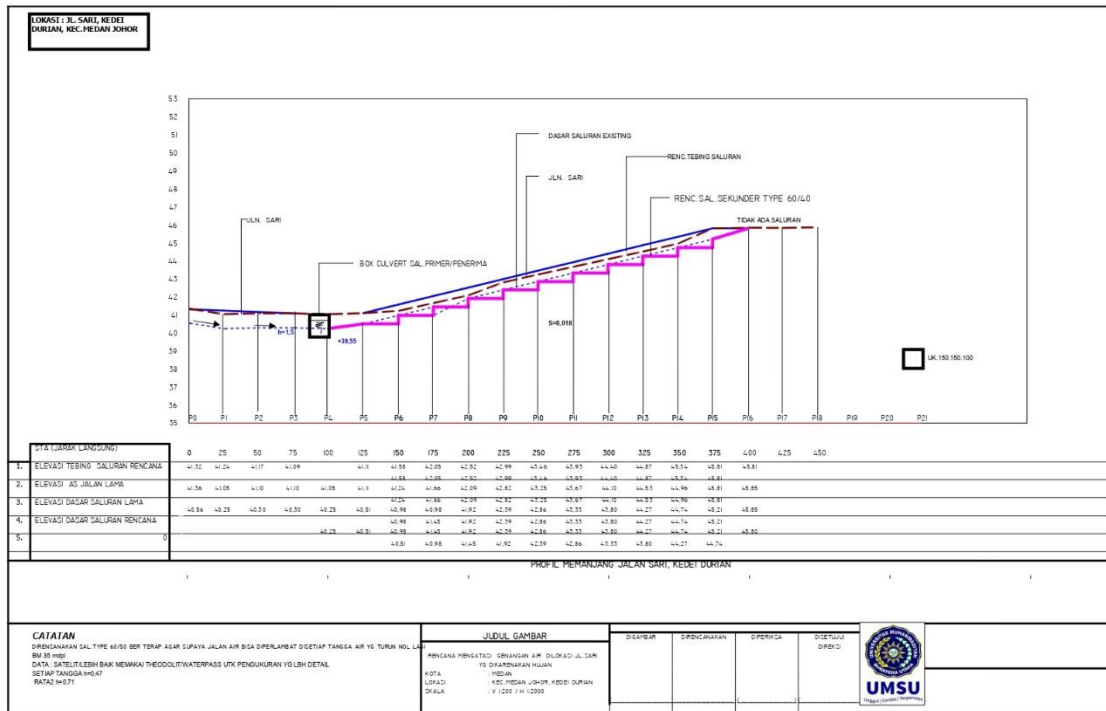
$$Q = 1,488177064 \text{ m}^3/\text{det.}$$

Dari hasil Q rencana debit banjir dan Q analisa tampungan penampung diatas dibuat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada Tabel 4.40.

Tabel 4.40: Perhitungan Q Analisis Tampungan Rencana Dan Q Analisis Rancangan Debit Banjir Saluran Sekunder Di Jalan Sari Kelurahan Kedai Durian.

SALURAN SEKUNDER				
No	Kala Ulang (Tahun)	Q Rencana Debit Banjir	Q Tampungan Penampung	Keterangan
1	2	0,915959749 m ³ /det	1,488177064 m ³ /det	Aman
2	5	1,154232776 m ³ /det	1,488177064 m ³ /det	Aman
3	10	1,311961124 m ³ /det	1,488177064 m ³ /det	Aman

- 4) Membuat rancangan sistem trap mulai dari $p_4 - p_{16}$, pada saluran sekunder dengan direncanakan $h = 0,47$ dari trap ke trap.



Gambar 4.9: Perencanaan Saluran Sekunder.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil studi identifikasi penanggulangan banjir dan rencana desain drainase maka penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Hasil waktu konsentrasi hujan didapat sebesar ± 1 jam dengan intensitas curah hujan sebesar 50,69049 mm/jam,
- 2) Debit limpasan yang mengakibatkan genangan pada kala ulang 2tahun = 0,915959749 m³/det, 5tahun = 1,311961124 m³/det /det ,dan 10tahun = 1,311961124 m³/det
- 3) Dari pengamatan dan analisa yang dilakukan pada penelitian ini, diketahui penyebab terjadinya banjir di daerah tersebut dikarenakan sedimen dan sampah yang bertumpuk juga *slope* pada saluran primer II yang terlalu kecil nilainya, akan tetapi di saluran sekunder nilai *slope* saluran besar, juga dimensi saluran sekunder eksisting yang tidak aman, sehingga air hujan yang mengalir pada saluran drainase tersebut tidak dapat mengalirkan air dengan optimal.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil studi evaluasi sistem drainase di Jalan Sari Kelurahan Kedai Durian Kecamatan Medan Johor, penulis mencoba mengemukakan beberapa saran diantaranya yaitu :

- 1) Dari analisa dan pengamatan dilapangan didapatkan bahwa adanya beberapa titik pada saluran drainase primer yang tidak berfungsi dengan normal, terlalu banyaknya bahan sedimen yang mengendap dan banyaknya sampah didalam drainase, sehingga perlu dilakukannya upaya pemulihan fungsi drainase,dengan membuat kolam lumpur permasing masing titik saluran,agar mempermudah mengumpulkan sampah yang ada pada saluran dan lebih menghemat biaya dalam pelaksanaannya.
- 2) Perlu dilakukannya penambahan ukuran penampang drainase pada saluran sekunder sehingga daya tampung debit air pada drainase dapat lebih besar.
- 3) Perlu dilakukannya perbesaran *nilai* slope di saluran primer II agar kapasitas

penampungan air cukup menampung debit banjir dan sesuai standard Permen PUPR 12/PRT/M/2014.

4) Perlu adanya kesadaran pada masyarakat untuk menjaga dan merawat saluran drainase agar tetap berfungsi dengan normal.

5) Hasil penulisan penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan kepada pihak terkait untuk merencanakan sistem saluran drainase pada daerah penelitian ini dikemudian hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Hartini, E., & Kesehatan, F. (n.d.). *Hidrologi & Hidrolika Terapan*.
- Lubis, F. (2016). *Analisa Frekuensi* Alfred B. Alfons, S. J. dan T. W. (2016). *Penanggulangan Banjir Di Kota Jayapura*. 5(1), 52–63.
- Astika, M. N., & Cahyonugroho, O. H. (2020). *Evaluasi Sistem Drainase Di Wilayah Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo Dengan Software Hec-Ras*. *EnviroUS*,1(1),5–64.
- Chambers, 1981. *Chambers Twentieth Century Dictionary*. The Pitman Press, Bath.
- Erwin, A., Jasin, N. M. I., & Halim, F. (2015). Analisis Sistem Kota Tondano (Studi Kasus Kompleks Kantor Bupati Minahasa). *Jurnal Sipil Statik*, 3(9), 599–612.
- Fleming, G., 2002. *Flood Risk Management: Learning to live with rivers*. Thomas Telford Publishing, Thomas Telford Ltd, 1 Heron Quay, London, E14 4JD
- Ginting, S., 2015. *Kajian Dan Efektifitas Pengendalian Banjir Di DKI Jakarta*. Magister Pengelolaan Sumber Daya Air Institut Teknologi Bandung, P. (2015).
<https://dataonline.bmkg.go.id/home>
- Lukman, A. (2018). *Evaluasi sistem Drainase di kecamatan helvetia kota medan*. 13(2).
- Nasution, A. T. A. (2022). *Evaluasi Sistem Drainase Untuk Menanggulangi Banjir (Studi Kasus Jalan Dr. Mansyur Depan Kampus Usu Fakultas Kedokteran).Tugas Akhir*, Fakultas Teknik,Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara,Medan.
- Peraturan Menteri PUPR RI No12/PRT/M/ 2014, 2014. *Tentang Penyelenggaraan erwSistem Drainase Perkotaan*.
- Pudyastuti, P. S., & Musthofa, R. A. (2020). Analisa Distribusi Curah Hujan Harian Maksimum di Stasiun Pengukur Hujan Terpilih di Wilayah Klaten Periode 2008-2018. *Dinamika Teknik Sipil: Majalah Ilmiah Teknik Sipil*, 13(1), 10–15.
- Saves, F., Sipil, D. T., & Teknik, F. (2018). Evaluasi Sistem Drainase Jatirejo – Ketapang Kecamatan Porong Paska Adanya Tanggul Lumpur Sidoarjo. 03(01), 7–12.
- Soemarto. 1995. *Hidrologi teknik*. Penerbit Erlangga.Jakarta.

Standar Perencanaan Irigasi, KP-04 Bagian Bangunan, Ditjen Pengairan, 1986 .

Suripin. (2004). "*Sistem Perkotaan yang Berkelanjutan*". Jakarta: Andi.

Zevenbergen, C., Cashman, A., Evelpidou, N., Pasche, E., Garvin, S., and Ashley, R.,
2011. *Urban Flood Management*. CRC Press. Taylor and Francis Group

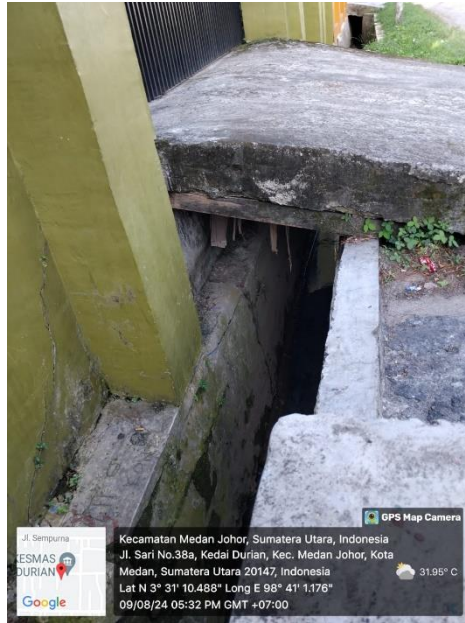
LAMPIRAN



Lampiran A.1 Survei langsung saluran drainase primer I eksisting



Lampiran A.2 Survei langsung saluran drainase primer II eksisting



Lampiran A.3 Survei langsung saluran drainase sekunder eksisting



Lampiran A.4 Survei langsung perhitungan penampang saluran drainase menggunakan *mobile*

- c) Kecepatan maksimum ditentukan oleh kekasaran dinding dan dasar saluran. Untuk saluran tanah $V = 0,7$ m/dt, pasangan batu kali $V = 2$ m/dt dan pasangan beton $V = 3$ m/dt. Kecepatan maksimum dan minimum saluran juga ditentukan oleh kemiringan talud saluran.
- d) Kecepatan minimum yang diizinkan adalah kecepatan yang paling rendah yang akan mencegah pengendapan dan tidak menyebabkan berkembangnya tanaman-tanaman air.

Lampiran A.5 kecepatan maksimum kekasaran dinding dan dasar saluran

Sumber : *permen-pu-no-12-tahun-2014-penyelenggaraan-sistem-drainase-perkotaan*

Kondisi Daerah	Koefisien Pengaliran	Sifat Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran
Kompleks perumahan	0,25 – 0,40	Atap	0,75 – 0,95
Pemukiman(suburban)	0,50 – 0,70	Lapangan rumput, tanah berpasir	
Apartemen		Kemiringan 2 persen	0,05 – 0,10
Industri		Rata-rata 2 – 7 persen	0,10 – 0,15
Industri ringan	0,50 – 0,80	Curam (7 persen)	0,15 – 0,20
Industri berat	0,60 – 0,90		
Taman, kuburan	0,10 – 0,25	Lapangan rumput,	0,13 – 0,17
Lapangan bermain	0,10 – 0,25	tanah keras.	0,18 – 0,22
Daerah halaman KA	0,20 – 0,40	Kemiringan 2 persen	0,25 – 0,35
Daerah tidak terawat	0,10 – 0,30	Rata-rata 2 – 7 persen Curam (7 persen)	

Sumber : "Urban Drainage Guidelines and Technical Design Standards", Dep.PU, Jakarta, November, 1994

Lampiran A.6 Standard koefisien pengaliran tergantung dari sifat permukaan tanah

Sumber : *permen-pu-no-12-tahun-2014-penyelenggaraan-sistem-drainase-perkotaan*

(6). Toleransi Pekerjaan:

Kontraktor menjaga dan mengecek kelurusan tiang dan hammer lead setiap waktu. Toleransi pada pemancangan tiang adalah sebagai berikut:

- a). perpindahan horizontal tidak melebihi 100 mm diukur dari tengah permukaan tiang;
- b). deviasi dari kemiringan tiang tidak boleh melebihi 1% dari garis vertikal;
- c). deviasi tiang yang melebihi spesifikasi tidak dapat diterima.

Lampiran A.7 Standard deviasi kemiringan

Sumber : *permen-pu-no-12-tahun-2014-penyelenggaraan-sistem-drainase-perkotaan*

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PENULIS

Nama Lengkap : Hadana Lihaza
Tempat Tanggal Lahir : Medan, 2 Maret 2002
Alamat : Jln. Bajak IV Timur No.33-DD, Harjosari
II, Kec. Medan Amplas, Kota Medan,
Sumatera Utara.
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Mirwan S.T
Ibu : Erlina S.Pd
No. Telp : 085830416610
Email : hadanalihaza17@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Mis Islamiyah Guppi	Tahun Lulus 2014
Mts Islamiyah Guppi	Tahun Lulus 2017
Man 1 Medan	Tahun Lulus 2020
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	2020 - Selesai