

TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM SALURAN DRAINASE KELURAHAN MANDAILING, KECAMATAN TEBING TINGGI KOTA, KOTA TEBING TINGGI

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

Disusun Oleh :

Muhammad Gilang Ferzi Bahri
1807210081



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

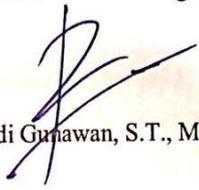
Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Gilang Ferzi Bahri
NPM : 1807210081
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Evaluasi Sistem Saluran Drainase Kelurahan Mandailing,
Kecamatan Tebing Tinggi Kota, Kota Tebing Tinggi.
Bidang Ilmu : Transportasi

Disetujui untuk disampaikan kepada panitia ujian

Medan, 26 Mei 2023

Dosen Pembimbing


Randi Gunawan, S.T., M.Si.

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

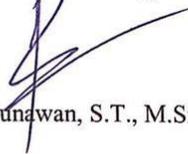
Nama : Muhammad Gilang Ferzi Bahri
NPM : 1807210081
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Evaluasi Sistem Saluran Drainase Kelurahan Mandailing,
Kecamatan Tebing Tinggi Kota, Kota Tebing Tinggi.
Bidang Ilmu : Transportasi

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

Medan, 26 Mei 2023

Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Pembimbing



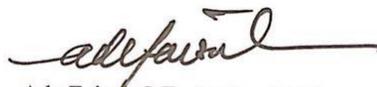
Randi Gunawan, S.T., M.Si.

Dosen Penguji I



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

Dosen Penguji II



Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D.

Ketua Program Studi Teknik Sipil



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Gilang Ferzi Bahri
Tempat/Tanggal Lahir : Tebing Tinggi/28 Mei 2000
NPM : 1807210081
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Evaluasi Sistem Saluran Drainase Kelurahan Mandailing, Kecamatan Tebing Tinggi Kota, Kota Tebing Tinggi”.

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

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

Demikian surat pernyataan ini saya perbuat 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, 26 Mei 2023

Saya yang menyatakan,



Muhammad Gilang Ferzi Bahri

ABSTRAK

EVALUASI SISTEM SALURAN DRAINASE KELURAHAN MANDAILING, KECAMATAN TEBING TINGGI KOTA, KOTA TEBING TINGGI

Muhammad Gilang Ferzi Bahri
1807210081
Randi Gunawan, S.T., M.Si.

Banjir dan genangan di daerah perkotaan atau daerah padat penduduk merupakan masalah konvensional yang masih belum dapat terselesaikan, serta masih menjadi masalah yang sangat kompleks dan melibatkan banyak pihak. Penyebab terjadinya banjir selain drainase yang tidak mampu mengalirkan air hujan secara maksimal juga di karenakan kurangnya kesadaran masyarakat dan pihak instansi pemerintahan terkait dalam menjaga saluran drainase. Penulisan ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan saluran drainase yang sudah ada agar dapat mengetahui kemampuan kapasitas drainase pada daerah Kelurahan Mandailing, Kecamatan Tebing Tinggi Kota, Kota Tebing Tinggi. Diambil lima titik lokasi yang kerap terjadi banjir antara lain Jl. Gor, Jl. Selat Sunda, Jl. Selat Karimata, Jl. Sei Bahilang, Jl. Sakti Lubis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan debit saluran eksisting lebih kecil terhadap debit banjir rencana yang didapat dari analisis intensitas curah hujan pada empat titik lokasi banjir sehingga, saluran eksisting tidak mampu menampung debit banjir. Hanya saluran eksisting di Jl. Sei bahilang yang mampu menampung debit banjir rencana. Maka harus ada perbaikan terhadap dimensi saluran drainase yang tidak mampu menampung debit banjir rencana

Kata Kunci : Banjir, sistem drainase, intensitas curah hujan, debit banjir rencana, dimensi saluran

ABSTRACT

DRAINAGE SYSTEM EVALUATION OF MANDAILING SUB-DISTRICT, TEBING TINGGI KOTA DISTRICT, TEBING TINGGI CITY

Muhammad Gilang Ferzi Bahri

1807210081

Randi Gunawan, S.T., M.Si.

Floods and puddles in urban areas or densely populated areas are conventional problems that cannot be resolved, and are still very complex and involve many parties. The causes of flooding apart from drainage being unable to drain rainwater optimally are also due to a lack of public awareness and related government agencies in maintaining drainage channels. This writing aims to evaluate the ability of existing drainage channels in order to determine the ability of drainage capacity in the Mandailing Village area, Tebing Tinggi Kota District, Tebing Tinggi City. Five locations where floods frequently occur, among others, Jl. Gor, Jl. Sunda Strait, Jl. Karimata Strait, Jl. Sei Bahing, Jl. Sakti Lubis. The results showed that the ratio of the discharge of the existing channel is smaller than the planned flood discharge obtained from the analysis of rainfall intensity at the four flood locations so that the existing channel is unable to accommodate the flood discharge. Only the existing channel on Jl. Sei balih which is able to accommodate the planned flood discharge. Then there must be improvements to the dimensions of the drainage channel which are unable to accommodate the planned flood discharge

Keywords: Flood, drainage system, rainfall intensity, design flood discharge, channel dimensions

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Alhamdulillah rabbil'alamin puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan ridhanya dan rahmatnya yang berlimpah sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Selanjutnya tidak lupa pula mengucapkan Shalawat dan Salam kepada Junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membawa Risalahnya kepada seluruh umat manusia dan menjadi suri tauladan bagi kita semua. Penelitian ini merupakan kewajiban bagi peneliti guna melengkapi tugas-tugas serta memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan program Strata 1 Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun judul peneliti yaitu: "Evaluasi Sistem Drainase Kelurahan Mandailing, Kecamatan Tebing Tinggi Kota, Kota Tebing Tinggi".

Dalam kesempatan ini dengan ketulusan hati penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah bersedia membantu, memotivasi, membimbing dan mengarahkan selama penyusunan skripsi. Penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih sebesar-besarnya terutama kepada:

1. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Randi Gunawan S.T., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan memberi arahan serta meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

6. Bapak Sayed Iskandar Muda S.T., M.T., selaku Dosen Pembanding I Tugas Akhir yang telah memberikan arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
7. Bapak Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembanding II Tugas Akhir yang telah memberikan arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
8. Seluruh Dosen di Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman yang sangat penting kepada penulis.
9. Teristimewah kepada orangtua saya yang telah melahirkan saya didunia ini.
10. Kepada seluruh keluarga besar saya yang selalu memberikan kasih sayang dan selalu memberikan dukungan.
11. Kepada teman-teman saya yang tercinta Shelsa Nikita Surbakti S.Ikom., Fathur Rahman S.IP., Rangga Fadillah Hoery S.P., Andi Wahyu Eka Putra S S.H., Farhan Azmi S.T., Putri Dilla Indryani dan teman-teman lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terimakasih telah memabantu saya dalam segala hal dan mendukung saya untuk terus menyelesaikan perkuliahan saya.

Akhir kata penulis ucapkan banyak terima kasih semoga proposal ini dapat penulis lanjutkan dalam penelitian dan akhirnya dapat menyelesaikan Proposal yang menjadi salah satu syarat penulis dalam menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Wassalammu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 21 Mei 2023

Penulis

Muhammad Gilang Ferzi Bahri

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	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
2.1.1. Jenis-jenis Drainase	7
2.1.2. Pola Jaringan Drainase	9
2.2. Hidrologi	11

2.2.1. Proses Hidrologi	12
2.2.2. Macam-Macam Siklus Hidrologi	15
2.3. Analisa Hidrologi	16
2.3.1. Hujan Dan Limpasan	16
2.3.2. Tipe-tipe Hujan	17
2.3.3. Intensitas Hujan	18
2.3.4. Perhitungan Curah Hujan Rencana	19
2.3.5. Parameter Statistik	20
2.3.6. Pemilihan Jenis Distribusi	21
2.3.7. Uji Kesesuaian Distribusi Curah Hujan	28
2.3.8. Koefisien Pengaliran	30
2.3.9. Analisa Debit Rencana	31
2.4. Analisa Hidrolika	32
2.4.1. Dimensi Penampang Saluran	33
2.4.2. Dimensi Saluran	36
2.4.3. Parameter Genangan Atau Banjir	39
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	42
3.1. Bagan Alir Penelitian	42
3.2. Lokasi Penelitian	43
3.3. Batas-batas Wilayah	44
3.4. Jenis Penelitian	44
3.5. Teknik Pengumpulan Data	45
3.6. Pelaksanaan Penelitian	45
3.7. Pengelolaan Data	45
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1. Analisa Data	47
4.1.1. Data Primer	47
4.1.2. Data Sekunder	48

4.2. Parameter Genangan Atau Banjir	48
4.3. Analisa Hidrologi	52
4.3.1. Analisa Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum	52
4.3.2. Uji Kecocokan	67
4.3.3. Intensitas Curah Hujan Jam-jaman	70
4.4. Debit Banjir Rencana	72
4.4.1. Waktu Konsentrasi (TC) dan Kemiringan Saluran	72
4.4.2. Koefisien Pengaliran	73
4.4.3. Analisis Intensitas Curah Hujan (I)	74
4.4.4. Perhitungan Debit Banjir Rencana (Q)	74
4.5. Analisa Hidrolika	75
4.5.1. Analisa Kapasitas Drainase	75
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	79
5.1. Kesimpulan	79
5.2. Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	84
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	89

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. <i>Reduced mean</i> , Y_n (Suripin, 2004)	23
Tabel 2. 2. <i>Reduced standard deviation</i> , S_n (Suripin, 2004)	23
Tabel 2. 3. <i>Reduced variate</i> , Y_{tr} (Suripin, 2004)	24
Tabel 2. 4. Nilai K untuk distribusi Log Pearson Tipe III (Suripin, 2004)	26
Tabel 2. 5. Nilai Kritis Untuk Distribusi Chi Kuadrat (Suripin, 2004)	29
Tabel 2. 6. Koefisien Pengaliran (Wesli, 2008)	31
Tabel 2. 7. Standar Desain Saluran Drainase (Suripin, 2004)	31
Tabel 2. 8. Koefisien kekasaran <i>manning</i> (Triadmodjo, 2010)	37
Tabel 2. 9. Nilai Kemiringan Saluran Sesuai Bahan (Triadmodjo, 2010)	37
Tabel 2. 10. Nilai Parameter Genangan (PUPR, 2014)	39
Tabel 2. 11. Nilai Kriteria Kerugian Ekonomi (PUPR, 2014)	40
Tabel 2. 12. Nilai Kriteria Gangguan Sosial dan Fasilitas Pemerintah (PUPR,2014)	40
Tabel 2. 13. Nilai Kriteria Kerugian dan Gangguan Transportasi (PUPR, 2014)	41
Tabel 2. 14. Nilai Kriteria Kerugian Daerah Perumahan (PUPR, 2014)	41
Tabel 2. 15. Nilai Kriteria Kerugian Hak Milik Pribadi (PUPR, 2014)	41
Tabel 4. 1. Data Curah Hujan Maksimum Kelurahan Mandailing	48
Tabel 4. 2. Nilai Parameter Genangan	49
Tabel 4. 3. Nilai Persentase Parameter Genangan	49
Tabel 4. 4. Nilai Kriteria Kerugian Ekonomi	50
Tabel 4. 5. Nilai Kriteria Gangguan Sosial dan Fasilitas Pemerintah	50
Tabel 4. 6. Nilai Kriteria Kerugian dan Gangguan Transportasi	50
Tabel 4. 7. Nilai Kriteria Kerugian Pada Daerah Perumahan	51

Tabel 4. 8. Nilai Kriteria Kerugian Hak Milik Pribadi	51
Tabel 4. 9. Nilai Total Kerugian dan Genangan	51
Tabel 4. 10. Analisa Curah Hujan Distribusi Normal	52
Tabel 4. 11. Analisa Curah Hujan Distribusi Normal	55
Tabel 4. 12. Analisa Curah Hujan Distribusi Log Normal	56
Tabel 4. 13. Analisa Curah Hujan Distribusi Log Normal	59
Tabel 4. 14. Analisa Curah Hujan Distribusi Log Pearson III	59
Tabel 4. 15. Analisa Curah Hujan Distribusi Log Pearson III	62
Tabel 4. 16. Analisa Curah Hujan Distribusi Gumbel	63
Tabel 4. 17. Nilai Y_n , S_n , Y_{tr} untuk periode ulang (T) Tahun	64
Tabel 4. 18. Analisa Curah Hujan Distribusi Gumbel	65
Tabel 4. 19. Rekapitulasi Curah Hujan Harian Maksimum	66
Tabel 4. 20. Uji Kecocokan Dispersi	67
Tabel 4. 21. Nilai Curah Hujan Rencana Periode Tahun Dengan Nilai Koefisien Skewness (C_s)	69
Tabel 4. 22. Uji Chi kuadrat distribusi log pearson III	69
Tabel 4. 23. Intensitas Curah Hujan Jam – jaman	70
Tabel 4. 24. Nilai Koefisien <i>Run Off</i> (Wesli, 2008)	73
Tabel 4. 25. Nilai Intensitas Curah Hujan 5 Tahun pada Titik Banjir Kelurahan Mandailing	74
Tabel 4. 26. Nilai Debit Rencana Hujan 5 Tahun pada Titik Banjir Kelurahan Mandailing	75
Tabel 4. 27. Nilai Kapasitas eksiting pada Titik Banjir Kelurahan Mandailing	77
Tabel 4. 28. Nilai Perbandingan Debit Banjir Rencana Dengan Kapasitas Saluran Eksiting	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Jaringan Drainase Siku (Haikal, 2021)	9
Gambar 2. 2. Jaringan Drainase <i>Paralel</i> (Haikal, 2021)	10
Gambar 2. 3. Jaringan Drainase <i>Grid Iron</i> (Haikal, 2021)	10
Gambar 2. 4. Jaringan Drainase Alamiah (Haikal, 2021)	11
Gambar 2. 5. Jaringan Drainase Radial (Haikal, 2021)	11
Gambar 2. 6. Jaringan Drainase Jaring-jaring (Haikal, 2021)	11
Gambar 2. 7. Siklus Hidrologi (Arofat, 2021)	12
Gambar 2. 8. Penampang Saluran Trapesium (Triadmodjo, 2010)	34
Gambar 2. 9. Penampang Saluran Persegi (Triadmodjo, 2010)	35
Gambar 3. 1. Bagan Alir Penelitian	42
Gambar 3. 2. Peta Lokasi Penelitian	43
Gambar 4. 1. Titik Banjir Kelurahan Mandailing	47
Gambar 4. 2. Pola Aliran Drainase Kelurahan Mandailing	47
Gambar 4. 3. Grafik Curah Hujan Rencana	67
Gambar 4. 4. Grafik intensitas curah hujan jam – jaman	72

DAFTAR NOTASI

I	= Intensitas hujan (mm/jam)
R_{24}	= Curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm)
X_i	= Curah hujan harian maksimum (mm)
\bar{X}	= Tinggi hujan harian maksimum rata-rata selama n tahun (mm)
C_v	= Koefisien variasi
C_s	= Koefisien kemencengan
C_k	= Koefisien kurtosis
X_t	= Curah hujan rencana dengan periode ulang 1 tahun (mm)
\bar{X}	= Curah hujan rata-rata (mm)
S	= Standar deviasi (<i>standard deviation</i>)
S_n	= <i>Standard deviation of reduced variated.</i>
Y_t	= <i>Reduced variated</i>
Y_n	= <i>Mean of reduced variated</i>
DK	= Derajat kebebasan
K	= Jumlah kelas
C	= koefisien limpasan
Q	= Debit banjir maksimum (m^3/det)
A	= Luas daerah pengaliran (Ha)
R	= Jari-jari hidrolis (m)
P	= Keliling basah saluran (m)
S	= Kemiringan saluran
n	= Koefisien kekasaran Manning
m	= Kemiringan sisi saluran
f	= Tinggi jagaan (m)
B	= Lebar atas saluran (m)
h	= Tinggi basah saluran (m)

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar L-1: Mengukur lebar atas saluran drainase	84
Gambar L-2: Mengukur kedalaman saluran drainase	84
Gambar L-3: Kerusakan pada saluran eksiting	85
Gambar L-4: Wawancara dengan masyarakat Kelurahan Mandailing	85
Gambar L-5: Wawancara dengan masyarakat Kelurahan Mandailing	86
Gambar L-6: Wawancara dengan masyarakat Kelurahan Mandailing	86
Gambar L-7: Wawancara dengan masyarakat Kelurahan Mandailing	87
Gambar L-8: Kuesioner dengan masyarakat Kelurahan Mandailing	87
Gambar L-9: Kuesioner dengan masyarakat Kelurahan Mandailing	88
Gambar L-10: Kuesioner dengan masyarakat Kelurahan Mandailing	88

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Banjir secara umum ialah bertambah tingginya jumlah debit aliran air sungai dari keadaan normal yang diakibatkan oleh hujan di hulu atau disuatu tempat tertentu secara terus menerus dalam jangka waktu tertentu, yang menyebabkan tidak tertampungnya air pada alur sungai yang ada. Sehingga, air melimpah dan menggenangi daerah di sekitarnya (Menteri Kehutanan Republik Indonesia, 2009). Peristiwa banjir merupakan suatu masalah yang cukup sering terdengar. Namun, setiap tahun masih terus terulang dan belum dapat diselesaikan malah cenderung semakin meningkat dari segi frekuensi, luasan, kedalaman dan durasi.

Menurut Jifa dkk., (2019) Akar permasalahan banjir pada daerah perkotaan berawal dari pertambahan jumlah penduduk yang sangat pesat. Jumlah penduduk yang bertambah menuntut akan penggunaan lahan yang lebih besar. Hal ini menyebabkan berubahnya fungsi lahan terbuka hijau menjadi bangunan–bangunan pendukung kehidupan manusia.

Pertumbuhan penduduk kerap kali tidak diimbangi dengan penyediaan sarana prasarana perkotaan yang memadai, sehingga mengakibatkan semrawutnya pemanfaatan lahan perkotaan. Tidak tertibnya pemanfaatan lahan ini yang menyebabkan bertambah kompleksnya persoalan pada drainase dan menjadi salah satu penyebab menurunnya prasarana drainase dalam fungsi pelayanan.

Menurut Wibowo dkk., (2014) penyebab utama terjadinya banjir atau genangan air adalah adanya perubahan lanskap alami menjadi lahan terbangun dalam wujud jalan, area parkir, trotoar, dan gedung perkantoran. Sehingga mengakibatkan meningkatnya permukaan yang kedap air. Sistem drainase dan

banjir memiliki kaitan yang sangat erat dalam upaya penanggulangan masalah banjir.

Secara umum, sistem drainase ialah serangkaian bangunan air yang memiliki fungsi untuk mengurangi dan membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga dapat difungsikan secara optimal (Suripin, 2004). Dalam bidang teknik sipil, drainase ialah suatu tindakan teknis untuk menangani persoalan kelebihan air, baik kelebihan air diatas permukaan tanah yang berasal dari hujan, rembesan, kelebihan air irigasi maupun kelebihan air di bawah permukaan tanah dari suatu kawasan atau lahan sehingga lahan dapat berfungsi secara optimal (Suripin, 2004).

Drainase perkotaan adalah ilmu yang khusus mengkaji kawasan perkotaan yang mempunyai kaitan sangat erat dengan kondisi lingkungan secara fisik dan sosial budaya yang ada pada kawasan kota (Lukman, 2018). Sistem drainase perkotaan memiliki peran yang sangat penting dalam terciptanya lingkungan yang sehat, apalagi pada daerah yang memiliki penduduk yang sangat padat seperti perkotaan. Menurut Maha dan Lukman (2020) drainase perkotaan merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna melancarkan kegiatan masyarakat sehari-hari serta merupakan komponen penting dalam perencanaan infrastruktur perkotaan.

Pemilihan Kelurahan Mandailing sebagai lokasi penelitian evaluasi dimensi saluran drainase disebabkan kerapnya terjadi banjir pada daerah tersebut. Kelurahan mandailing termasuk daerah kawasan pendidikan, ekonomi, dan pemukiman yang padat penduduk. Sehingga, dengan seringnya terjadi banjir akan berakibat langsung kepada kegiatan masyarakat sehari-hari.

Sering kali drainase diabaikan oleh pihak pengambil keputusan dan kontraktor di lapangan dan kerap kali dikerjakan seolah-olah bukan pekerjaan yang penting atau dianggap pekerjaan kecil dibandingkan dengan pekerjaan pengendalian banjir lainnya. Pekerjaan drainase merupakan pekerjaan yang kompleks sebab dilapangan sering kali ditemukan penampang drainase yang

tidak sesuai dengan kapasitasnya atau bahkan tidak berfungsi untuk menangani kelebihan air sebelum masuk ke alur-alur besar atau sungai.

Hal yang mempengaruhi perencanaan drainase antara lain adalah besarnya intensitas curah hujan di daerah pengaliran dan bagaimana tata guna lahan di daerah pengaliran tersebut. Menurut Krisnayanti dkk., (2017) curah hujan rencana adalah curah hujan terbesar yang mungkin terjadi di suatu daerah pada periode ulang tertentu yang dipakai sebagai dasar perhitungan perencanaan suatu bangunan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka rumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Berapa besarnya intensitas curah hujan rencana dengan menggunakan data yang ada?
- b. Berapa besarnya debit banjir rencana pada daerah penelitian?
- c. Apakah saluran drainase masih mampu menampung debit banjir rencana di Kelurahan Mandailing?

1.3. Batasan Masalah

Pada tugas akhir kali ini penulis membatasi masalah pada parameter berikut :

- a. Menentukan intensitas curah hujan rencana dari data yang diperoleh
- b. Menganalisa debit banjir rencana pada drainase Kelurahan Mandailing
- c. Melakukan evaluasi dimensi saluran drainase di Kelurahan Mandailing
- d. Lokasi yang ditinjau hanya saluran drainase Kelurahan Mandailing

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut:

- a. Untuk menganalisis data curah hujan yang ada untuk memperoleh intensitas curah hujan rencana

- b. Untuk mengetahui besarnya debit banjir rencana di Kelurahan Mandailing
- c. Untuk mengetahui apakah saluran drainase masih mampu menampung debit banjir di Kelurahan Mandailing.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

- a. Bagi penulis: mengetahui permasalahan yang terjadi pada drainase di Kelurahan Mandailing.
- b. Bagi akademik: sebagai bahan kajian apabila diperlukan kembali untuk penelitian berikutnya.
- c. Bagi instansi pemerintah/masyarakat: mendapatkan perencanaan sistem drainase Kecamatan Tebing Tinggi Kota untuk menjadi solusi dalam mengatasi banjir.

1.6. Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini akan membahas secara sistematis sehingga diharapkan dapat memaparkan secara jelas permasalahan, analisis, simulasi, dan kondisi yang terjadi serta kemudian solusi yang dapat diberikan atas masalah yang terjadi. Sistematika tersebut adalah sebagai berikut:

a. BAB I PENDAHULUAN

Merupakan bingkai studi atau rancangan yang akan dilakukan meliputi tinjauan umum, latar belakang, ruang lingkup permasalahan, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan.

b. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

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

c. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menguraikan tentang metode yang akan dilakukan dan rencana kerja dari penelitian serta mendeskripsikan lokasi penelitian

d. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Membahas tentang penyusunan serta pengolahan data yang berhubungan dengan kondisi wilayah di kawasan area drainase khususnya di kawasan Kecamatan Tebing Tinggi Kota

e. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini membahas mengenai hasil akhir penelitian tugas akhir berupa kesimpulan dan saran yang diperlukan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Drainase

Drainase dalam bahasa Inggris (*drainage*) yang berasal dari kata kerja 'to drain' yang berarti mengeringkan atau mengalirkan air, merupakan terminologi untuk menyatakan sistem-sistem yang berkaitan untuk penanganan persoalan mengenai kelebihan air, baik di atas atau dipermukaan tanah yang berasal dari suatu wilayah atau lahan (Komang dkk., 2018). Menurut Tiwery dan Tani (2022) drainase secara umum didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari usaha untuk menalirkan air yang berlebihan dalam suatu konteks tertentu.

Drainase perkotaan ialah ilmu drainase yang dikhususkan untuk pengajian pada wilayah kota yang berkaitan dengan kondisi lingkungan sosial budaya yang ada di kota (Ardyansyah dkk., 2020). Menurut Lukman (2018) drainase perkotaan merupakan sistem pengeringan air 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. Instalasi militer, listrik, dan telekomunikasi
- g. Pelabuhan dan udara

Menurut Bakar (2019) Ilmu drainase perkotaan bermula tumbuh dari kemampuan manusia mengenali lembah-lembah sungai yang mampu mendukung kebutuhan hidupnya. Pertumbuhan dan perkembangan ilmu drainase perkotaan sangat dipengaruhi oleh perkembangan ilmu hidrolika,

matematika, statistika, fisika, kimia, kesehatan, sosial ekonomi, lingkungan dan banyak lagi yang lain. Namun, dengan akrabnya ilmu drainase dengan Ilmu ilmu yang menyajikan suatu telaah akan adanya ketidakpastian, maka ilmu drainase perkotaan tumbuh menjadi ilmu dengan dinamika yang cukup tinggi (Komang dkk., 2018).

2.1.1. Jenis-jenis Drainase

Menurut Farizi (2015) drainase dibedakan menjadi beberapa bagian yaitu:

a. Menurut sejarah terbentuknya:

1) Drainase alamiah (*Natural Drainage*)

Drainase alamiah adalah sistem drainase yang terbentuk secara alami dan tidak ada campur tangan manusia.

2) Drainase buatan (*Artificial Drainage*)

Drainase buatan adalah sistem drainase yang dibentuk dengan berdasarkan ilmu drainase untuk menentukan debit akibat hujan, dan dimensi saluran.

b. Menurut letak saluran :

1) Drainase permukaan tanah (*Surface Drainage*)

Drainase permukaan tanah adalah saluran drainase yang berada diatas permukaan tanah yang berfungsi untuk mengalirkan air limpasan permukaan dengan analisa alirannya yang merupakan analisa *open channel flow*.

2) Drainase bawah tanah (*Sub Surface Drainage*)

Drainase bawah tanah adalah saluran drainase yang berada dibawah permukaan tanah yang berfungsi untuk mengalirkan air limpasan melalui media pipa-pipa dikarenakan alasan-alasan tertentu.

c. Menurut konstruksi

1) Drainase saluran terbuka

Drainase saluran terbuka adalah saluran dengan perencanaan yang biasanya berfungsi untuk menampung dan mengalirkan air hujan (sistem

terpisah). Namun, kebanyakan saluran ini difungsikan sebagai saluran campuran.

2) Drainase saluran tertutup

Drainase saluran tertutup adalah saluran dengan perencanaan yang difungsikan untuk menampung dan mengalirkan air kotor yang mengganggu kesehatan lingkungan. Saluran ini sering digunakan pada wilayah perkotaan dengan tingkat kepadatan penduduk tinggi.

d. Menurut fungsi

1) Saluran drainase *Single Purpose*

Saluran drainase *Single Purpose* saluran drainase yang memiliki fungsi untuk mengalirkan satu jenis air buangan.

2) Saluran drainase *Multi Purpose*

Saluran drainase *Multi Purpose* adalah saluran drainase yang memiliki fungsi untuk mengalirkan beberapa jenis buangan, baik secara bercampur maupun bergantian

e. Ditinjau dari segi fungsi pelayanan sistem drainase perkotaan:

1) Sistem Drainase Utama

Sistem drainase utama adalah saluran primer, sekunder dan tersier beserta bangunan kelengkapannya yang melayani kepentingan sebagian besar warga masyarakat. Pengelolaan sistem utama merupakan tanggung jawab pemerintah kota.

2) Sistem Drainase Lokal

Sistem drainase local adalah sistem saluran awal yang melayani suatu kawasan kota tertentu seperti kompleks permukiman, areal pasar, perkantoran, areal industri dan komersial. Sistem ini melayani area lebih kecil dari 10 Ha.

f. Ditinjau dari segi fisik

1) Sistem Saluran Primer

Sistem saluran primer adalah saluran utama yang menerima masukan aliran dari saluran sekunder dimensi saluran relatif besar.

2) Sistem Saluran Sekunder

Sistem saluran sekunder adalah saluran terbuka atau tertutup yang berfungsi menerima aliran air dan saluran tersier dan limpasan air permukaan sekitarnya, dan meneruskan aliran ke saluran primer.

3) Sistem Saluran Tersier

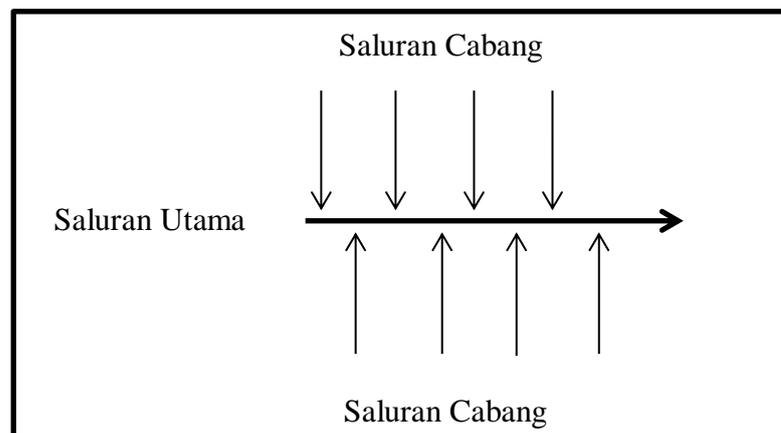
Sistem saluran tersier adalah saluran drainase yang menerima air dari sistem drainase lokal dan menyalurkannya ke saluran sekunder.

2.1.2. Pola Jaringan Drainase

Dalam melakukan perencanaan sebuah sistem drainase harus memperhatikan pola jaringannya yang sesuai dengan topografi daerah dan tata guna lahan pada daerah tersebut. Menurut Haikal (2021) beberapa pola jaringan drainase sebagai berikut :

a. Jaringan Drainase Siku

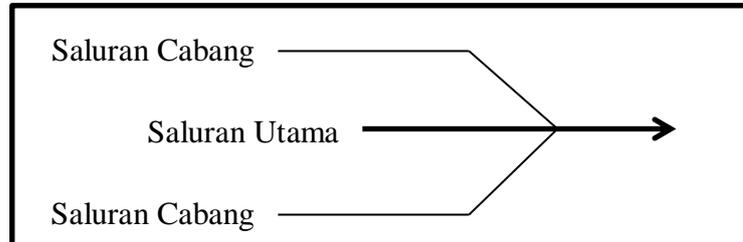
Jaringan drainase siku dibuat pada daerah yang memiliki topografi sedikit lebih tinggi dari sungai. Sungai sebagai pembuang akhir berada di tengah kota.



Gambar 2.1: Jaringan drainase siku (Haikal, 2021).

b. Jaringan Drainase *Paralel*

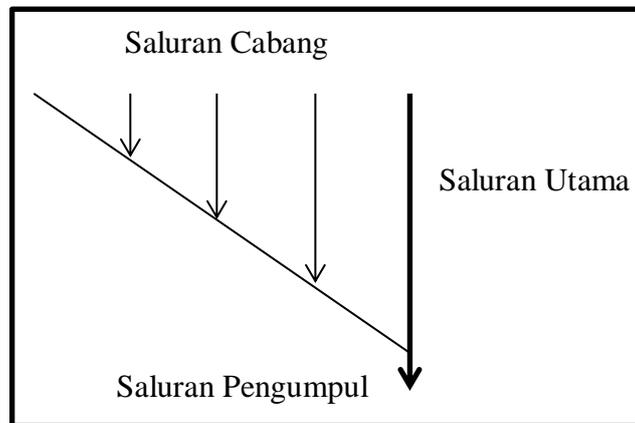
Saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Saluran cabang memiliki jumlah yang cukup banyak dengan ukuran yang pendek. Apabila terjadi perkembangan kota, saluran-saluran akan menyesuaikan



Gambar 2.2: Jaringan drainase *paralel* (Haikal, 2021).

c. Jaringan Drainase *Grid Iron*

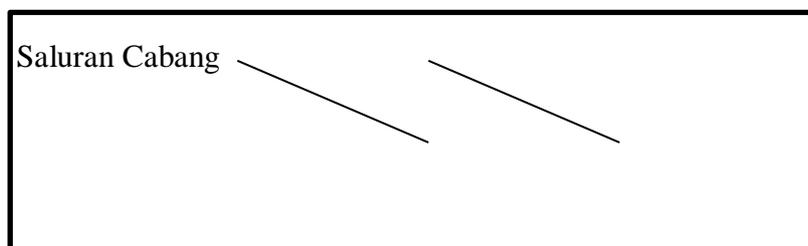
Jaringan Drainase *Grid Iron* digunakan pada daerah pinggir kota dengan skema pengumpulan pada drainase cabang sebelum masuk kedalam saluran utama.

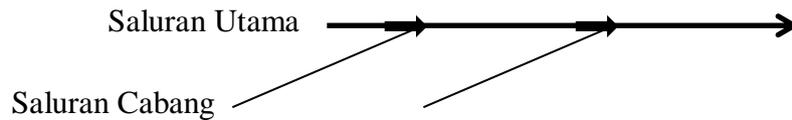


Gambar 2.3: Jaringan drainase *grid iron* (Haikal, 2021).

d. Jaringan Drainase Alamiah

Jaringan drainase alamiah sama seperti jaringan siku, akan tetapi beban sungai pada pola alamiah lebih besar.

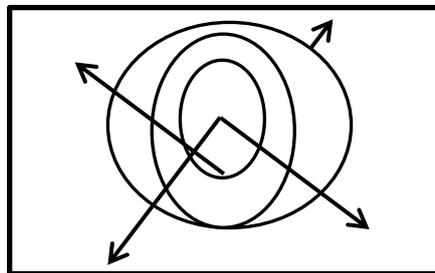




Gambar 2.4: Jaringan drainase alamiah (Haikal, 2021).

e. Jaringan Drainase Radial

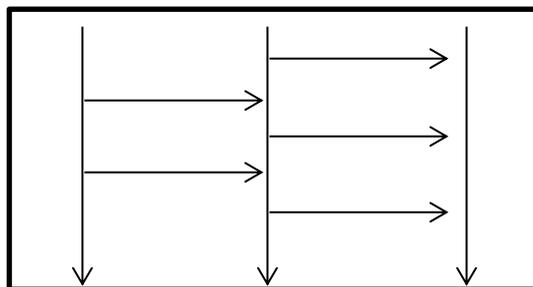
Jaringan drainase radial digunakan pada daerah yang berbukit, sehingga saluran dapat memencar ke segala arah.



Gambar 2.5: Jaringan drainase radial (Haikal, 2021).

f. Jaringan Drainase Jaring-jaring

Jaringan Drainase Jaring-jaring digunakan pada daerah yang relatif datar dengan saluran pembuang mengikuti arah jalan raya. Jaringan drainase tipe jaring-jaring ini paling sering dijumpai di daerah perkotaan.



Gambar 2.6: Jaringan drainase jaring-jaring (Haikal, 2021).

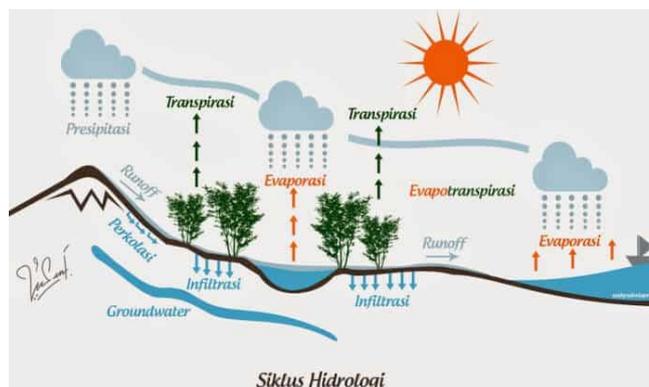
2.2. Hidrologi

Secara harfiah hidrologi berasal dari bahasa Yunani, yakni “*hydro*” dan “*loge*”. *Hydro* berarti sesuatu yang berhubungan dengan air dan *loge* berarti pengetahuan, jadi hidrologi adalah kajian atau pengetahuan tentang air (Krisnayanti dkk., 2017). Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air bumi, terjadinya peredaran, sifat-sifat kimia dan fisiknya, dan reaksinya dengan lingkungannya, termasuk hubungannya dengan makhluk-makhluk hidup (Lukman, 2018). Menurut Tiwery dan Tani (2022) Siklus hidrologi adalah sebuah proses mengenai pergerakan air di atmosfer yang berasal dari bumi, kemudian kembali lagi ke bumi yang berlangsung secara kontinu.

Kondisi hidrologi sangat tergantung pada perubahan dan kegiatan yang dilakukan oleh manusia seperti perubahan tata guna lahan, sehingga banyaknya parameter yang membuat analisis hidrologi sulit untuk diselesaikan secara analisis (Komang dkk., 2018).

2.2.1. Proses Hidrologi

Menurut Arofat (2021) proses siklus hidrologi dimulai dengan menguapnya seluruh air yang ada di bagian bumi. Seluruh air akan menguap ke atmosfer atau ke angkasa, lalu air ini akan berubah bentuk menjadi awan di langit. Kemudian, air yang telah berubah menjadi awan akan berubah lagi menjadi titik air. Berikut beberapa proses hidrologi :



Gambar 2.7: Siklus hidrologi (Arofat, 2021).

a. Evaporasi

Evaporasi merupakan tahap pertama dalam siklus hidrologi. Pada tahap ini air yang berada di seluruh permukaan bumi akan menguap. Sungai, danau dan laut serta tempat lainnya dianggap sebagai badan air lalu air yang menguap akan menjadi uap air. Air yang ada di seluruh badan air menguap karena adanya panasnya sinar matahari.

b. Transpirasi

Transpirasi adalah proses penguapan, namun penguapan yang terjadi bukan pada air yang tertampung dalam badan air, akan tetapi penguapan yang terjadi pada bagian tubuh makhluk hidup khususnya tumbuhan dan hewan dan prosesnya sama dengan tahap evaporasi. Molekul cair pada tubuh tumbuhan dan hewan akan berubah menjadi uap atau molekul gas.

c. Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah proses gabungan dari tahap evaporasi dan tahap transpirasi, sehingga air yang menguap menjadi banyak. Pada tahap ini terjadi penguapan yang mana molekul cair yang menguap ialah seluruh air dan jaringan makhluk hidup. Tahap ini merupakan tahap yang paling mempengaruhi siklus hidrologi atau jumlah air yang terangkut.

d. Sublimasi

Sublimasi merupakan tahap penguapan dengan perubahan molekul cair menjadi molekul gas ke arah atmosfer. Namun, penguapan yang terjadi ialah perubahan es yang ada di kutub dan di gunung yang tidak melewati proses cair. Hasil air yang terangkat pada saat tahap sublimasi memang tak sebanyak hasil dari tahap evaporasi dan yang lainnya.

Namun, tahap sublimasi tetap berpengaruh terhadap berjalannya siklus hidrologi sehingga tak dapat dilewatkan atau bahkan dihilangkan. Hal yang membedakan tahap sublimasi dari tahap evaporasi, tahap ini memerlukan waktu yang lebih lama atau lambat.

e. Kondensasi

Kondensasi adalah air yang telah menguap berubah menjadi partikel es. Partikel es yang dihasilkan sangat kecil yang terjadi karena suhu dingin pada ketinggian pada atmosfer bagian atas. Lalu partikel es tersebut akan berubah menjadi awan. Semakin banyak partikel es, awan semakin berwarna hitam.

f. Adveksi

Adveksi adalah tahap yang hanya terjadi pada siklus hidrologi panjang atau tidak terjadi di siklus hidrologi pendek. Pada tahap ini terjadi perpindahan awan dari satu titik ke titik lainnya atau dikatakan awan di langit menyebar. Perpindahan awan ini terjadi karena adanya angin dan akan berpindah dari lautan ke daratan begitu pula sebaliknya.

g. Presipitasi

Presipitasi adalah tahap mencairnya awan karena tidak mampu lagi menahan suhu yang terus semakin meningkat. Pada tahap ini 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 celsius, kemungkinan akan terjadi hujan salju atau bahkan hujan es.

h. *Run Off*

Run off merupakan limpasan yang mana pada tahap ini air hujan yang telah turun akan bergerak. Pergerakan yang terjadi yaitu dari permukaan yang lebih tinggi ke permukaan bumi yang lebih rendah melalui berbagai saluran. Saluran yang dimaksud sebagai contoh saluran got, sungai dan danau atau laut bahkan samudera.

i. Infiltrasi

Infiltrasi merupakan tahap terakhir dalam siklus hidrologi, dimana tahap ini merupakan tahap air hujan menjadi air tanah. Air hujan yang turun ke bumi tidak seluruhnya akan mengalir seperti pada tahap limpasan, namun akan mengalir pula ke tanah. Merembesnya air hujan ke pori-pori tanah disebut dengan infiltrasi, lalu seluruhnya akan kembali ke laut

2.2.2. Macam-Macam Siklus Hidrologi

Menurut Arofat (2021) beberapa siklus hidrologi antara lain:

a. Siklus Hidrologi Pendek

Siklus hidrologi pendek yaitu proses terjadinya penguapan air laut atau evaporasi karena paparan sinar matahari yang menyinari lautan. Selanjutnya air laut akan berubah menjadi molekul uap yang akan terjadi tahap kondensasi atau pembentukan partikel es di awan. Kemudian awan turun untuk menjadi hujan di atas permukaan laut.

b. Siklus Hidrologi Sedang

Siklus hidrologi sedang merupakan siklus yang paling umum di Indonesia. Siklus hidrologi sedang menghasilkan hujan yang akan turun di daerah daratan dan kemudian air hujan akan kembali ke badan air. Siklus hidrologi dimulai dengan tahap evaporasi atau penguapan dari berbagai air yang ada di badan air. Lalu air akan berubah menjadi molekul gas atau uap dan naik ke atmosfer bagian atas karena pengaruh sinar matahari. Uap tersebut bergerak karena pengaruh tahap adveksi dan uap berjalan ke arah daratan. Setelah sampai pada atmosfer daratan, uap air akan berubah menjadi awan, dan menjadi hujan yang akan turun ke bumi.

Tahap selanjutnya ialah air hujan yang telah turun atau sampai ke daratan akan mengalami tahap limpasan. Air hujan akan mengalami pergerakan melalui berbagai saluran hingga kembali ke laut.

c. Siklus Hidrologi Panjang

Siklus hidrologi panjang biasa terjadi di daerah seperti pegunungan dan juga terjadi di suatu daerah yang beriklim subtropis. Perbedaan yang ada dalam siklus panjang dibanding siklus lainnya yaitu awan tak langsung turun menjadi hujan. Siklus hidrologi panjang dimulai dari penguapan air laut atau evaporasi yang berubah menjadi molekul gas atau uap karena adanya panas matahari. Kemudian uap akan mengalami tahap sublimasi yang akan terbentuk awan

yang berisi kristal es lalu terjadi tahap adveksi atau perpindahan awan ke titik yang lain.

Pada tahap adveksi, awan yang di dalamnya mengandung kristal akan berubah arah menuju daratan dan mengalami presipitasi. Setelah presipitasi terjadi, hujan akan turun berbentuk salju dan tidak berbentuk air lalu terakumulasi menjadi gletser. Kemudian gletser yang telah ada di daratan akan mencair akibat dari pengaruh suhu dan tekanan. Gletser mencair dan merubah mentuk menjadi air yang berjalan menuju ke aliran air sungai dan membentuk aliran air sungai. Selanjutnya air yang berawal dari salju kemudian berubah menjadi gletser dan terbentuk air akan melakukan pergerakan ke arah laut. Setelah itu, seluruh air yang telah melewati beberapa tahap siklus hidrologi akan kembali lagi ke laut.

2.3. Analisa Hidrologi

Menurut Suryaman dan Kusnan (2013) proses analisis hidrologi pada dasarnya merupakan proses pengolahan data curah hujan, data luas dan bentuk daerah pengaliran (*catchment area*), data kemiringan lahan atau beda tinggi, dan data tata guna lahan yang kesemuanya mempunyai arahan untuk mengetahui besarnya curah hujan rerata, koefisien pengaliran, waktu konsentrasi, intensitas curah hujan, dan debit banjir rencana. sehingga melalui analisis ini dapat dilakukan juga proses evaluasi terhadap saluran drainase yang ada (eksisting).

Menurut Suryaman dan Kusnan (2013) Analisa Hidrologi adalah hal utama yang dilakukan untuk mengetahui besarnya debit aliran untuk memperoleh cara mengatasi banjir dan genangan. Analisis hidrologi berfungsi untuk menghitung debit banjir rancangan yang digunakan dalam perhitungan analisa kapasitas saluran drainase. Sedangkan data hidrologi yang diperlukan dalam perancangan drainase adalah data curah hujan dari stasiun pencatat curah hujan disekitar atau terdekat lokasi studi (Widodo dan Ningrum, 2015).

2.3.1. Hujan Dan Limpasan

Menurut Lukman (2018) hujan adalah uap air yang terkondensasi dan jatuh dari atmosfer ke permukaan bumi dengan segala bentuknya dalam sebuah rangkaian siklus hidrologi. Hujan merupakan sebuah fenomena alam yang tidak dapat diketahui secara jelas dan pasti, namun dapat dilakukan dengan perkiraan-perkiraan berdasarkan data-data hujan terdahulu (Wesli, 2008). Semakin banyak data yang didapat, maka akan semakin mendekati akurasi perkiraan perkiraan yang dilakukan.

Menurut Fairizi (2015) Jumlah air yang dihasilkan akibat terjadinya hujan tergantung dari intensitas dan lama waktu terjadinya hujan. Intensitas hujan yang kecil dalam waktu yang lama akan menghasilkan jumlah air hujan yang berbeda dengan intensitas hujan yang besar dalam waktu yang singkat. Keadaan yang paling ekstrim ialah terjadi hujan dengan intensitas yang besar dalam waktu yang lama, sehingga menyebabkan terjadinya banjir.

Limpasan adalah bagian dari curah hujan berlebihan yang mengalir di atas permukaan selama periode hujan atau sesudah periode hujan (Wesli, 2008). Limpasan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya tata guna lahan, daerah pengaliran, kondisi topografi daerah pengaliran, jenis tanah, karakteristik sungai, adanya daerah pengaliran yang tidak langsung, daerah-daerah tampungan, dan lain-lain.

2.3.2. Tipe-tipe Hujan

Menurut Hidayat dan Empung (2016) hujan sering dibedakan menurut beberapa faktor penyebab pengangkatan ke udara yang menyebabkan terjadinya hujan, antara lain:

a. Hujan Konveksi

Hujan Konveksi adalah hujan yang terjadi akibat adanya pertemuan angin pasat timur laut dengan angin pasat tenggara, sehingga membentuk gumpalan dan naik secara vertikal akibat terkena pemanasan ke atas awan. Proses ini menyebabkan awan yang memiliki massa berat mengalami penurunan suhu, sehingga terjadi proses kondensasi. Air yang menggumpal sampai pada titik

jenuhnya mengakibatkan turunnya hujan. Letak turun hujan berada di atas garis khayal ekuator atau khatulistiwa, maka dinamakan dengan hujan konveksi. Hujan konveksi sering turun di daerah yang beriklim tropis karena intensitas penyinaran matahari yang tinggi.

b. Hujan Orografis

Hujan orografis adalah hujan yang terjadi karena udara yang mengandung uap air dipaksa oleh angin mendaki lereng pegunungan. Suhu di lereng pegunungan yang semakin ke atas semakin dingin menyebabkan terjadinya kondensasi. Setelah proses kondensasi, awan terbentuk dan jatuh sebagai hujan. Hujan yang jatuh pada lereng yang dilalui disebut hujan orografis, sedangkan di lereng sebelahnya bertiup angin kering yang tidak membawa uap air disebut sebagai daerah bayangan hujan.

c. Hujan Frontal

Hujan frontal adalah hujan yang terjadi di daerah frontal, yang disebabkan oleh pertemuan dua massa udara yang memiliki temperatur yang berbeda.

2.3.3. Intensitas Hujan

Menurut Tiwery dan Tani (2022) Intensitas hujan adalah banyaknya hujan yang terjadi dinyatakan dalam tinggi atau volume hujan satuan waktu. Umumnya, intensitas hujan yang tinggi berlangsung dengan durasi pendek dan meliputi daerah yang tidak sangat luas. Hujan yang terjadi pada daerah luas jarang sekali terjadi dalam intensitas yang tinggi, tetapi dapat berlangsung pada durasi yang cukup panjang (Fairizi, 2015). Terjadinya kombinasi antara intensitas hujan yang tinggi dengan durasi panjang jarang terjadi, tetapi apabila terjadi akan menyebabkan besarnya volume air yang dapat menyebabkan banjir (Prayuda, 2015).

Menurut Prayuda (2015) intensitas hujan termasuk dari karakteristik hujan untuk mengetahui durasi hujan, yaitu lama kejadian (menitan, jam-jaman, harian) yang dapat diperoleh dari hasil pencatatan alat pengukur hujan otomatis. Dalam perencanaan drainase, durasi hujan sering dikaitkan terhadap

waktu konsentrasi khususnya pada drainase perkotaan diperlukan durasi yang relatif pendek mengingat akan toleransi terhadap lamanya genangan. Lengkung intensitas hujan merupakan grafik untuk menyatakan hubungan antara intensitas hujan dengan durasi hujan, hubungan tersebut dinyatakan dalam bentuk lengkungan intensitas hujan kala ulang hujan tertentu (Wesli, 2008).

Intensitas hujan merupakan salah satu hal yang penting dalam melaksanakan analisis hidrologi suatu daerah drainase (Prayuda, 2015). Maka akan dijelaskan teori perhitungan debit rencana, yakni perhitungan curah hujan dengan durasi waktu yang bervariasi untuk mengetahui suatu volume debit saluran. Untuk menentukan intensitas hujan digunakan rumus-rumus empiris yang menyatakan hubungan antara intensitas hujan dengan lamanya hujan (Maha dan Lukman, 2020). Menurut Wesli (2008) untuk menentukan intensitas hujan digunakan rumus-rumus empiris untuk menyatakan hubungan antara intensitas hujan dengan lamanya hujan. Adapun salah satu cara perhitungan intensitas hujan menggunakan pers. 2.1 dibawah ini:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (2.1)$$

Keterangan:

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

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

2.3.4. Perhitungan Curah Hujan Rencana

Dalam perhitungan curah hujan rencana, metode yang digunakan adalah analisis frekuensi. Menurut Mulyono (2016) Hujan rencana (*design event*) adalah suatu kejadian hujan dengan intensitas atau durasi tertentu, sedangkan kala ulang (*return periode*) adalah interval waktu pada suatu kejadian banjir dengan besar tertentu berulang kejadiannya. Analisis frekuensi adalah prosedur untuk memperkirakan frekuensi suatu kejadian pada masa lalu atau masa yang akan datang (Tiwery dan Tani, 2022). Prosedur ini digunakan untuk

menentukan hujan rencana dalam berbagai kala ulang berdasarkan distribusi yang paling sesuai antara distribusi hujan secara teoritik dan empirik.

2.3.5. Parameter Statistik

Menurut Tommy dkk., (2015) Parameter yang digunakan dalam perhitungan analisis frekuensi meliputi parameter nilai rata-rata (\bar{x}), deviasi standar (S), koefisien variasi (Cv), koefisien kemencengan (Cs) dan koefisien kurtosis (Ck). Sementara untuk memperoleh harga parameter statistik dilakukan perhitungan dengan rumus dasar sebagai berikut:

1) Standar Deviasi

Besaran dispersi yang umumnya digunakan ialah standar deviasi dan varian yang dihitung dari kuadrat nilai deviasi standar. Untuk menghitung standar deviasi dapat digunakan pers. 2.2 berikut ini:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(Xi-\bar{X})^2}{N-1}} \quad (2. 2)$$

2) Koefisien Variasi

Koefisien variasi adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata rata hitung dari suatu sebaran. Koefisien variasi dihitung dengan pers. 2.3 sebagai berikut:

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} \quad (2. 3)$$

3) Koefisien Kemencengan

Koefisien kemencengan adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan (*assymetry*) dari suatu bentuk distribusi. Koefisien kemencengan dihitung dengan pers. 2.4 berikut:

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n (Xi-\bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^2} \quad (2. 4)$$

4) Koefisien Kurtosis

Koefisien kurtosis adalah nilai keruncingan dari bentuk kurva distribusi yang dibandingkan dengan distribusi normal. Persamaan koefisien kurtosis dapat dilihat pada Pers. 2.5 berikut:

$$Ck = \frac{n^2 \cdot \sum (Xi - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \quad (2.5)$$

Keterangan:

- Xi = Curah hujan harian maksimum (mm)
- \bar{X} = Tinggi hujan harian maksimum rata-rata selama n tahun (mm)
- n = Jumlah tahun pencatatan data hujan
- S = Standar deviasi
- Cv = Koefisien variasi
- Cs = Koefisien kemencengan
- Ck = Koefisien kurtosis

2.3.6. Pemilihan Jenis Distribusi

Curah hujan rencana untuk periode ulang tertentu secara statistik dapat diperkirakan berdasarkan seri data curah hujan harian maksimum tahunan (*maximum annual series*) jangka panjang dengan analisis distribusi frekuensi (Fairizi, 2015). Analisis frekuensi dapat diterapkan untuk data debit sungai atau data hujan, data yang digunakan adalah data debit atau hujan maksimum tahunan, yaitu data terbesar yang terjadi selama satu tahun, yang terukur selama beberapa tahun (Tommy dkk., 2015). Menurut Fairizi (2015) analisis frekuensi dapat dilakukan dengan seri data hujan maupun data debit, jenis distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam hidrologi adalah sebagai berikut :

a. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel umumnya digunakan dalam perhitungan analisis data maksimum, contohnya analisis frekuensi banjir (Fairizi, 2015). Gumbel

menggunakan teori-teori ekstrim $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$. Dimana sampel-sampelnya sama besar dan X merupakan variabel berdistribusi eksponensial.

Rumus:

1) Curah hujan rencana periode ulang (T) tahun:

Waktu dimana debit atau curah hujan dengan besaran tertentu akan disamai atau dilampaui sekali dalam jangka waktu (T) tahun. Dapat dihitung dengan pers. 2.6 berikut:

$$X_t = \bar{X} + \frac{s}{sn} x (Y_t - Y_n) \quad (2.6)$$

2) *Reduced variate*:

Perhitungan *reduced variate* dapat dilakukan dengan pers. 2.7 berikut:

$$Y_t = -\ln \left(\ln \frac{T_r - 1}{T_r} \right) \text{ untuk } T \geq 20, \text{ maka } Y = \ln.T \quad (2.7)$$

3) Standar deviasi

Standar deviasi dapat dihitung dengan pers. 2.8 berikut:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.8)$$

Keterangan:

X_t = Curah hujan rencana dengan periode ulang 1 tahun (mm)

\bar{X} = Curah hujan rata-rata (mm)

S = Standar deviasi (*standard deviation*)

S_n = *Standard deviation of reduced variated.*

Y_t = *Reduced variated*

Y_n = *Mean of reduced variated*

Nilai *reduced mean* tergantung dari jumlah data n , kemudian dapat diketahui nilainya dengan ketentuan pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.1: *Reduced mean* (Suripin, 2004).

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

10	0,49	0,49	0,50	0,50	0,51	0,51	0,51	0,51	0,52	0,52
20	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
30	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,54	0,54	0,54	0,54	0,53
40	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
50	0,54	0,54	0,54	0,54	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
60	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
70	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
80	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
90	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
100	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,55	0,56

Nilai *reduced standard deviation* tergantung dari jumlah data n , kemudian dapat diketahui nilainya dengan ketentuan pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.2: *Reduced standard deviation* (Suripin, 2004).

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

Tabel 2.2: *Lanjutan*

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20

Nilai *reduced variate* ditentukan berdasarkan periode ulang (T) tahun, kemudian dapat diketahui nilainya dengan ketentuan pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.3: *Reduced variate* (Suripin, 2004).

Periode Ulang T _r (tahun)	Reduced Variate Y _{tr}	Y _n	S _n	K
2	0,3665	0,4952	0,9496	-0,136
5	1,4999	0,4952	0,9496	1,058
10	2,2504	0,4952	0,9496	1,848
20	2,9702	0,4952	0,9496	2,606
25	3,1985	0,4952	0,9496	2,847
50	3,9019	0,4952	0,9496	3,588

b. Distribusi Log Person Tipe III

Distribusi Log Person Tipe III digunakan untuk analisis variabel hidrologi dengan nilai variat minimum misalnya analisis frekuensi distribusi dari debit minimum (*low flows*) (Fairizi, 2015). Distribusi Log Person Tipe III memiliki koefisien kemencengan $CS \neq 0$.

1) Harga rata-rata:

Nilai rata-rata adalah hasil dari penjumlahan data pengukuran yang dibagi dengan jumlah pengukuran. Nilai rata-rata dapat dihitung dengan pers. 2.9 berikut:

$$\overline{\text{Log } X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X_i}{n} \quad (2.9)$$

2) Standar deviasi:

Besaran dispersi yang digunakan pada umumnya adalah deviasi standar dan varian yang dihitung dari kuadrat nilai deviasi standar. Untuk menghitung deviasi standar dan varian dapat digunakan pers. 2.10 sebagai berikut:

$$S\overline{\text{Log } X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^2}{n-1}} \quad (2.10)$$

3) Koefisien kemencengan:

Koefisien kemencengan (*coefficient of skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan (*assymetry*) dari suatu bentuk distribusi. Koefisien kemencengan dihitung dengan pers. 2.11 berikut:

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^3}{(n-1)(n-2)S^2} \quad (2.11)$$

4) Curah hujan rencana periode ulang t tahun

Waktu dimana debit atau curah hujan dengan besaran tertentu akan disamai atau dilampaui sekali dalam jangka waktu (T) tahun. Dapat dihitung dengan pers. 2.12 berikut:

$$\text{Log } X_t = \overline{\text{Log } X} + G_{xv} S \quad (2.12)$$

5) Koefisien kurtois

Koefisien kurtosis adalah nilai keruncingan dari bentuk kurva distribusi yang dibandingkan dengan distribusi normal. Persamaan koefisien kurtosis dapat dilihat pada Pers. 2.13 berikut:

$$C_k = \frac{n^2 \cdot \sum (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S\overline{\text{Log } X})^4} \quad (2.13)$$

6) Koefisien variasi

Koefisien variasi (*variation coefficient*) adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata rata hitung dari suatu sebaran. Koefisien variasi dihitung dengan pers. 2.14 sebagai berikut

$$C_v = \frac{S}{\overline{\text{Log } X}} \quad (2.14)$$

Keterangan:

$\text{Log } X_t$ = Curah hujan rencana periode t tahun

$\overline{\text{Log } X}$	= Harga rata-rata
G	= Faktor frekuensi
S	= Standar deviasi
C_s	= Koefisien kemencengan
C_k	= Koefisien kurtois
C_v	= Koefisien variasi

Tabel 2.4: Nilai K untuk distribusi log pearson tipe III (Suripin, 2004).

Interval Kejadian (<i>Recurrence interval</i>), Tahun (Periode ulang)								
Koef G	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
	Persentase Peluang Terlampaui (<i>Percent change of being exceeded</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,192	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,399
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	2,998	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,116	0,790	1,333	2,967	2,407	2,824
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326

Tabel 2.4: Lanjutan

Interval Kejadian (<i>Recurrence interval</i>), Tahun (Periode ulang)								
Koef G	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
	Persentase Peluang Terlampaui (<i>Percent change of being exceeded</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,122	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,669

c. Distribusi Normal

Untuk analisa curah hujan menggunakan metode distribusi Normal, dengan pers. 2.15 sebagai berikut:

$$X_T = X + k \cdot S_x \quad (2.15)$$

Keterangan:

X_T = Variate yang diekstapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun

X = Harga rata – rata, $\frac{\sum_{l=1}^n (x_l)}{n}$

Sx = Standar deviasiasi, $\sqrt{\frac{\sum_1^n (Xi)^2 - \sum_1^n (xi)}{n-1}}$

K = Variabel reduksi

d. Distribusi Log Normal

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode distribusi Log Normal, dengan pers. 2.16 sebagai berikut:

$$\text{Log } XT = \text{Log } X + k \cdot Sx \cdot \text{Log } X \quad (2. 16)$$

Keterangan:

XT = Variate yang diekstapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun

X = Harga rata – rata, $\frac{\sum_1^n \text{Log } (x1)}{n}$

SxLogx = Standar deviasiasi $\sqrt{\frac{\sum_1^n \text{Log}(Xi)^2 - \sum_1^n (xi)}{n-1}}$

K = Variabel reduksi

2.3.7. Uji Kesesuaian Distribusi Curah Hujan

a. Uji Chi-Kuadrat

Menurut Fairizi (2015) Prinsip pengujian menggunakan metode ini didasarkan pada jumlah pengamatan yang diharapkan pada pembagian kelas, dan ditentukan terhadap jumlah data pengamatan yang terbaca di dalam kelas tersebut. Uji kesesuaian antara jumlah pengamatan dan harapan didasarkan pada jumlah Chi-Kuadrat. Berikut adalah rumus yang digunakan dalam perhitungan Chi-Kuadrat.

Rumus:

1) Menghitung jumlah kelas dengan pers. 2.17 berikut:

$$1 + 3, 322 \text{ Log } n \quad (2. 17)$$

Keterangan:

K = Jumlah kelas
n = Banyaknya data

- 2) Membuat kelompok-kelompok kelas sesuai dengan jumlah kelas
- 3) Menghitung frekuensi pengamatan $O_j = n/\text{jumlah kelas}$
- 4) Mencari besarnya curah hujan yang masuk dalam batas kerja
- 5) Menghitung Chi-kuadrat dengan menggunakan pers. 2.18 berikut:

$$X^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (2.18)$$

Keterangan:

X^2 = Parameter chi-kuadrat terhitung
 \sum = Jumlah sub kelompok
 O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok-i
 E_i = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-i

- 6) Menentukan cr dari tabel dengan menentukan taraf signifikan dan derajat kebebasan (Dk) dengan menggunakan pers. 2. 19 sebagai berikut:

$$DK = K - (p + 1) \quad (2.19)$$

Keterangan:

DK = Derajat kebebasan
 K = Jumlah kelas
 P = Banyaknya parameter untuk uji chi-square adalah 2

Derajat kepercayaan merupakan nilai yang dapat diterima atau dengan kata lain tidak melebihi dari nilai dari ketentuan yang ada seperti pada tabel berikut:

Tabel 2.5: Nilai kritis untuk distribusi chi-kuadrat (Suripin, 2004).

dk	α derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,000039	0,00015	0,00098	$\frac{0,0039}{3}$	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,59

Tabel 2.5: Lanjutan

3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,34	12,83
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,14	13,27	14,86
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,07	12,83	15,08	16,75
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,59	14,44	16,81	18,54
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,06	16,01	18,47	20,27
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,50	17,53	20,09	21,95
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,91	19,02	21,66	23,58
10	2,156	2,558	3,247	3,94	18,30	20,48	23,20	25,18

2.3.8. Koefisien Pengaliran

Menurut Krisnayanti dkk., (2017) koefisien pengaliran (*run-off coefficient*) adalah perbandingan antara besarnya jumlah air hujan yang mengalir atau melimpas di atas permukaan tanah (*surface run-off*) dengan besarnya jumlah air hujan yang jatuh dari atmosfer. Nilai koefisien pengaliran berkisar antara 0 sampai dengan 1 dan bergantung dari jenis tanah, jenis vegetasi, karakteristik tata guna lahan dan konstruksi yang berada pada permukaan tanah seperti jalan aspal, atap bangunan dan lain-lain, yang mengakibatkan air hujan tidak sampai secara langsung ke permukaan tanah sehingga tidak mampu berinfiltrasi, maka akan menghasilkan limpasan permukaan yang hampir 100%. Koefisien pengaliran dapat ditentukan berdasarkan curah hujan (Fairizi, 2015). Adapun diketahui rumus untuk menentukan koefisien pengaliran adalah dengan pers. 2.20 sebagai berikut:

$$C = \frac{Q}{R} \quad (2.20)$$

Keterangan:

C = koefisien limpasan

Q = jumlah limpasan

R = jumlah curah hujan

Nilai koefisien aliran berbeda-beda pada setiap daerah tampungan hujan, nilai tersebut dapat diketahui dengan ketentuan yang sudah ada seperti pada tabel berikut:

Tabel 2.6: Koefisien pengaliran (Wesli, 2008).

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

2.3.9. Analisa Debit Rencana

Menurut Lukman (2018) analisa debit rencana tidak boleh ditetapkan terlalu kecil agar tidak terlalu sering terjadi ancaman pengrusakan bangunan atau daerah di sekitarnya. Akan tetapi tidak boleh juga terlalu besar yang mengakibatkan ukuran bangunan menjadi tidak ekonomis. Air hujan yang jatuh dari atmosfer ke permukaan bumi terjadi menurut suatu pola dan suatu siklus tertentu. Tabel berikut ini merupakan standar desain saluran berdasarkan pedoman drainase perkotaan dan standar desain teknis.

Tabel 2.7: Standar desain saluran drainase (Suripin, 2004).

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

a. Metode Rasional

Menurut Lukman (2018) metode rasional adalah satu metode untuk menentukan debit aliran permukaan yang disebabkan oleh curah hujan yang umumnya merupakan suatu dasar untuk menentukan debit drainase. Metode ini digunakan untuk memperkirakan laju aliran permukaan puncak. Umumnya, metode ini sering dipakai untuk perencanaan debit banjir, akan tetapi penggunaannya terbatas hanya untuk Daerah Aliran Sungai (DAS) yang memiliki ukuran kecil. Persamaan matematik metode Rasional dinyatakan dalam bentuk pers. 2.21 berikut:

$$Q = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (2. 21)$$

Keterangan:

- Q = Debit banjir maksimum (m^3/det)
- C = Koefisien pengaliran
- I = Intensitas hujan rerata selama waktu tiba banjir (mm/jam)
- A = Luas daerah pengaliran (Ha)

2.4. Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika merupakan analisis lanjutan dari analisis hidrologi khususnya sebagai input penentuan bentuk dimensi saluran berdasarkan debit banjir rancangan (Suryaman dan Kusnan, 2013). Analisis hidrolika adalah suatu tahap analisis yang berfungsi untuk dapat mengetahui kapasitas tampungan suatu saluran air atau penampang drainase terhadap debit air pada waktu tertentu yang telah dihitung pada tahap sebelumnya, sehingga dalam merancang sebuah bangunan air yang dapat menampung debit air dan berfungsi secara optimal (Krisnayanti dkk., 2017).

Aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran saluran terbuka (*open channel flow*) maupun (*pipe flow*) saluran tertutup (Suripin, 2004). Menurut Triadmodjo (2010) pada aliran saluran terbuka terdapat permukaan air yang bebas (*free surface*). Permukaan bebas ini dapat dipengaruhi oleh tekanan udara luar secara langsung. Sedangkan pada aliran saluran tertutup tidak

terdapat permukaan yang bebas, hal ini dikarenakan seluruh saluran diisi oleh air. Pada aliran saluran tertutup permukaan air secara tidak langsung dipengaruhi oleh tekanan udara luar kecuali hanya oleh tekanan hidraulika yang ada dalam aliran saja. Pada aliran terbuka untuk penyederhanaan dianggap bahwa aliran sejajar, kecepatan beragam dan kemiringan kecil.

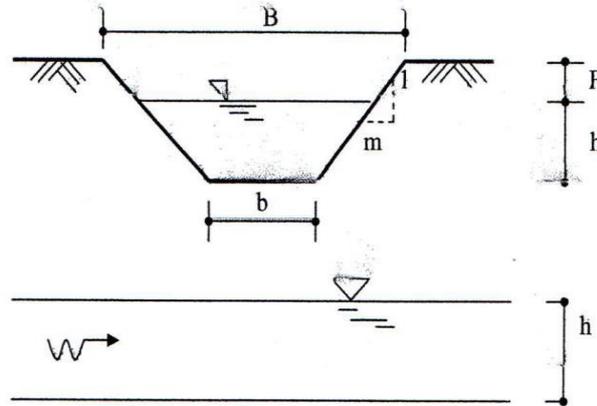
Dalam hal ini permukaan air merupakan garis derajat hidraulika dan dalam air sama dengan tinggi tekanan. Meskipun kedua jenis aliran hampir sama, penyelesaian masalah aliran dalam saluran terbuka jauh lebih sulit dibandingkan dengan aliran pipa tekan. Hal ini disebabkan karena permukaan air bebas cenderung berubah sesuai dengan waktu, ruang dan juga bahwa kedalam aliran, debit, kemiringan dasar saluran dan kedudukan permukaan bebas saling bergantung satu sama lainnya. Aliran dalam suatu saluran tertutup tidak selalu merupakan aliran pipa.

Secara umum, analisis hidrolika meninjau aspek debit air yang didapat dari kecepatan aliran air pada suatu penampang. Penampang mempunyai ukuran-ukuran yang disebut dimensi dan bentuk tertentu. Penampang saluran drainase yang biasa digunakan berbentuk persegi dan trapesium.

2.4.1. Dimensi Penampang Saluran

Ada beberapa bentuk penampang saluran drainase yang banyak ditemui, perencanaan bentuk penampang drainase harus sesuai dengan debit air yang akan ditampungnya agar kinerja drainase nantinya akan efektif. Beberapa hal yang perlu dilakukan pengukuran terhadap dimensi saluran drainase, yaitu lebar dasar saluran (b), lebar atas saluran (B), kemiringan sisi saluran (m), tinggi jagaan (f), tinggi basah saluran (h) dan kemiringan saluran (S). Dengan diketahui lebar dasar saluran dan tinggi basah saluran di atas, maka diperoleh luas penampang basah saluran (A), keliling basah saluran (P) dan jari-jari hidrolis (R). Berdasarkan Triadmodjo (2010) dapat dilihat beberapa bentuk saluran penampang drainase sebagai berikut:

a. Penampang Saluran Trapesium



Gambar 2.8: Penampang saluran trapesium (Triadmodjo, 2010).

1) Luas penampang

Luas penampang ialah luas permukaan suatu bidang drainase yang dapat dihitung dengan pers. 2.22 sebagai berikut:

$$A = (b + mh)h \quad (2.22)$$

2) Keliling basah

Keliling basah ialah sisi dari bagian saluran drainase yang terendam oleh air, keliling basah dapat dihitung dengan pers. 2.23 sebagai berikut:

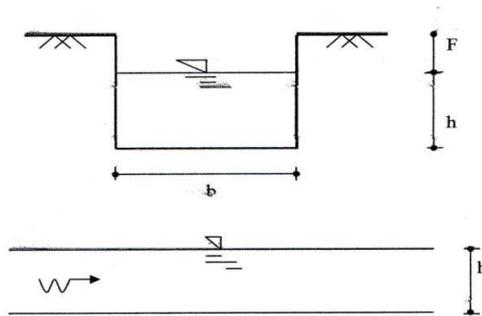
$$P = B + 2h \times (m^2 + 1)^{0,5} \quad (2.23)$$

3) Jari-jari hidrolis

Jari-jari hidrolis adalah ukuran dari diameter pipa atau selang yang digunakan dalam sistem hidrolis. Jari-jari ini sangat penting karena dapat mempengaruhi tekanan dan aliran fluida dalam sistem hidrolis. Jari-jari hidrolis dapat dihitung dengan pers. 2.4 sebagai berikut:

$$R = \frac{A}{P} \quad (2.24)$$

b. Penampang Saluran Persegi



Gambar 2.9: Penampang saluran persegi (Triadmodjo, 2010).

1) Luas penampang

Luas penampang ialah luas permukaan suatu bidang drainase yang dapat dihitung dengan pers. 2.25 sebagai berikut:

$$A = b \cdot h \quad (2.25)$$

2) Keliling basah

Keliling basah ialah sisi dari bagian saluran drainase yang terendam oleh air, keliling basah dapat dihitung dengan pers. 2.26 sebagai berikut:

$$P = b + (2 \cdot h) \quad (2.26)$$

3) Jari-jari hidrolis

Jari-jari hidrolis adalah ukuran dari diameter pipa atau selang yang digunakan dalam sistem hidrolik. Jari-jari hidrolis dapat dihitung dengan pers. 2.7 sebagai berikut:

$$R = \frac{A}{P} \quad (2.27)$$

Keterangan:

A = Luas penampang basah saluran (m^2)

R = Jari-jari hidrolis (m)

P = Keliling basah saluran (m)

S = Kemiringan saluran

n = Koefisien kekasaran Manning

m = Kemiringan sisi saluran

- f = Tinggi jagaan (m)
- b = Lebar dasar saluran (m)
- B = Lebar atas saluran (m)
- h = Tinggi basah saluran (m)

2.4.2. Dimensi Saluran

Menurut Triadmodjo (2010) dimensi saluran harus mampu mengalirkan debit rencana atau dengan kata lain debit yang dialirkan oleh saluran (Q_s) sama atau lebih besar dari debit rencana (Q_t). Hubungan ini dapat ditunjukkan pada pers. 2.28 sebagai berikut:

$$1) Q_s \geq Q_t \quad (2. 28)$$

Debit suatu penampang saluran (Q_s) dapat diperoleh dengan menggunakan pers. 2.29 seperti di bawah ini:

$$2) Q_s = A_s \cdot V \quad (2. 29)$$

Keterangan:

- Q_s = Debit penampang saluran (m^3/det)
- A = Luas penampang saluran tegak lurus arah aliran (m^2)
- V = Kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran (m/det)

Berdasarkan Triadmodjo (2010), kecepatan rata-rata aliran di dalam suatu saluran dapat dihitung dengan menggunakan rumus Manning seperti pers. 2.30 di bawah ini:

$$3) V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \quad (2. 30)$$

$$4) R = \frac{A_s}{P} \quad (2. 31)$$

Dimana:

- V = Kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran (m/det)
- n = Koefisien kekasaran *Manning*
- R = Jari-jari hidrolis (m)

- S = Kemiringan saluran
 A_s = Luas penampang saluran tegak lurus arah aliran (m^2)
 P = Keliling basah saluran (m)

Adapun nilai dari koefisien kekasaran manning tergantung kepada bentuk permukaannya yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.8: Koefisien kekasaran *manning* (Triadmodjo, 2010).

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 disemen	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

Nilai kemiringan dinding saluran berbeda-beda sesuai dengan bentuk dinding saluran tersebut, dapat dilihat pada tabel ketentuan berikut:

Tabel 2.9: Nilai kemiringan dinding saluran sesuai bahan (Triadmodjo, 2010).

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

Pada daerah-daerah yang telah diidentifikasi dan bermasalah, dilakukan perhitungan debit saluran drainase yang sudah ada (*eksisting*) dengan

menggunakan persamaan Manning dengan asumsi aliran mengalir penuh di saluran terbuka (Triadmodjo, 2010). Debit adalah luas penampang basah dikalikan dengan jari-jari hidrolis dipangkatkan dengan 2/3 dikalikan dengan akar kuadrat dari kemiringan saluran dibagi dengan koefisien kekasaran manning yang dapat ditentukan dengan pers 2.32 berikut:

$$5) V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \quad (2.32)$$

Keterangan:

Q	= Debit (m^3/det)
A	= Luas penampang basah (m^2)
n	= Koefisien kekasaran <i>Manning</i>
R	= Jari-jari hidrolis (m)
S	= Kemiringan saluran

Dengan hasil tersebut, dilakukan perbandingan dengan perhitungan debit limpasan berdasarkan intensitas hujan yang diperoleh dari analisis hidrologi dengan menggunakan persamaan Modifikasi Rasional (Triadmodjo, 2010). Debit adalah faktor konversi dikalikan dengan koefisien tampungan dikalikan dengan koefisien limpasan dikalikan dengan luas daerah pengaliran sungai yang dapat ditentukan dengan pers. 2.33 berikut:

$$6) Q = F \cdot C_s \cdot \sum C \cdot A \cdot I \quad (2.33)$$

Dimana:

Q	= Debit
F	= Faktor konvensi, $F = 1/360$ untuk Q dalam
F	= $100/36$ untuk Q dalam $1/det$
C_s	= Koefisien tampungan
C	= Koefisien limpasan
A	= Luas daerah aliran (Ha)
I	= Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam).

2.4.3. Parameter Genangan atau Banjir

Berdasarkan peraturan Menteri pekerjaan umum nomor 12/PRT/M/2014 tentang penyelenggaraan sistem drainase perkotaan. Diketahui nilai parameter genangan terhadap beberapa aspek sebagai berikut:

1. Parameter genangan, meliputi tinggi genangan, luas genangan, frekuensi genangan dalam satu tahun dan lama genangan terjadi. Kriteria parameter genangan seperti dalam tabel berikut:

Tabel 2.10: Nilai parameter genangan (PUPR, 2014).

No.	Parameter Genangan/Banjir	Nilai	Persentase Nilai
1.	Kedalaman Genangan:	35	
	> 0,050 m		100
	0,30-0,50 m		75
	0,20-0,30 m		50
	0,10-0,20 m		25
	< 0,10 m		0
2.	Luas Genangan	25	
	> 8,0 Ha		100
	4,0-8,0 Ha		75
	2,0-4,0 Ha		50
	1,0-2,0 Ha		25
	< 1,0 Ha		0
3.	Lama Genangan:	20	
	> 8,0 jam		100
	4,0-8,0 jam		75
	2,0-4,0 jam		50
	1,0-2,0 jam		25
	< 1,0 jam		0
4.	Frekuensi Genangan:	20	
	Sangat sering (10 kali/tahun)		100
	Sering (6 kali/tahun)		75
	Kurang sering (3 kali/tahun)		50
	Jarang (1 kali/tahun)		25
	Tidak pernah kebanjiran		0

2. Parameter ekonomi, dihitung perkiraan kerugian atas fasilitas ekonomi yang ada, seperti: kawasan industri, fasum, fasos, perkantoran, perumahan, daerah pertanian dan pertamanan. Kriteria kerugian/kerusakan ekonomi seperti dalam tabel berikut:

Tabel 2.11: Nilai kriteria kerugian ekonomi (PUPR, 2014).

No.	Parameter	Pengaruh/Kerugian	Nilai
1.	Genangan air/banjir terjadi pada daerah industri, daerah komersial dan daerah perkantoran padat	Tinggi	100
2.	Genangan air/banjir terjadi pada daerah industri dan daerah komersial yang kurang padat	Sedang	65
3.	Genangan air/banjir mempengaruhi atau terjadi di daerah perumahan dan/atau daerah pertanian (dalamdaerah perkotaan yang terbatas)	Kecil	25
4.	Terjadi genangan pada daerah yang jarang penduduknya dan daerah yang tidak produktif	Sangat Kecil	0

3. Parameter gangguan sosial dan fasilitas pemerintah, seperti: kesehatan masyarakat, keresahan sosial dan kerusakan lingkungan dan kerusakan fasilitas pemerintah. Kriteria gangguan sosial dan fasilitas pemerintah seperti dalam tabel berikut:

Tabel 2.12: Nilai kriteria gangguan sosial dan fasilitas pemerintah (PUPR, 2014).

No.	Parameter	Pengaruh/Kerugian	Nilai
1.	Genangan air/banjir terjadi pada daerah yang banyak pelayanan fasilitas sosial dan fasilitas pemerintah	Tinggi	100
2.	Genangan air/banjir terjadi di daerah yang sedikit pelayanan fasilitas sosial dan fasilitas pemerintah	Sedang	65
3.	Genangan air/banjir mempengaruhi atau terjadi didaerah yang pelayanan sosial dan fasilitas pemerintah terbatas	Kecil	30
4.	Jika tidak ada fasilitas sosial dan fasilitas pemerintah	Sangat Kecil	0

4. Parameter kerugian dan gangguan transportasi. Kriteria kerugian dan gangguan transportasi seperti dalam tabel berikut:

Tabel 2.13: Nilai kriteria kerugian dan gangguan transportasi (PUPR, 2014).

No.	Parameter	Pengaruh/Kerugian	Nilai
1.	Genangan air/banjir terjadi pada daerah yang jaringan transportasinya padat	Tinggi	100
2.	Genangan air/banjir terjadi di daerah yang jaringan transportasinya kurang padat	Sedang	65
3.	Genangan air/banjir mempengaruhi atau terjadi di daerah yang jaringan transportasinya terbatas	Kecil	30
4.	Jika tidak ada jaringan jalan	Sangat kecil	0

5. Parameter kerugian pada daerah perumahan, kriterianya seperti dalam tabel berikut:

Tabel 2.14: Nilai kriteria kerugian daerah perumahan (PUPR, 2014).

No.	Parameter	Pengaruh/Kerugian	Nilai
1.	Genangan air/banjir terjadi pada perumahan padat sekali	Tinggi	100
2.	Genangan air/banjir terjadi pada perumahan yang kurang padat	Sedang	65
3.	Genangan air/banjir mempengaruhi atau terjadi di yang hanya pada beberapa bangunan perumahan	Kecil	30
4.	Jika tidak ada perumahan pada daerah genangan air/banjir	Sangat kecil	0

6. Parameter kerugian hak milik pribadi/rumah tangga, kriterianya seperti dalam tabel berikut:

Tabel 2.15: Nilai kriteria kerugian hak milik pribadi (PUPR, 2014).

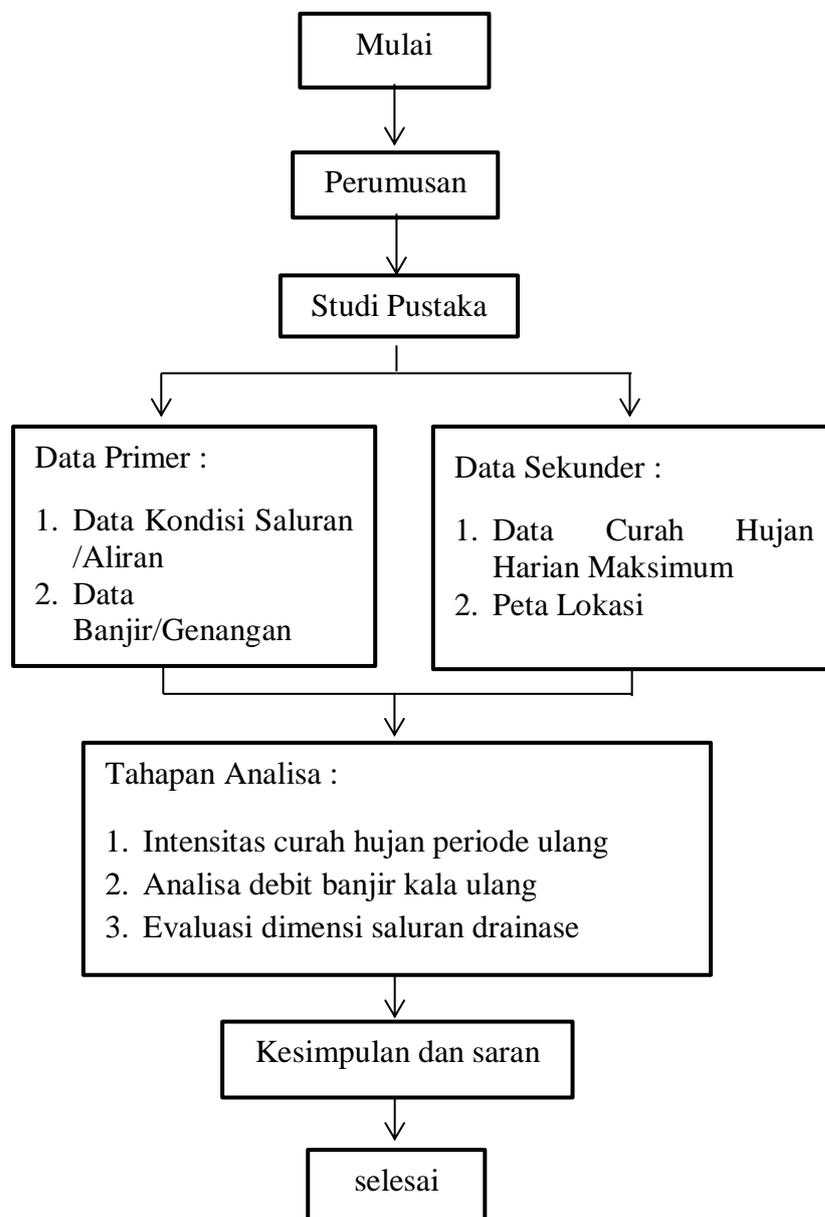
No.	Parameter	Pengaruh/Kerugian	Nilai
1.	Kerugian lebih dari 80% nilai milik pribadi	Tinggi	100
2.	Kerugian 80% dari nilai milik pribadi	Sedang	65
3.	Kerugian kurang dari 40% nilai milik pribadi	Kecil	30
4.	Tidak ada kerugian milik pribadi	Sangat kecil	0

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Bagan Alir Penelitian

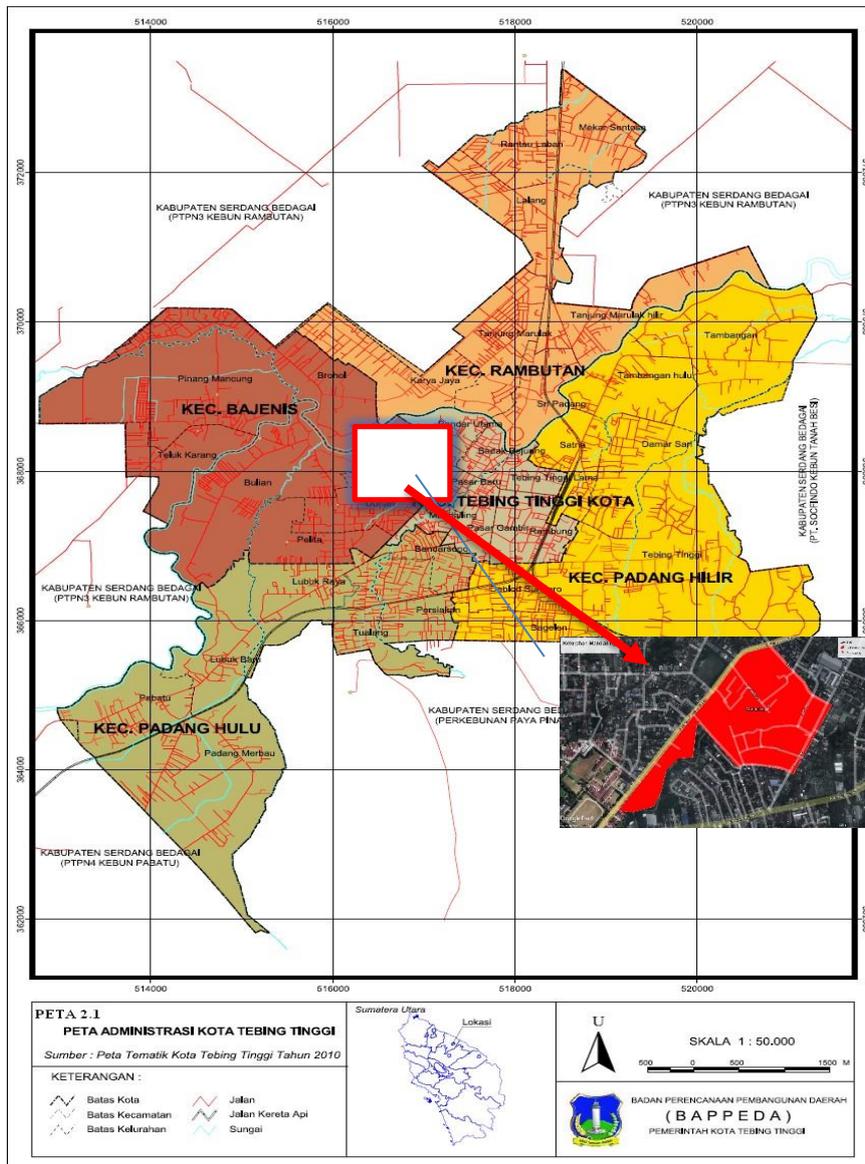
Bagan alir penelitian adalah diagram yang menggambarkan langkah-langkah, urutan, dan keputusan dari suatu proses atau alur kerja sebuah penelitian.



Gambar 3. 1: Bagan alir penelitian.

3.2. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Kelurahan Mandailing, Kecamatan Tebing Tinggi Kota, Kota Tebing Tinggi, Sumatera Utara. Kelurahan Mandailing memiliki luas 0,24 Km². Kelurahan Mandailing merupakan daerah pemukiman yang relatif padat penduduk, kawasan ekonomi yang rawan akan terkena bencana banjir dan genangan yang dikarenakan tidak efektifnya saluran drainase, sehingga perlu dilakukan evaluasi terhadap saluran drainasenya.



Gambar 3. 2: Peta lokasi penelitian.

3.3. Batas-batas Wilayah

Berikut batas-batas wilayah administratif lokasi studi:

- a. Sebelah Barat : Kelurahan Durian
- b. Sebelah Timur : Kelurahan Pasar Gambir
- c. Sebelah Utara : Kelurahan Pasar Baru
- d. Sebelah Selatan : Kelurahan Bandarsono

3.4. Jenis Penelitian

Berdasarkan sifat-sifat masalah, metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

a. Kuantitatif

Metode ini dapat diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivism, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, teknik pengambilan sampel pada umumnya dilakukan secara random, pengumpulan data menggunakan instrument penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan (Nana & Elin, 2018).

b. Deskriptif

Penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai variabel mandiri, baik satu variabel atau lebih (independen) tanpa membuat perbandingan, atau penghubungan dengan variabel yang lain (Nana & Elin, 2018).

c. Studi Kasus

Studi kasus merupakan penyelidikan empiris yang menyelidiki fenomena kontemporer dalam konteks kehidupan nyata (Nur'aini, 2020).

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif dan studi kasus. Adapun, metode kuantitatif berfungsi untuk mengevaluasi efektivitas saluran drainase yang mengacu kepada beberapa variabel mengenai hidrologi, hidrolika dan sosial pada lokasi penelitian. Deskriptif berfungsi untuk mengevaluasi dengan menggambarkan beberapa variabel yang terjadi pada lokasi penelitian

dan mendeskripsikannya. Studi kasus berfungsi untuk mengetahui fenomena apa yang sebenarnya terjadi pada lokasi penelitian secara komprehensif.

3.5. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, data memegang peranan penting sebagai alat penelitian dan bukti untuk mencapai tujuan penelitian. Berikut ini ada 2 jenis data yang digunakan yaitu dengan cara :

a. Data Primer

Laporan yang didapat langsung dari lapangan dengan cara melakukan peninjauan atau survey lapangan.

b. Data Sekunder

Laporan yang sifatnya menunjang dan melengkapi data primer yang di diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika yaitu data curah hujan harian maksimum.

3.6. Pelaksanaan Penelitian

Beberapa langkah yang dilakukan dalam penelitian sebagai berikut:

a. Menentukan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan secara langsung dengan turun kelapangan di titik-titik disepanjang Kelurahan mandailing.

b. Wawancara

Dalam kegiatan ini pengumpulan data dilakukan dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan atau diskusi dengan pihak warga setempat.

c. Metode analisa

Metode analisa yang digunakan di dalam penelitian ini yaitu : analisa hidrologi dan analisa hidraulika.

3.7. Pengelolaan Data

Pengelolaan data untuk keperluan mengevaluasi drainase Kelurahan Mandailing menggunakan beberapa analisa sebagai berikut:

a. Menentukan curah hujan maksimum tahunan dari hasil pengamatan Klimatologi dengan periode pengamatan 10 tahun kebelakang.

b. Menganalisa data yang ada, seperti :

1) Analisa Hidrologi

i. melakukan analisa frekuensi curah hujan dengan menggunakan distribusi :

- Distribusi Normal
- Distribusi Log Normal
- Distribusi Log Person Tipe – III
- Distribusi Gumbel

ii. Analisa debit rencana dengan menggunakan :

- Metode Rasional

2) Analisa Hidrolika : Analisa kapasitas penampang saluran

4.1.2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber lain yang telah ada. Data sekunder dapat diketahui dari instansi yang berkaitan langsung dengan suatu penelitian. Pada penelitian ini data yang diperoleh adalah data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun terakhir 2013 s/d 2022 yang diperoleh dari Stasiun Hujan No 140 PTPN 3 Kebun Rambutan sebagai berikut:

Tabel 4.1: Data curah hujan maksimum Kelurahan Mandailing (Stasiun Hujan no 140 PTPN 3 Kebun Rambutan).

Bulan	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Januari	13	56	101	27	97	59	136	100	74	271
Februari	29	67	11	86	268	110	73	90	93	2
Maret	119	54	59	47	15	125	118	7	0	123
April	278	221	72	72	48	62	50	57	21	75
Mei	103	103	191	150	74	164	160	191	146	172
Juni	69	105	21	57	117	82	43	82	337	118
Juli	143	36	11	141	167	118	73	168	125	76
Agustus	154	146	215	94	139	261	8	141	56	199
September	171	112	207	55	259	323	217	99	258	243
Oktober	189	335	242	111	149	136	293	288	168	203
November	245	214	320	229	86	133	122	162	216	335
Desember	91	289	211	34	94	217	66	50	166	201
Debit Max	278	335	320	229	268	323	293	288	337	335

4.2. Parameter Genangan atau Banjir

Berdasarkan peraturan Menteri pekerjaan umum nomor 12/PRT/M/2014 tentang penyelenggaraan sistem drainase perkotaan. Beberapa variabel yang didapat untuk menghitung parameter genangan bersumber dari wawancara langsung kepada masyarakat di Kelurahan Mandailing. Diketahui nilai parameter genangan di Kelurahan Mandailing terhadap beberapa aspek sebagai berikut:

1. Didapat data berupa luas, kedalaman, lama dan frekuensi genangan. Data ini bersumber dari pengamatan secara langsung maupun wawancara kepada masyarakat Kelurahan Mandailing

Tabel 4.2: Nilai parameter genangan.

Lokasi	Luas (Ha)	Kedalaman (m)	Lama (jam)	Frekuensi (Kali/Tahun)
Jl. Sakti Lubis	0,39	1	6	2
Jl. Sei Bahilang	1,87	0,9	5	2
Jl. Gor	0,61	1,4	6	3
Jl. Selat Sunda	0,44	1,2	5	2
Jl. Selat Karimata	0,39	1	5	2

2. Setelah diketahui nilai luas, kedalaman, lama dan frekuensi genangan, kemudian didapatkan hasil persentase genangan pada tabel berikut:

Tabel 4.3: Nilai persentase parameter genangan.

Lokasi	Luas (25%)	Kedalaman (35%)	Lama (20%)	Frekuensi (20%)	Total persentase
Jl. Sakti Lubis	0,39	1	6	2	57
Jl. Sei Bahilang	1,87	0,9	5	2	63,25
Jl. Gor	0,61	1,4	6	3	60
Jl. Selat Sunda	0,44	1,2	5	2	57
Jl. Selat Karimata	0,39	1	5	2	57

3. Parameter ekonomi, dihitung perkiraan kerugian atas fasilitas ekonomi yang ada, seperti: kawasan industri, fasum, fasos, perkantoran, perumahan, daerah pertanian dan pertamanan. Nilai kerugian/kerusakan ekonomi seperti dalam tabel berikut:

Tabel 4.4: Nilai kriteria kerugian ekonomi.

Lokasi	Pengaruh	Nilai
Jl. Sakti Lubis	Kecil	25
Jl. Sei Bahilang	Kecil	25
Jl. Gor	Kecil	25
Jl. Selat Sunda	Kecil	25
Jl. Selat Karimata	Kecil	25

4. Gangguan sosial dan fasilitas pemerintah, seperti: kesehatan masyarakat, keresahan sosial dan kerusakan lingkungan dan kerusakan fasilitas pemerintah. Nilai gangguan sosial dan fasilitas pemerintah seperti dalam tabel berikut:

Tabel 4.5: Nilai kriteria gangguan sosial dan fasilitas pemerintah.

Lokasi	Pengaruh	Nilai
Jl. Sakti Lubis	Sangat Kecil	0
Jl. Sei Bahilang	Kecil	30
Jl. Gor	Sedang	65
Jl. Selat Sunda	Kecil	30
Jl. Selat Karimata	Sangat Kecil	0

5. Parameter kerugian dan gangguan transportasi. Nilai kerugian dan gangguan transportasi seperti dalam tabel berikut:

Tabel 4.6: Nilai kriteria kerugian dan gangguan transportasi.

Lokasi	Pengaruh	Nilai
Jl. Sakti Lubis	Kecil	30
Jl. Sei Bahilang	Kecil	30
Jl. Gor	Kecil	30
Jl. Selat Sunda	Kecil	30
Jl. Selat Karimata	Kecil	30

6. Parameter kerugian pada daerah perumahan, nilainya didapat dalam tabel berikut:

Tabel 4.7: Nilai kriteria kerugian pada daerah perumahan.

Lokasi	Pengaruh	Nilai
Jl. Sakti Lubis	Tinggi	100
Jl. Sei Bahilang	Tinggi	100
Jl. Gor	Tinggi	100
Jl. Selat Sunda	Tinggi	100
Jl. Selat Karimata	Tinggi	100

7. Parameter kerugian hak milik pribadi/rumah tangga, nilainya seperti dalam tabel berikut:

Tabel 4.8: Nilai kriteria kerugian hak milik pribadi.

Lokasi	Pengaruh	Nilai
Jl. Sakti Lubis	Tinggi	100
Jl. Sei Bahilang	Tinggi	100
Jl. Gor	Tinggi	100
Jl. Selat Sunda	Tinggi	100
Jl. Selat Karimata	Tinggi	100

8. Setelah perhitungan terhadap beberapa aspek, didapat nilai total keseluruhan dari kerugian dan genangan sebagai berikut:

Tabel 4.9: Nilai total kerugian dan genangan.

Lokasi	Total Parameter Kerugian	Total Parameter Genangan	Total Keseluruhan
Jl. Sakti Lubis	255	57	312
Jl. Sei Bahilang	285	63,25	348,2
Jl. Gor	320	60	380
Jl. Selat Sunda	285	57	342
Jl. Selat Karimata	255	57	312

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan yang menjadi lokasi prioritas penanganannya dengan nilai terbesar yaitu genangan Jl. Gor dengan total nilai keseluruhan adalah 380 poin dari poin maksimum adalah 600 poin.

4.3. Analisa Hidrologi

4.3.1. Analisa Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum

Analisis frekuensi merupakan perkiraan dalam arti memperoleh probabilitas untuk terjadinya suatu peristiwa hidrologi dalam bentuk debit atau curah hujan rencana yang berfungsi sebagai dasar perhitungan perencanaan hidrologi untukantisipasi setiap kemungkinan yang akan terjadi.

Penentuan pola distribusi atau sebaran hujan dilakukan dengan menganalisa data curah hujan harian maksimum yang diperoleh dengan menggunakan analisis frekuensi. Untuk menentukan jenis sebaran yang akan digunakan dalam menetapkan periode ulang maka dicari parameter statistik dari data curah hujan wilayah baik secara normal maupun secara logaritmik. Langkah yang ditempuh adalah dengan mengurutkan data-data mulai dari terkecil sampai terbesar. Dari hasil analisis diperoleh nilai untuk masing-masing parameter statistik adalah sebagai berikut:

a. Distribusi Normal

Distribusi normal ialah sebuah fungsi probabilitas yang menunjukkan distribusi atau penyebaran suatu variabel. Berikut ialah perhitungan distribusi normal curah hujan:

Tabel 4.10: Analisa curah hujan distribusi normal.

No.	Debit Max (Xi)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
1	337	36,4	1324,96	48228,54	1755519

Tabel 4.10: Lanjutan.

No.	Debit Max (Xi)	Xi-X	$(Xi - \bar{X})^2$	$(Xi - \bar{X})^3$	$(Xi - \bar{X})^4$
2	335	34,4	1183,36	40707,58	1400341
3	335	34,4	1183,36	40707,58	1400341
4	323	22,4	501,76	11239,42	251763,1
5	320	19,4	376,36	7301,384	141646,8
6	293	-7,6	57,76	-438,976	3336,218
7	288	-12,6	158,76	-2000,38	25204,74
8	278	-22,6	510,76	-11543,2	260875,8
9	268	-32,6	1062,76	-34646	1129459
10	229	-71,6	5126,56	-367062	26281617
Jumlah (X)	3006	0	11486,4	-267506	32650104
\bar{X}	300,6				

Dari data – data diatas dapat diperoleh:

- Harga rata – rata:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i)}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{3006}{10}$$

$$\bar{X} = 300,6$$

- Standar deviasi:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{11486,4}{10-1}}$$

$$S = 35,72$$

- Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}}$$

$$Cv = \frac{35,72}{300,6}$$

$$Cv = 0,118$$

- Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum (Xi - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

$$Cs = \frac{10(-267506)}{(9)(8)35,72^3}$$

$$Cs = -0,815$$

- Koefisien Kurtois (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \sum (Xi - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)S^4}$$

$$Ck = \frac{100(32650104)}{(9)(8)35,72^4}$$

$$Ck = 2,785$$

Perhitungan analisa curah hujan dengan distribusi normal:

- Untuk periode ulang 2 tahun:

$$XT = \bar{X} + (KT \times S)$$

$$XT = 300,6 + (0 \times 35,72)$$

$$XT = 300,60 \text{ mm}$$

- Untuk periode ulang 5 tahun:

$$XT = \bar{X} + (KT \times S)$$

$$XT = 300,6 + (0,84 \times 35,72)$$

$$XT = 330,60 \text{ mm}$$

- Untuk periode ulang 10 tahun:

$$XT = \bar{X} + (KT \times S)$$

$$XT = 300,6 + (1,28 \times 35,72)$$

$$XT = 346,32 \text{ mm}$$

- Untuk periode ulang 25 tahun:

$$XT = \bar{X} + (KT \times S)$$

$$XT = 300,6 + (1,64 \times 35,72)$$

$$XT = 359,18 \text{ mm}$$

- Untuk periode ulang 50 tahun:

$$XT = \bar{X} + (KT \times S)$$

$$XT = 300,6 + (2,05 \times 35,72)$$

$$XT = 373,83 \text{ mm}$$

- Untuk periode ulang 100 tahun:

$$XT = \bar{X} + (KT \times S)$$

$$XT = 300,6 + (2,33 \times 35,72)$$

$$XT = 383,83 \text{ mm}$$

Tabel 4.11: Analisa curah hujan distribusi normal.

No.	Periode Ulang (T) Tahun	KT	\bar{X}	S	Curah Hujan (XT) mm
1	2	0	300,6	35,72	300,60
2	5	0,84	300,6	35,72	330,60
3	10	1,28	300,6	35,72	346,32
4	25	1,64	300,6	35,72	359,18
5	50	2,05	300,6	35,72	373,83
6	100	2,33	300,6	35,72	383,83

b. Distribusi Log Normal

Distribusi log normal adalah distribusi statistik nilai logaritmik dari distribusi normal terkait. Distribusi log normal dapat diterjemahkan ke distribusi normal dan sebaliknya menggunakan penghitungan logaritmik terkait. Berikut ialah perhitungan distribusi log normal intensitas curah hujan:

Tabel 4.12: Analisa curah hujan distribusi log normal.

No.	Debit Max (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	337	2,528	0,05	0,003	0,0001	0,0000
2	335	2,525	0,05	0,002	0,0001	0,0000
3	335	2,525	0,05	0,002	0,0001	0,0000
4	323	2,509	0,03	0,001	0,0000	0,0000
5	320	2,505	0,03	0,001	0,0000	0,0000
6	293	2,467	-0,01	0,000	0,0000	0,0000
7	288	2,459	-0,02	0,000	0,0000	0,0000
8	278	2,444	-0,03	0,001	0,0000	0,0000
9	268	2,428	-0,05	0,002	-0,0001	0,0000
10	229	2,360	-0,12	0,013	-0,0015	0,0002
Jumlah (X)	3006	24,750	-0,02	0,026	-0,0013	0,0002
\bar{X}	300,6	2,475				

Dari data–data diatas dapat diperoleh:

- Harga rata–rata:

$$\text{Log } \bar{X}_T = \frac{\sum_i^n \text{Log}(x_i)}{n}$$

$$\text{Log } \bar{X}_T = \frac{24,750}{10}$$

$$\text{Log } \bar{X}_T = 2,475$$

$$\bar{X}_T = 298,53 \text{ mm}$$

- Standar deviasi:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_i^n \text{Log}(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{0,027}{10-1}}$$

$$S = 0,054 \text{ mm}$$

- Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\text{Log } X}$$

$$Cv = \frac{0,054}{2,475}$$

$$Cv = 0,021$$

- Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum (Xi - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

$$Cs = \frac{10(-0,0013)}{(9)(8)0,054^3}$$

$$Cs = -1,14$$

- Koefisien Kurtois (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \sum (Xi - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)S^4}$$

$$Ck = \frac{100(0,0002)}{(9)(8)0,054^4}$$

$$Ck = 3,266$$

Perhitungan analisa curah hujan dengan distribusi Log Normal:

- Untuk (T) 2 tahun:

$$\text{Log } XT = \text{Log } \bar{X} + (KT \cdot S)$$

$$\text{Log } XT = 2,475 + (0 \times 0,054)$$

$$\text{Log } XT = 2,475$$

$$XT = 298,562 \text{ mm}$$

- Untuk (T) 5 tahun:

$$\text{Log } XT = \text{Log } \bar{X} + (KT \cdot S)$$

$$\text{Log } XT = 2,475 + (0,84 \times 0,054)$$

$$\text{Log } XT = 2,478$$

$$XT = 331,432 \text{ mm}$$

- Untuk (T) 10 tahun:

$$\text{Log } XT = \text{Log } \bar{X} + (KT \cdot S)$$

$$\text{Log } XT = 2,475 + (1,28 \times 0,054)$$

$$\text{Log } XT = 2,479$$

$$XT = 350,070 \text{ mm}$$

- Untuk (T) 25 tahun:

$$\text{Log } XT = \text{Log } \bar{X} + (KT \cdot S)$$

$$\text{Log } XT = 2,475 + (1,64 \times 0,054)$$

$$\text{Log } XT = 2,480$$

$$XT = 366,096 \text{ mm}$$

- Untuk (T) 50 tahun:

$$\text{Log } XT = \text{Log } \bar{X} + (KT \cdot S)$$

$$\text{Log } XT = 2,475 + (2,05 \times 0,054)$$

$$\text{Log } XT = 2,481$$

$$XT = 385,243 \text{ mm}$$

- Untuk (T) 100 tahun:

$$\text{Log } XT = \text{Log } \bar{X} + (KT \cdot S)$$

$$\text{Log } XT = 2,475 + (2,33 \times 0,054)$$

$$\text{Log } XT = 2,482$$

$$XT = 398,891 \text{ mm}$$

Tabel 4.13: Analisa curah hujan distribusi log normal.

No.	Periode Ulang (T) Tahun	KT	Log \bar{X}	Log S	Log XT	Curah Hujan (XT) mm
1	2	0	2,475	0,054	2,475	298,562
2	5	0,84	2,475	0,054	2,520	331,432
3	10	1,28	2,475	0,054	2,544	350,070
4	25	1,64	2,475	0,054	2,564	366,096
5	50	2,05	2,475	0,054	2,586	385,243
6	100	2,33	2,475	0,054	2,601	398,891

c. Distribusi Log Person III

Metode Log Person Tipe III dapat dipakai untuk semua sebaran data tanpa harus memenuhi syarat koefisien kemencengan dan koefisien kepuncakan. Berikut ialah perhitungan curah hujan distribusi log person III:

Tabel 4.14: Analisa curah hujan distribusi log pearson III.

No.	Debit Max (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	337	2,528	0,05	0,003	0,0001	0,0000
2	335	2,525	0,05	0,002	0,0001	0,0000
3	335	2,525	0,05	0,002	0,0001	0,0000
4	323	2,509	0,03	0,001	0,0000	0,0000
5	320	2,505	0,03	0,001	0,0000	0,0000
6	293	2,467	-0,01	0,000	0,0000	0,0000
7	288	2,459	-0,02	0,000	0,0000	0,0000
8	278	2,444	-0,03	0,001	0,0000	0,0000
9	268	2,428	-0,05	0,002	-0,0001	0,0000
10	229	2,360	-0,12	0,013	-0,0015	0,0002
Jumlah (X)	3006	24,750	-0,02	0,026	-0,0013	0,0002
\bar{X}	300,6	2,475				

Dari data–data diatas dapat diperoleh:

- Harga rata–rata:

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log}(x_i)}{n}$$

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{24,750}{10}$$

$$\text{Log } \bar{X} = 2,475$$

$$\bar{X} = 298,53 \text{ mm}$$

- Standar deviasi:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \text{Log}(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{0,027}{10-1}}$$

$$S = 0,054$$

- Koefisien Kemencengan:

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

$$G = \frac{10 \sum_{i=1}^n (-0,001293)}{(10-1)(10-2)0,054^3}$$

$$G = -1,140$$

- Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\text{Log } X}$$

$$Cv = \frac{0,054}{2,475}$$

$$Cv = 0,021$$

- Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

$$Cs = \frac{10(-0,0013)}{(9)(8)0,054^3}$$

$$C_s = -1,146$$

- Koefisien Kurtois (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \sum (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)S^4}$$

$$Ck = \frac{100(0,0002)}{(9)(8)0,054^4}$$

$$Ck = 3,266$$

Perhitungan analisa curah hujan dengan distribusi Log Pearson III:

- Untuk (T) 2 tahun:

$$\text{Log } XT = \text{Log } \bar{X} + (KT \cdot S)$$

$$\text{Log } XT = 2,475 + (0,186 \times 0,054)$$

$$\text{Log } XT = 2,485$$

$$XT = 305,512 \text{ mm}$$

- Untuk (T) 5 tahun:

$$\text{Log } XT = \text{Log } \bar{X} + (KT \cdot S)$$

$$\text{Log } XT = 2,475 + (0,834 \times 0,054)$$

$$\text{Log } XT = 2,520$$

$$XT = 301,159 \text{ mm}$$

- Untuk (T) 10 tahun:

$$\text{Log } XT = \text{Log } \bar{X} + (KT \cdot S)$$

$$\text{Log } XT = 2,475 + (1,098 \times 0,054)$$

$$\text{Log } XT = 2,534$$

$$XT = 342,209 \text{ mm}$$

- Untuk (T) 25 tahun:

$$\text{Log } XT = \text{Log } \bar{X} + (KT \cdot S)$$

$$\text{Log } XT = 2,475 + (1,307 \times 0,054)$$

$$\text{Log } XT = 2,546$$

$$XT = 351,219 \text{ mm}$$

- Untuk (T) 50 tahun:

$$\text{Log } XT = \text{Log } \bar{X} + (KT \cdot S)$$

$$\text{Log } XT = 2,475 + (1,412 \times 0,054)$$

$$XT = 355,834 \text{ mm}$$

- Untuk (T) 100 tahun:

$$\text{Log } XT = \text{Log } \bar{X} + (KT \cdot S)$$

$$\text{Log } XT = 2,475 + (1,490 \times 0,054)$$

$$\text{Log } XT = 2,551$$

$$XT = 359,302 \text{ mm}$$

Tabel 4.15: Analisa curah hujan distribusi log pearson III

No.	Periode Ulang (T) Tahun	KT	Log \bar{X}	Log S	Log XT	Curah Hujan (XT) mm
1	2	0,186	2,475	0,054	2,485	305,512
2	5	0,834	2,475	0,054	2,520	331,159
3	10	1,098	2,475	0,054	2,534	342,209
4	25	1,307	2,475	0,054	2,546	351,219
5	50	1,412	2,475	0,054	2,551	355,834
6	100	1,490	2,475	0,054	2,555	359,302

d. Distribusi Gumbel

Distribusi gumbel biasanya digunakan untuk data-data nilai ekstrim, misalnya nilai ekstrim gempa, curah hujan, banjir atau suhu ekstrim. Berikut ialah perhitungan curah hujan dengan distribusi gumbel:

Tabel 4.16: Analisa curah hujan distribusi gumbel.

No.	Debit Max (Xi)	Xi-X	$(Xi - \bar{X})^2$	$(Xi - \bar{X})^3$	$(Xi - \bar{X})^4$
1	337	36,4	1324,96	48228,54	1755519
2	335	34,4	1183,36	40707,58	1400341
3	335	34,4	1183,36	40707,58	1400341
4	323	22,4	501,76	11239,42	251763,1
5	320	19,4	376,36	7301,384	141646,8
6	293	-7,6	57,76	-438,976	3336,218
7	288	-12,6	158,76	-2000,38	25204,74
8	278	-22,6	510,76	-11543,2	260875,8
9	268	-32,6	1062,76	-34646	1129459
10	229	-71,6	5126,56	-367062	26281617
Jumlah (X)	3006	0	11486,4	-267506	32650104
\bar{X}	300,6				

Dari data–data diatas dapat diperoleh:

- Harga rata–rata:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i)}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{3006}{10}$$

$$\bar{X} = 300,6$$

- Standar devisiasi:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{11486,4}{10-1}}$$

$$S = 35,724$$

- Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}}$$

$$Cv = \frac{35,72}{300,6}$$

$$Cv = 0,118$$

- Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum (Xi - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

$$Cs = \frac{10(-267506)}{(9)(8)35,72^3}$$

$$Cs = -0,0815$$

- Koefisien Kurtois (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \sum (Xi - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)S^4}$$

$$Ck = \frac{100(32650104)}{(9)(8)35,72^4}$$

$$Ck = 27,85$$

Tabel 4.17: Nilai Yn, Sn, Ytr untuk periode ulang (T) tahun.

No.	Periode Ulang	Jumlah Tahun	Yn	Sn	Ytr
1	2	10	0,4952	0,9496	0,3668
2	5	10	0,4952	0,9496	1,5004
3	10	10	0,4952	0,9496	2,251
4	25	10	0,4952	0,9496	3,1993
5	50	10	0,4952	0,9496	3,9028
6	100	10	0,4952	0,9496	4,6012

Perhitungan analisa curah hujan dengan distribusi Gumbel:

- Untuk (T) 2 tahun:

$$XT = \bar{X} + \frac{s}{sn} x (Yt - Yn)$$

$$XT = 300,6 + \frac{35,724}{0,9496} x (0,3668 - 0,4952)$$

$$XT = 295,770 \text{ mm}$$

- Untuk (T) 5 tahun:

$$XT = \bar{X} + \frac{s}{sn} x (Yt - Yn)$$

$$XT = 300,6 + \frac{35,724}{0,9496} x (1,5004 - 0,4952)$$

$$XT = 338,416 \text{ mm}$$

- Untuk (T) 10 tahun:

$$XT = \bar{X} + \frac{s}{sn} x (Yt - Yn)$$

$$XT = 300,6 + \frac{35,724}{0,9496} x (2,251 - 0,4952)$$

$$XT = 366,653 \text{ mm}$$

- Untuk (T) 25 tahun:

$$XT = \bar{X} + \frac{s}{sn} x (Yt - Yn)$$

$$XT = 300,6 + \frac{35,724}{0,9496} x (3,1993 - 0,4952)$$

$$XT = 402,328 \text{ mm}$$

- Untuk (T) 50 tahun:

$$XT = \bar{X} + \frac{s}{sn} x (Yt - Yn)$$

$$XT = 300,6 + \frac{35,724}{0,9496} x (3,9028 - 0,4952)$$

$$XT = 428,794 \text{ mm}$$

- Untuk (T) 100 tahun:

$$X_T = \bar{X} + \frac{s}{sn} x (Y_t - Y_n)$$

$$X_T = 300,6 + \frac{35,724}{0,9496} x (4,6012 - 0,4952)$$

$$X_T = 455,068 \text{ mm}$$

Tabel 4.18: Analisa curah hujan distribusi gumbel.

No	Periode Ulang	Jumlah Tahun	Yn	Sn	Ytr	\bar{X}	S	Curah Hujan (XT)
1	2	10	0,4952	0,9496	0,3668	300,6	35,724	295,770
2	5	10	0,4952	0,9496	1,5004	300,6	35,724	338,416
3	10	10	0,4952	0,9496	2,251	300,6	35,724	366,653
4	25	10	0,4952	0,9496	3,1993	300,6	35,724	402,328
5	50	10	0,4952	0,9496	3,9028	300,6	35,724	428,794
6	100	10	0,4952	0,9496	4,6012	300,6	35,724	455,068

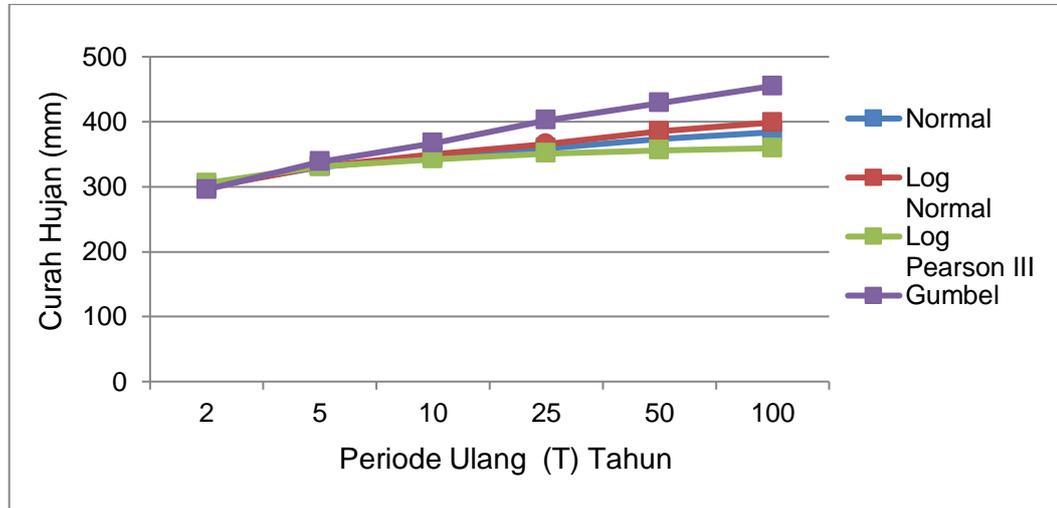
Berikut ialah rekapitulasi curah hujan maksimum dari beberapa metode analisa distribusi curah hujan yang sudah didapat. Antara lain distribusi normal, distribusi log normal, distribusi log person III dan distribusi gumbel. Perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.19: Rekapitulasi curah hujan harian maksimum.

No	Periode Ulang (T) Tahun	Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbel
1	2	300,6	298,562	305,512	295,77
2	5	330,6	331,432	331,159	338,416
3	10	346,32	350,07	342,209	366,653
4	25	359,18	366,096	351,219	402,328
5	50	373,83	385,243	355,834	428,794
6	100	383,83	398,891	359,302	455,068

Setelah didapat nilai curah hujan, kemudian dimuat dalam bentuk grafik yang berfungsi untuk menggambarkan data-data secara teliti dan

membandingkan suatu obyek yang saling berhubungan secara singkat dan jelas. Berikut ialah grafik curah hujan rencana dari beberapa Analisa frekuensi curah hujan rencana:



Gambar 4.3: Grafik curah hujan rencana.

4.3.2. Uji Kecocokan

1. Uji kecocokan dispersi

Dilakukan uji dispersi terhadap beberapa jenis distribusi frekuensi terhadap curah hujan, hasil uji dispersi adalah sebagai berikut:

Tabel 4.20: Uji kecocokan dispersi.

No	Jenis Distribusi	Syarat	Perhitungan	Keterangan
1	Normal	$Cs \approx 0$	-0,815	Tidak Memenuhi
		$Ck = 3$	2,785	Tidak Memenuhi
2	Log Normal	$Cs = 3Cv + Cv^3 = 0,063$	-1,146	Tidak Memenuhi
		$Ck = Cv = 3,007$	3,266	Tidak Memenuhi
3	Log Pearson III	$Cs \neq 0$	-1,146	Memenuhi
4	Gumbel	$Cs \approx 1,14$	-0,815	Tidak Memenuhi
		$Ck = 5,4$	27,85	Tidak Memenuhi

2. Uji kecocokan Chi kuadrat

Chi kuadrat adalah uji statistik yang digunakan untuk menguji perbedaan antara distribusi teoretis (yang diasumsikan) dan distribusi yang diamati. Uji ini umumnya digunakan dalam penelitian kuantitatif, terutama dalam penelitian kualitatif yang menggunakan data yang dapat dikategorikan.

Tujuan Uji Chi kuadrat ini untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah terpilih dapat mewakili distribusi sample data yang dianalisis. Penentuan keputusan ini menggunakan parameter X^2 , yang dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$X^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Pada pengujian uji dispersi hanya Log Pearson III yang memenuhi, maka selanjutnya hanya distribusi Log Pearson III saja yang dipakai untuk uji chi kuadrat sebagai berikut:

- Kelas (K):
 - $K = 1 + 3,322 \text{ Log } n$
 - $K = 1 + 3,322 \text{ Log } 10$
 - $K = 4,322 \approx 4$
- Derajat Kebebasan (Dk):
 - $Dk = K - (p+1)$
 - $Dk = 4 - (2+1) = 1 (5,991)$
- $O_j = \frac{n}{k} = \frac{10}{4} = 2,5$
- Kelas Distribusi:
 - Kelas distribusi = $\frac{1}{4} \times 100\% = 25\%$, maka interval distribusi adalah 25%, 50%, 75%, 100%
 - 1. Untuk probabilitas 20%:
 - $P_x = 20\%$ didapat perioda ulang (T) = $\frac{1}{P(x)} = \frac{1}{0,25} = 4$ tahun
 - 2. Untuk probabilitas 40%:
 - $P_x = 40\%$ didapat perioda ulang (T) = $\frac{1}{P(x)} = \frac{1}{0,5} = 2$ tahun
 - 3. Untuk probabilitas 60%:

$$Px = 60\% \text{ didapat perioda ulang (T)} = \frac{1}{P(x)} = \frac{1}{0,75} = 1,33 \text{ tahun}$$

4. Untuk probabilitas 80%:

$$Px = 80\% \text{ didapat perioda ulang (T)} = \frac{1}{P(x)} = \frac{1}{1} = 1 \text{ tahun}$$

- Mencari nilai curah hujan rencana periode tahun dengan nilai koefisien Skewness (Cs) = -1,146, didapat dengan melakukan interpolasi dari tabel 2.4

Tabel 4.21: Nilai curah hujan rencana periode tahun dengan nilai koefisien skewness (Cs).

T	KT	Log \bar{X}	S log X	Log XT	XT
4	0,624	2,475	0,054	2,509	322,624
2	0,185	2,475	0,054	2,485	305,485
1,33	-0,641	2,475	0,054	2,440	275,668
1	-3,115	2,475	0,054	2,307	202,670

- Uji Chi kuadrat distribusi log pearson III

Tabel 4.22: Uji chi kuadrat distribusi log pearson III.

Nilai Batas Tiap Kelas	O _i	E _i	(O _i - E _i) ²	(O _i - E _i) ² /E _i
>322,624	4	2,5	2,3	0,900
305,668 - 322,624	1	2,5	2,3	0,900
275,668 - 305,485	3	2,5	0,3	0,100
202,670 - 275,668	2	2,5	0,3	0,100
Jumlah	10	10	5,0	2,000

Dengan menggunakan taraf nyata pengujian (α) = 0,05 atau setara 5% dan DK = 1, dari Tabel 2.5 diperoleh distribusi chi kudrat = sebesar 3,841. Dari hasil perhitungan diatas didapatkan X^2 hitung sebesar $2,00 < X^2$ tabel = 3,841, sehingga dapat diambil keputusan bahwa metode yang dipakai untuk pemilihan curah hujan rencana yaitu metode distribusi Log Pearson III dan sudah memenuhi syarat.

4.3.3. Intensitas Curah Hujan Jam–jaman

Tabel 4.23: Intensitas curah hujan jam–jaman.

T(Menit)	T(Jam)	Periode Ulang					
		2	5	10	25	50	100
5	0,083	555,15 2	601,75 6	621,83 5	638,20 7	646,59 3	652,89 5
10	0,167	349,72 4	379,08 2	391,73 2	402,04 5	407,32 8	411,29 8
20	0,333	220,31 2	238,80 7	246,77 5	253,27 3	256,60 1	259,10 2
40	0,667	138,78 8	150,43 9	155,45 9	159,55 2	161,64 8	163,22 4
60	1	105,91 5	114,80 6	118,63 7	121,76 1	123,36 1	124,56 3
120	2	66,722	72,324	74,737	76,705	77,712	78,470
180	3	50,919	55,193	57,035	58,537	59,306	59,884
240	4	42,032	45,561	47,081	48,321	48,956	49,433
300	5	36,222	39,263	40,573	41,642	42,189	42,600
360	6	32,077	34,770	35,930	36,876	37,360	37,724
420	7	28,944	31,374	32,421	33,274	33,712	34,040
480	8	26,479	28,702	29,659	30,440	30,840	31,141
540	9	24,479	26,534	27,419	28,141	28,511	28,789
600	10	22,819	24,734	25,560	26,233	26,577	26,836
660	11	21,414	23,212	23,986	24,618	24,941	25,184
720	12	20,207	21,903	22,634	23,230	23,535	23,765

Salah satu contoh perhitungan periode ulang (T) Tahun analisa intensitas curah hujan distribusi log pearson III diatas sebagai berikut:

- Untuk periode ulang (T) 2 tahun:

$$I = \frac{R24}{24} = \left(\frac{24}{Tc}\right)^{2/3}$$

$$I = \frac{305,512}{24} = \left(\frac{24}{0,083}\right)^{2/3}$$

$$I = 555,152 \text{ mm/jam}$$

- Untuk periode ulang (T) 5 tahun:

$$I = \frac{R24}{24} = \left(\frac{24}{Tc}\right)^{2/3}$$

$$I = \frac{331,159}{24} = \left(\frac{24}{0,083} \right)^{2/3}$$

$$I = 601,756 \text{ mm/jam}$$

- Untuk periode ulang (T) 10 tahun:

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

$$I = \frac{342,209}{24} = \left(\frac{24}{0,083} \right)^{2/3}$$

$$I = 621,835 \text{ mm/jam}$$

- Untuk periode ulang (T) 25 tahun:

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

$$I = \frac{351,219}{24} = \left(\frac{24}{0,083} \right)^{2/3}$$

$$I = 638,207 \text{ mm/jam}$$

- Untuk periode ulang (T) 50 tahun:

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

$$I = \frac{355,834}{24} = \left(\frac{24}{0,083} \right)^{2/3}$$

$$I = 646,593 \text{ mm/jam}$$

- Untuk periode ulang (T) 100 tahun:

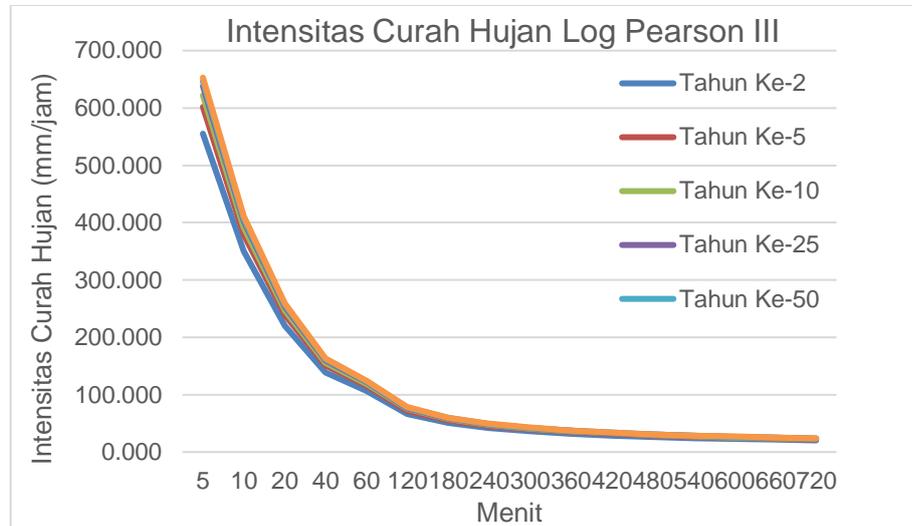
$$I = \frac{R_{24}}{24} = \left(\frac{24}{T_c} \right)^{2/3}$$

$$I = \frac{359,302}{24} = \left(\frac{24}{0,083} \right)^{2/3}$$

$$I = 652,895 \text{ mm/jam}$$

Setelah didapat nilai intensitas curah hujan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahun dengan metode Log-Person III, kemudian dimuat dalam bentuk grafik untuk menggambarkan data-data dalam bentuk angka data kuantitatif secara teliti dan menerangkan perkembangan serta perbandingan suatu obyek ataupun

peristiwa yang saling berhubungan secara singkat dan jelas. Berikut adalah kurva IDR dari analisa frekuensi Log-Person III:



Gambar 4.4: Grafik intensitas curah hujan jam – jaman.

4.4. Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana merupakan debit maksimum rencana di sungai atau bangunan air lainnya dengan periode ulang tertentu yang dapat dialirkan oleh saluran tersebut tanpa membahayakan lingkungan sekitar dan stabilitas saluran tersebut. Debit rencana tersebut dilakukan dengan menganalisis data curah hujan maksimum pada stasiun curah hujan kemudian melakukan pengamatan dan pengukuran langsung dilokasi saluran drainase tersebut.

4.4.1. Waktu Konsentrasi (Tc) dan Kemiringan Saluran

Waktu konsentrasi (Tc) adalah waktu yang dibutuhkan saat air hujan pada titik awal hulu saluran sampai dengan pada titik hilir saluran. Terlebih dahulu menghitung kemiringan dari hulu ke hilir dari saluran terjauh (t1) yaitu:

Menghitung kemiringan titik 1 (Jl. Sakti Lubis):

$$S = \frac{\text{elevasi hulu} - \text{elevasi Hilir}}{L}$$

$$S = \frac{18 - 17}{122}$$

$$S = 0,008$$

Harga t_c ditentukan oleh panjang saluran yang dilalui aliran dan kemiringan saluran. Besarnya nilai T_c dapat dihitung dengan beberapa rumus salah satunya rumus Kirpich yaitu:

Menghitung waktu konsentrasi (T_c) titik 1 (Jl. Sakti Lubis):

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

$$T_c = 0,0195 \times 122^{0,77} \times 0,008^{-0,385}$$

$$T_c = 0,948 \text{ jam}$$

4.4.2. Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran adalah suatu variabel yang didasarkan pada kondisi daerah pengaliran dan karakteristik hujan yang jatuh di daerah tersebut. Adapun kondisi dan karakteristik yang dimaksud adalah:

1. Kondisi hujan
2. Luas dan bentuk daerah pengaliran
3. Kemiringan daerah aliran dan kemiringan dasar sungai
4. Daya infiltrasi dan perklasi tanah
5. Suhu udara dan angin serta evaporasi
6. Tata guna lahan

Dalam hal ini telah ditentukan nilai dari koefisien limpasan terhadap kondisi karakter permukaannya yaitu:

Tabel 4.24: Nilai koefisien *run off* (Wesli, 2008).

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

4.4.3. Analisis Intensitas Curah Hujan (I)

Selanjutnya untuk menghitung saluran drainase, diperlukan perhitungan intensitas curah hujan yang akan digunakan untuk menghitung debit banjir. Untuk drainase jalan raya sudah ada ketentuan pada tabel yaitu menggunakan periode ulang 5 tahun. Perhitungan Intensitas curah hujan ini menggunakan rumus Monorobe sebagai berikut:

Intensitas Curah Hujan titik 1 (Jl. Sakti Lubis):

$$I = \frac{R^{24}}{24} \left(\frac{24}{T_c} \right)^{2/3}$$

$$I = \frac{331,159}{24} \left(\frac{24}{0,948} \right)^{2/3}$$

$$I = 118,967 \text{ mm/jam}$$

Tabel 4.25: Nilai Intensitas curah hujan 5 tahun pada titik banjir Kelurahan Mandailing.

No	Lokasi	Elevasi Hulu	Elevasi Hilir	L Saluran (m)	S	Tc (jam)	I (mm/jam)
1	Jl. Sakti Lubis	18	17	122	0,008	0,948	118,967
2	Jl. Sei Bahilang	20	18	162	0,012	1,162	107,337
3	Jl. Gor	18	17	127	0,08	0,960	117,974
4	Jl. Selat Sunda	19	18	187	0,005	1,340	94,456
5	Jl. Selat Karimata	19	18	114	0,009	0,917	121,634

4.4.4. Perhitungan Debit Banjir Rencana (Q)

Perhitungan debit banjir rencana yang digunakan dalam penelitian ini ialah menggunakan metode debit banjir rasional dengan periode ulang 5 tahun:

Debit banjir rencana titik 1 (Jl. Sakti Lubis):

$$Q = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$Q = 0,00278 \times 0,8 \times 188,967 \times 0,54$$

$$Q = 0,1429 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dengan demikian didapat nilai debit banjir pada lima titik lokasi diantaranya Jl. Sakti Lubis, Jl. Sei Bahilang, Jl. Gor, Jl. Selat Sunda, Jl. Selat Karimata. Berikut tabel debit banjir 5 titik lokasi:

Tabel 4.26: Nilai debit rencana hujan 5 tahun pada titik banjir Kelurahan Mandailing.

Lokasi	A (Ha)	C	I Hujan(mm/jam)	Q Banjir(m^3/detik)
Jl. Sakti Lubis	0,54	0,8	118,967	0,1429
Jl. Sei Bahilang	1,1	0,8	107,337	0,2626
Jl. Gor	0,64	0,8	117,525	0,1669
Jl. Selat Sunda	0,62	0,8	94,456	0,1302
Jl. Selat Karimata	0,54	0,8	121,634	0,1461

4.5. Analisa Hidrolika

4.5.1. Analisa Kapasitas Drainase

a. Penampang Drainase Persegi (saluran 1, Jl. Sakti Lubis)

- luas penampang (A):

$$A = b \times h$$

$$A = 0,28 \times 0,30$$

$$A = 0,084 \text{ m}^2$$

- Keliling basah (P) :

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

$$P = 0,28 + (2 \times 0,30)$$

$$P = 0,880 \text{ m}$$

- Jari jari hidrolis (R):

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

$$R = \frac{0,084}{0,880}$$

$$R = 0,095 \text{ m}$$

- Kecepatan aliran (V) :

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

$$V = \frac{1}{0,013} (0,095)^{2/3} (0,008)^{1/2}$$

$$V = 1,460 \text{ m/detik}$$

- Debit saluran (Q):

$$Q = A \times V$$

$$Q = 0,084 \times 1,460$$

$$Q = 0,1226 \text{ m}^3/\text{detik}$$

b. Penampang Drainase Trapesium (saluran 2, Jl. Sei Bahilang)

- Luas penampang (A):

$$A = (B + mh) \times h$$

$$A = (0,6 + 1 \times 0,45) \times 0,45$$

$$A = 0,070 \text{ m}^2$$

- Keliling basah (P) :

$$P = B + 2h \times (m^2 + 1)^{0,5}$$

$$P = 0,6 + 2(0,45) \times (0,013^2 + 1)^{0,5}$$

$$P = 1,500 \text{ m}$$

- Jari jari hidrolis (R):

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

$$R = \frac{0,271}{1,500}$$

$$R = 0,181 \text{ m}$$

- Kecepatan aliran (V) :

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

$$V = \frac{1}{0,013} (0,181)^{2/3} (0,012)^{1/2}$$

$$V = 3,081 \text{ m/detik}$$

- Debit saluran (Q):

$$Q = A \times V$$

$$Q = 0,271 \times 3,018$$

$$Q = 0,8179 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dengan demikian didapat nilai kapasitas saluran eksiting pada lima titik lokasi diantaranya Jl. Sakti Lubis, Jl. Sei Bahilang, Jl. Gor, Jl. Selat Sunda, Jl. Selat Karimata. Berikut tabel debit kapasitas drainase 5 titik lokasi:

Tabel 4. 27. Nilai kapasitas saluran eksiting pada titik banjir Kelurahan Mandailing

Notasi	Jl. Sakti Lubis	Jl. Sei Bahilang	Jl. Gor	Jl. Selat Sunda	Jl. Selat Karimata
h (m)	0,30	0,45	0,29	0,3	0,48
B (m)	0,28	0,6	0,32	0,32	0,38
A (m ²)	0,0840	0,271	0,0930	0,096	0,1820
P (m)	0,8800	1,500	0,9000	0,92	1,3400
R (m)	0,0950	0,181	0,1030	0,104	0,1360
N	0,0130	0,013	0,0130	0,013	0,0130
S	0,0080	0,012	0,0080	0,005	0,0050
V (m ³ /detik)	1,4600	3,018	1,7600	1,224	1,2240
Q (m ³ /detik)	1,1226	0,8179	0,1634	0,1175	0,1341

Setelah diperoleh nilai kapasitas saluran eksiting dan nilai debit banjir pada lima titik lokasi diantaranya Jl. Sakti Lubis, Jl. Sei Bahilang, Jl. Gor, Jl. Selat Sunda, Jl. Selat Karimata. Maka dapat dilihat perbandingannya pada tabel berikut :

Tabel 4.28: Nilai perbandingan debit banjir rencana dengan kapasitas saluran eksiting.

Lokasi	Q Banjir (m^3 /detik)	Q Saluran (m^3 /detik)	Keterangan
Jl. Sakti Lubis	0,1429	0,1226	Tidak Aman
Jl. Sei Bahilang	0,2626	0,8179	Aman
Jl. Gor	0,1699	0,1634	Tidak Aman
Jl. Selat Sunda	0,1302	0,1175	Tidak Aman
Jl. Selat Karimata	0,1461	0,1341	Tidak Aman

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Akhir dari penulisan tugas akhir yang berjudul Evaluasi Sistem Saluran Drainase pada Kelurahan Mandailing, Kecamatan Tebing Tinggi Kota, Kota Tebing Tinggi, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dipilih Metode Log Pearson III periode ulang 5 tahun dengan hasil intensitas curah hujan sebagai berikut:
 - Jl. Sakti Lubis: $52,433 \text{ mm/jam}$
 - Jl. Sei Bahilang: $41,774 \text{ mm/jam}$
 - Jl. Gor: $45,037 \text{ mm/jam}$
 - Jl. Selat Sunda: $45,245 \text{ mm/jam}$
 - Jl. Selat Karimata: $41,592 \text{ mm/jam}$
2. Kemudian, didapat debit banjir rencana dengan menggunakan metode rasional sebagai berikut:
 - Jl. Sakti Lubis: $0,1429 \text{ m}^3/\text{detik}$
 - Jl. Sei Bahilang: $0,2626 \text{ m}^3/\text{detik}$
 - Jl. Gor: $0,1699 \text{ m}^3/\text{detik}$
 - Jl. Selat Sunda: $0,1302 \text{ m}^3/\text{detik}$
 - Jl. Selat Karimata: $0,1461 \text{ m}^3/\text{detik}$
3. Dapat diketahui bahwa dari lima titik banjir hanya saluran eksisting Jl. Sei bahilang yang dapat menampung debit banjir rencana. Berikut nilai debit saluran eksisting:
 - Jl. Sakti Lubis: $0,1226 \text{ m}^3/\text{detik}$
 - Jl. Sei Bahilang: $0,8179 \text{ m}^3/\text{detik}$
 - Jl. Gor: $0,1634 \text{ m}^3/\text{detik}$
 - Jl. Selat Sunda: $0,1175 \text{ m}^3/\text{detik}$
 - Jl. Selat Karimata: $0,1341 \text{ m}^3/\text{detik}$

5.2. Saran

1. Perlunya kesadaran masyarakat Kelurahan Mandailing dan pihak instansi pemerintah yang terkait akan pentingnya fungsi drainase supaya menjaga keberadaannya agar drainase bekerja dengan semaksimal mungkin sehingga meminimalisir terjadinya banjir di wilayah tersebut.
2. Berpendapat dari hasil penelitian, diketahui bahwa perlunya membuat kapasitas saluran eksiting yang lebih besar. Sebab, kapasitas saluran eksiting yang sekarang tidak dapat menampung debit banjir. Hal ini sangat penting, agar banjir dapat di tangani pada Kelurahan Mandailing, Kecamatan Tebing Tinggi Kota, Kota Tebing Tinggi
3. Hasil penelitian tugas akhir ini diharapkan menjadi masukan yang berguna bagi semua pihak dalam proses pengambilan keputusan untuk kepentingan perencanaan dan perbaikan sistem saluran drainase yang berkelanjutan khususnya pada daerah Kelurahan Mandailing, Kecamatan Tebing Tinggi Kota, Kota Tebing Tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu Bakar, B. (2019). Analisis Pengendalian Air Permukaan Di Bawah Fly Over Dengan Sistem Drainase Terpadu Pada Kasus Ruas Jalan Mekar Mukti – Cibarusah Dengan Pendekatan Model Hidrolik Eksperimen Laboratorium. *Techno-Socio Ekonomika*, 12(1), 34–46. <https://doi.org/10.32897/techno.2019.12.1.4>
- Agustama Maha, F., & Lukman, A. (2020). Perencanaan Penampang Saluran Drainase Di Desa Tumpatan Nibung Batang Kuis Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara. *Cetak) Buletin Utama Teknik*, 16(1), 1410–4520. Retrieved from <http://id.wikipedia.org/wiki/Hidrologi>
- Ardyansyah, S., Wibowo, H., Gunarto, D., Teknik, J., Fakultas, S., Universitas, T., ... Pontianak, U. T. (2020). Kajian Drainase Perkotaan, Studi Kasus Saluran Drainase Jalan MT Haryono. *Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 7(3), 1–10.
- Arofat, M. (2021). Siklus Hidrologi: Pengertian, Proses, Komponen, Macam. Retrieved from Thehorbalsla.com website: <https://thegorbalsla.com/siklus-hidrologi/>
- Fairizi, D. (2015). Analisis dan Evaluasi Saluran Drainase Pada Kawasan Perumnas Talang Kelapa dan di Subdas Lambidaro Kota Palembang. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 3(1), 755–765.
- Haikal, A., & Siregar, A. (2021). *Analisis Dimensi Saluran Drainase Pada Kawasan Kelurahan Simpang Selayang Kecamatan Medan Tuntungan Kota Medan (Studi Kasus)*. 1(November), 1–13.
- Hidayat, A. K., & Empung. (2016). Analisis Curah Hujan Efektif Dan Curah Hujan Dengan Berbagai Periode Ulang Untuk Wilayah Kota Tasikmalaya Dan Kabupaten Garut. *Jurnal Siliwangi*, 2(2), 121–126.
- Jifa, A. N., Susanaati, L. D., Tunggul, A., Haji, S., Pertanian, T., Brawijaya, U., ... Kunci, K. (2019). Evaluasi Saluran Drainase di Jalan Gajayana dan Jalan Sumbersari Kota Malang. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 6(1), 9–17.
- Komang, N., Kartika, S., Muliawan, I. W., Sagung, A. A., & Rahadian, D. (2018). Evaluasi Fungsi Saluran Drainase Terhadap Kondisi Jalan Gunung Rinjani Di Wilayah Kecamatan Denpasar Barat. *WICAKSANA: Jurnal Lingkungan & Pembangunan*, 2(1), 17–24.
- Krisnayanti, D. S., Hunggurami, E., & Dhima-wea, K. N. (2017). Perencanaan Drainase Kota Seba. *Jurnal Teknik Sipil*, VI(1), 89–102.
- Lukman, A. (2018). Evaluasi Sistem Drainase Di Kecamatan Helvetia Kota Medan. *Cetak) Buletin Utama Teknik*, 13(2), 1410–4520.

- Mulyono, D. (2016). Analisis Karakteristik Curah Hujan Di Wilayah Kabupaten Garut Selatan. *Jurnal Konstruksi*, 12(1), 1–9. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.12-1.274>
- Nana, D., & Elin, H. (2018). Memilih Metode Penelitian Yang Tepat: Bagi Penelitian Bidang Ilmu Manajemen. *Jurnal Ilmu Manajemen*, 5(1), 288. Retrieved from <https://jurnal.unigal.ac.id/index.php/ekonologi/article/view/1359>
- Nur'aini, R. D. (2020). Penerapan Metode Studi Kasus Yin Dalam Penelitian Arsitektur Dan Perilaku. *INERSIA: LNformasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 16(1), 92–104. <https://doi.org/10.21831/inersia.v16i1.31319>
- Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor : P. 32/MENHUT-II/2009. (2009). *Menteri Kehutanan Republik Indonesia*.
- Prayuda, D. D. (2015). Analisis Karakteristik Intensitas Hujan di Wilayah Lereng Gunung Merapi. *Jurnal Rekayasa Insfrastruktur*, 1, 14–19. Retrieved from <https://rekayasainfrastruktur.unwir.ac.id/index.php/jri/article/view/52>
- PUPR, K. (2014). LAMPIRAN 1. PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM NOMOR 12/PRT/M/2014 TENTANG PENYELENGGARAAN SISTEM DRAINASE PERKOTAAN. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85(1), 2071–2079.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan* (1st ed.). Yogyakarta: Andi Offset.
- Suryaman, H., & Kusnan, H. (2013). Evaluasi Sistem Drainase Kecamatan Ponorogo Kabupaten Ponorogo. *Evaluasi Sistem Drainase Kecamatan Ponorogo Kabupaten Ponorogo*, 02, 0–07.
- Tiwery, C. J., & Tani, Y. A. (2022). Analisa Faktor Penyebab Terjadinya Limpasan Air Pada Saluran Drainase Di Desa Leksula, Kabupaten Buru Selatan, Menggunakan Program EPA SWMM. *Jurnal Manumarta*, 8(2), 106–114.
- Tommy, Mananoma, T., & Tanudjaja, L. (2015). Analisis Debit Banjir di Sungai Tondano Berdasarkan Simulasi Curah Hujan Rencana. *Jurnal TEKNO*, 13(63), 52–59.
- Triadmodjo, B. (2010). *Hidrologi Terapan*. Beta Offset.
- Wesli. (2008). *Drainase Perkotaan*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3331.8162>
- Wibowo, A., Widyatmoko, M. Y., Darsono, S., & ... (2014). Perencanaan Saluran Drainase Kawasan Oasis PT. Djarum Kudus Di Kabupaten Kudus. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 3(1), 79–86. Retrieved from <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkts/article/view/4566>
- Widodo, E., & Ningrum, D. (2015). Evaluasi Sistem Jaringan Drainase Permukiman Soekarno Hatta Kota Malang dan Penanganannya. *Jurnal Ilmu-*

Ilmu Teknik, 11(3), 1–9. Retrieved from
<http://sistem.wisnuwardhana.ac.id/index.php/sistem/article/view/9/9>

LAMPIRAN

1. Foto Dokumentasi



Gambar L-1: Mengukur lebar atas saluran drainase



Gambar L-2: Mengukur kedalaman saluran drainase



Gambar L-3: Kerusakan pada saluran eksisting



Gambar L-4: Wawancara dengan masyarakat Kelurahan Mandailing



Gambar L-5: Wawancara dengan masyarakat Kelurahan Mandailing



Gambar L-6: Wawancara dengan masyarakat Kelurahan Mandailing



Gambar L-7: Wawancara dengan masyarakat Kelurahan Mandailing

2. Kuesioner

Kuesioner Masyarakat Kelurahan Mandailing	
Biografi	
Nama:	Khusnul Hanappi
Alamat:	Jl. Setek Karamata, Kota Bangun Bang
Usia:	35 Tahun
Lama tinggal di Kel. Mandailing:	70 Tahun
Penyakit: Mengena Bang di Kel. Mandailing	
Frekuensi banjir dalam setahun (kali):	2 kali
Kedalaman banjir (cm):	sekitar 1 meter
Lama banjir (jam):	sekitar 5 jam
Penyebab terjadinya banjir:	- banjir lokal - sampah di pingir

Gambar L-8: Kuesioner dengan masyarakat Kelurahan Mandailing

Kuesioner Masyarakat Kelurahan Mandailing	
Biografi	
Nama:	M. Fauzi
Alamat:	Jl. Gurur
Usia:	34 tahun
Lama tinggal di Kel. Mandailing:	34 tahun
Pendapat Mengenai Banjir di Kel. Mandailing	
Frekuensi banjir dalam setahun (kali):	Kira-kira 3 kali
Kedalaman banjir (m):	Kurang lebih 1,4 m
Lama banjir (jam):	Kurang lebih 6 jam
Penyebab terjadinya banjir:	- Sampah yang dibuang sembarangan - Hygiene lingkungan

Kuesioner Masyarakat Kelurahan Mandailing	
Biografi	
Nama:	Asriah Lela
Alamat:	Jl. Selat Garuda
Usia:	67 tahun
Lama tinggal di Kel. Mandailing:	37 tahun
Pendapat Mengenai Banjir di Kel. Mandailing	
Frekuensi banjir dalam setahun (kali):	Kurang lebih 2 kali
Kedalaman banjir (m):	Kurang lebih 1,2 m
Lama banjir (jam):	Kurang lebih 5 jam
Penyebab terjadinya banjir:	- Sampah rumah dan tidak pernah dibersihkan

Gambar L-9: Kuesioner dengan masyarakat Kelurahan Mandailing

Kuesioner Masyarakat Kelurahan Mandailing	
Biografi	
Nama:	Murnani
Alamat:	Jl. Sidi Lela, Kela Telang Ingg
Usia:	46 tahun
Lama tinggal di Kel. Mandailing:	26 tahun
Pendapat Mengenai Banjir di Kel. Mandailing	
Frekuensi banjir dalam setahun (kali):	Kira-kira 2 kali
Kedalaman banjir (m):	1 m
Lama banjir (jam):	Kurang lebih 6 jam
Penyebab terjadinya banjir:	- Parit tersumbat - Bangkai sampah di parit

Kuesioner Masyarakat Kelurahan Mandailing	
Biografi	
Nama:	Wati Husnah
Alamat:	Jl. Sri Belalang, Kela Telang Ingg
Usia:	18 tahun
Lama tinggal di Kel. Mandailing:	18 tahun
Pendapat Mengenai Banjir di Kel. Mandailing	
Frekuensi banjir dalam setahun (kali):	Kira-kira 2 kali
Kedalaman banjir (m):	Kurang lebih 0,9 m
Lama banjir (jam):	Kurang lebih 5 jam-an
Penyebab terjadinya banjir:	- Parit tidak bisa menampung air

Gambar L-10: Kuesioner dengan masyarakat Kelurahan Mandailing

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama Lengkap : Muhammad Gilang Ferzi Bahri
Tempat, Tanggal Lahir : Tebing Tinggi, 28 Mei 2000
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Alamat : Jl. Dr. Kumpulan Pane, Kota Tebing Tinggi
Agama : Islam
No. HP : 081375129610
Email : gilangbahrii28@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1807210081
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri No. 3, Medan

PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun
Sekolah Dasar	SDS Perg. Inti Nusantara	2012
Sekolah Menengah Pertama	SMPN 1 Tebing Tinggi	2015
Sekolah Menengah Atas	SMAN 1 Tebing Tinggi	2018
Perguruan Tinggi	UMSU	2018-selesai