

TUGAS AKHIR

**ANALISIS SISTEM SALURAN DRAINASE DI KAWASAN SUNGAI
SERUWAI KELURAHAN PULO BRAYAN DARAT I KECAMATAN
MEDAN TIMUR KOTA MEDAN**

(Studi Kasus)

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh Gelar

Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Disusun Oleh :

Ahmad Raihan Haiqal Siregar

2107210111



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

MEDAN

2025

LEMBAR ASISTENSI PERSETUJUAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Ahmad Raihan Haiqal Siregar

NPM : 2107210111

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Sistem Saluran Drainase di Kawasan Sungai Seruwai
Kelurahan Pulo Brayan Darat I Kecamatan Medan Timur Kota
Medan

Bidang Ilmu : Transportasi

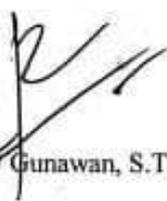
Telah berhasil ditampilkan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 17 September 2025

Disetujui Untuk Disampaikan

Kepada Panitia Ujian:

Dosen Pembimbing:


Randy Gunawan, S.T., M.Si.

**LEMBAR
PENGESAHAN**

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Ahmad Raihan Haiqal Siregar

NPM : 2107210111

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Sistem Saluran Drainase di Kawasan Sungai Seruwai
Kelurahan Pulo Brayan Darat I Kecamatan Medan Timur Kota
Medan

Bidang Ilmu : Transportasi

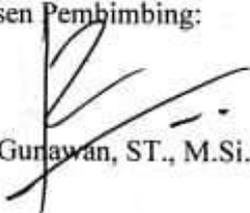
Telah berhasil ditampilkan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 17 September 2025

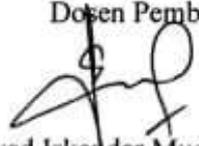
Disetujui Untuk Disampaikan

Kepada Panitia Ujian:

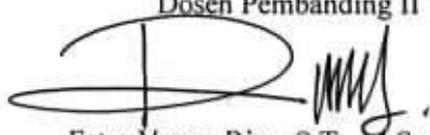
Dosen Pembimbing:


Randy Gunawan, ST., M.Si.

Dosen Pembanding I


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

Dosen Pembanding II


Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc., Ph.D

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Ahmad Raihan Haiqal Siregar
Tempat, Tanggal Lahir	: Medan, 01 Januari 2003
NPM	: 2107210111
Fakultas	: Teknik
Program Studi	: Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul: "Analisis Sistem Saluran Drainase di Kawasan Sungai Seruwai Kelurahan Pulo Brayon Darat I Kecamatan Medan Timur Kota Medan"

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

Bila kemudian hari diduga kuat ada tidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya siap diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan atau keserjanaan saya.

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

Medan, 17 September 2025

Saya yang menyatakan dibawah ini



Ahmad Raihan Haiqal Siregar

ABSTRAK

ANALISIS SISTEM SALURAN DRAINASE DI KAWASAN SUNGAI SERUWAI KELURAHAN PULO BRAYAN DARAT I KECAMATAN MEDAN TIMUR KOTA MEDAN

Ahmad Raihan Haiqal Siregar

2107210111

Randy Gunawan, ST., M.Si.

Penelitian ini menganalisis sistem saluran drainase di kawasan Sungai Seruwai, Kelurahan Pulo Brayan Darat I, Kecamatan Medan Timur, Kota Medan, yang kerap mengalami genangan dan banjir saat musim hujan. Tujuan penelitian adalah menghitung debit banjir rencana dan mengevaluasi kapasitas saluran agar dapat menampung limpasan air hujan, serta memberikan rekomendasi perbaikan. Metode yang digunakan meliputi pengumpulan data primer berupa survei kondisi saluran eksisting dan data sekunder berupa curah hujan maksimum harian 10 tahun (2015–2024) dari BMKG. Analisis hidrologi dilakukan dengan distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson III, dan Gumbel untuk menentukan curah hujan rencana, sedangkan analisis hidrolika dilakukan untuk menilai kapasitas penampang saluran menggunakan persamaan Manning. Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas daerah tangkapan air (catchment area) sebesar 0,013 km² dengan koefisien pengaliran 0,70–0,95. Debit banjir rencana yang diperoleh melebihi kapasitas beberapa saluran eksisting, sehingga diperlukan peningkatan dimensi saluran dan normalisasi saluran untuk mengurangi risiko banjir. Rekomendasi perbaikan meliputi pelebaran saluran, perbaikan kemiringan, pembersihan sedimen, serta pengelolaan sampah agar aliran tetap lancar.

Kata kunci: drainase, debit banjir rencana, hidrologi, hidrolika, Sungai Seruwai, Medan Timur.

ABSTRAK

ANALISIS SISTEM SALURAN DRAINASE DI KAWASAN SUNGAI SERUWAI KELURAHAN PULO BRAYAN DARAT I KECAMATAN MEDAN TIMUR KOTA MEDAN

Ahmad Raihan Haiqal Siregar

2107210111

Randy Gunawan, ST., M.Si.

This study analyzes the drainage channel system in the Sungai Seruwai area, Pulo Brayan Darat I Sub-district, Medan Timur District, Medan City, which frequently experiences flooding during the rainy season. The objectives are to calculate the design flood discharge, evaluate the channel capacity to accommodate stormwater runoff, and provide improvement recommendations. The research employed primary data from field surveys of existing channel conditions and secondary data of maximum daily rainfall over a 10-year period (2015–2024) obtained from the Indonesian Meteorological Agency (BMKG). Hydrological analysis was performed using Normal, Log-Normal, Log-Pearson III, and Gumbel distributions to determine the design rainfall, while hydraulic analysis applied Manning's equation to assess channel cross-section capacity. The results show a catchment area of 0,013 km² with a runoff coefficient ranging from 0.70 to 0.95. The calculated design flood discharge exceeds the capacity of several existing channels, indicating the need for dimensional upgrades and channel normalization to reduce flood risk. Recommended measures include widening the channel, adjusting its slope, removing sediment deposits, and improving waste management to maintain unobstructed flow.

Keywords: drainage, design flood discharge, hydrology, hydraulics, Sungai Seruwai, Medan Timur.

KATA PENGANTAR

Assalamu'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah rabbil'alamin, segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT. yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang Analisis Sistem Saluran Drainase di Kawasan Sungai Seruwai Kelurahan Pulo Brayon Darat I Kecamatan Medan Timur Kota Medan (Studi Kasus) sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Bapak Randy Gunawam, ST., M.Si., selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Sayed Iskandar Muda, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing II, yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Josef Hadipramana, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku ketua program studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

8. Terima kasih yang teristimewa sekali kepada Ayah tercinta Safruddin Siregar, SH. dan Ibu tercinta Heni Rustati, S.T., M.Si. yang telah bersusah payah mendidik dan membiayai penulis serta menjadi penyemangat penulis serta senantiasa mendoakan penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan studinya. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Semoga Tugas Akhir bisa memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi penulis dan juga bagi teman-teman mahasiswa Teknik Sipil khususnya. Aamiin.

Wassalamu'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 17 September 2025



Ahmad Raihan Haiqal Siregar

DAFTAR ISI

LEMBAR ASISTENSI PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Drainase	5
2.2 Jenis-Jenis Drainase	6
2.3 Fungsi Drainase	9
2.4 Sistem Drainase	10
2.5 Bentuk Saluran Drainase	11
2.6 Pola Jaringan Drainase	13
2.7 Banjir	15
2.8 Analisis Hidrologi	16
2.9 Siklus Hidrologi	17
2.10 Macam-Macam Siklus Hidrologi	19
2.11 Frekuensi Curah Hujan	22
2.12 Uji Kecocokan Distribusi	28
2.13 Intensitas Curah Hujan	31
2.14 Koefisien Pengaliran	32
2.15 Debit Banjir	33
2.16 Waktu Konsentrasi	33

2.17 Analisis Hidrolika	34
2.18 Dimensi Saluran	37
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	40
3.1 Bagan Alir penelitian	40
3.2 Lokasi Penelitian	41
3.3 Kondisi Umum Dan Letak Geografis Lokasi Penelitian	42
3.4 Metode Penelitian	43
3.5 Teknik Pengumpulan Data	43
3.6 Pengolahan Data	44
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Input Data	45
4.2 Luas Daerah Tangkapan Air (DAS)	46
4.3 Analisa Hidrologi	51
4.4 Pemilihan Jenis Sebaran	64
4.5 Pengujian Keselarasan Sebaran	64
4.6 Hasil Pengujian Dan Distribusi Frekuensi Yang Terpilih	70
4.7 Debit Banjir Rancangan	70
4.8 Analisa Hidrolika	74
4.9 Perhitungan Kapasitas Saluran	74
4.10 Upaya Penanggulangan Air atau Banjir	79
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	83
5.1 Kesimpulan	83
5.2. Saran	84
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN	87

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai koefisien untuk Distribusi Normal	23
Tabel 2.2 Nilai koefisien untuk Distribusi Log Normal	23
Tabel 2.3 Faktor k untuk sebaran Log Pearson III	26
Tabel 2.4 Reduced mean (Y_n)	27
Tabel 2.5 Reduced standard deviasi (S_n)	27
Tabel 2.6 Reduced variate (Y_1)	28
Tabel 2.7 Nilai kritis untuk distribusi Chi-Square.	30
Tabel 2.8 Koefisien Pengaliran (C)	32
Tabel 2.9 Koefisien Kekasaran Manning	38
Tabel 2.10 Nilai Kemiringan Dinding Saluran Sesuai Bahan	39
Tabel 4. 1 Data curah hujan harian maksimum stasiun geofisika Sampali	46
Tabel 4. 2 Elevasi Jalan Di Saluran Primer I	46
Tabel 4. 3 Elevasi Jalan Di Saluran Primer II	47
Tabel 4. 4 Elevasi Jalan Di Saluran Primer II	48
Tabel 4. 5: Analisis Curah Hujan Distribusi Normal	51
Tabel 4. 6 Analisis hasil curah hujan Dengan Distribusi Normal	53
Tabel 4. 7: Analisis curah hujan Distribusi Log Normal	54
Tabel 4. 8: Analisis hasil curah hujan dengan Distribusi Log Normal.	56
Tabel 4. 9: Analisis curah hujan dengan Distribusi Log Person III	57
Tabel 4. 10 : Faktor K untuk sebaran Log Pearson III.	58
Tabel 4. 11: Analisis hasil curah hujan dengan Distribusi Log Person III	60
Tabel 4. 12: Analisis curah hujan dengan Distribusi Gumbell	61
Tabel 4. 13: Analisis hasil curah hujan rencana dengan Distribusi Gumbell	63
Tabel 4. 14: Rekapitulasi analisa curah hujan rencana maksimum	63
Tabel 4. 15: Parameter pemilihan distribusi curah hujan	64
Tabel 4. 16: Urutan data curah hujan 10 tahun dari yang terbesar ke yang...	65
Tabel 4. 17: Analisis data curah hujan distribusi normal sesuai interval kelas.	66
Tabel 4. 18: Analisis data curah hujan Distribusi Log Normal sesuai interval	67
Tabel 4. 19: Analisis data curah hujan Distribusi Log Pearson III sesuai	67
Tabel 4. 20: Analisis data curah hujan Distribusi Gumbell sesuai interval kelas	68

Tabel 4. 21: Perhitungan Uji Kecocokan Chi-Square Dengan Distribusi Normal	68
Tabel 4. 22: Perhitungan uji kecocokan Chi-Square dengan Distribusi Log	69
Tabel 4. 23: Perhitungan uji kecocokan Chi-Square dengan Log Pearson III	69
Tabel 4. 24: Perhitungan uji kecocokan Chi-Square dengan Distribusi Gumbell.	69
Tabel 4. 25: Hasil analisis pengujian sebaran Chi Square.	70
Tabel 4. 26: Data lapangan saluran primer yang ditinjau	71
Tabel 4. 27: Analisa Intensitas Hujan Menggunakan Rumus Mononobe	72
Tabel 4. 28 Untuk kala ulang 2 – 10 tahun tertera di dibawah ini	74
Tabel 4. 29: Survey Drainase Saluran Primer (SP) di Jalan Madio Santoso.	75
Tabel 4. 30: Q analisis tampungan penampung dan Q analisis rancangan debit	79
Tabel 4. 31: perencanaan Saluran Primer (SP) di kawasan jalan Madio Santoso	80
Tabel 4. 32: Perhitungan Q analisis tampung penampung dan Q analisis rancangan debit banjir di kawasan Kelurahan Pulo Brayon Darat I	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Drainase Alamiah	6
Gambar 2.2 Drainase Buatan	6
Gambar 2.3 Drainase Permukaan	7
Gambar 2.4 Drainase Bawah Permukaan	7
Gambar 2.5 Drainase Saluran Terbuka	8
Gambar 2.6 Saluran Bentuk Trapesium	11
Gambar 2.7 Saluran Bentuk Segi Empat	12
Gambar 2.8 Saluran Bentuk Segitiga	12
Gambar 2.9 Saluran Bentuk Setengah Lingkaran	12
Gambar 2.10 Pola Drainase Siku	13
Gambar 2.11 Pola Drainase Paralel	13
Gambar 2.12 Pola Drainase Iron	14
Gambar 2.13 Pola Drainase Alamiah	14
Gambar 2.14 Pola Drainase Radial	14
Gambar 2.15 Pola Drainase Jaring-Jaring	15
Gambar 2.16 Siklus Hidrologi	18
Gambar 2.17 Siklus Hidrologi Pendek	20
Gambar 2.18 Siklus Hidrologi Sedang	21
Gambar 2.19 Siklus Hidrologi Panjang	22
Gambar 2.20 Penampang Trapesium	34
Gambar 2.21 Penampang persegi	35
Gambar 2.22 Penampang Segitiga	36
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	40
Gambar 3. 2 Peta Lokasi Penelitian	41
Gambar 3. 3 Peta alur Hulu-Hilir Kawasan	42
Gambar 3. 4 Saluran Primer I	42
Gambar 3. 5 Saluran Primer II	42
Gambar 3. 6 Saluran Primer III	43
Gambar 4. 1 Elevasi Jalan Madio Santoso P0-P19	49
Gambar 4. 2 Elevasi Jalan Madio Santoso P19-P22	50
Gambar 4. 3 Kurva IDF intensitas hujan	73

Gambar 4. 4 Saluran Primer I	75
Gambar 4. 5 Saluran Primer II	76
Gambar 4. 6 Saluran Primer III	78
Gambar 4. 7 Perencanaan Saluran Primer II	80
Lampiran 1. Survey Drainase I	86
Lampiran 2. Survey Drainase II	86
Lampiran 3. Survey Drainase III	87
Lampiran 4. Wilayah Kecamatan Medan Timur	88

DAFTAR NOTASI

\bar{X}	= Curah hujan maksimum rata-rata (mm/hari)
S_x	= Standar deviasi
Z	= Faktor frekuensi
X_t	= Besarnya curah hujan yang mungkin terjadi pada periode ulang T tahun (mm/hari)
K_t	= Standar variabel untuk periode ulang tahun
$\text{LOG } \bar{X}$	= Harga rata-rata logaritmik
X_i	= Nilai curah hujan tiap-tiap
N	= Jumlah data
S	= Standar deviasi
CS	= Koefisien <i>skewness</i>
K	= Harga yang diperoleh berdasarkan nilai
$C_s S$	= Standar deviasi
Y_t	= <i>Reduced variable</i> , parameter Gumbel untuk untuk periode T tahun
Y_n	= <i>Reduced mean</i> , merupakan fungsi dari banyaknya data (n)
S_n	= <i>Reduced standar deviasi</i> , merupakan fungsi dari banyak data
(n) I	= Intensitas curah hujan (mm/jam)
T_c	= Lamanya curah hujan (menit)
R_{24}	= Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)
T_0	= Waktu pengaliran air yang mengalir di atas permukaan lahan menuju saluran (<i>inlet time</i>) dalam menit.

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

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Medan mengalami pertumbuhan pembangunan yang cukup pesat terutama di wilayah pusat Kota, khususnya Kelurahan Pulo Brayan Darat I. di dimana terjadi perubahan tata guna lahan yang menyebabkan kecenderungan menambah semakin berkurangnya lahan yang berdampak pada lahan terbuka menjadi semakin menurun karena beralih fungsi dimanfaatkan untuk aktifitas manusia ditandai dengan adanya pendangkalan, penyempitan, pencemaran sungai dan drainase yang kurang memadai. Hal tersebut mengakibatkan permasalahan seperti banjir, khususnya pada musim penghujan. dibarengi dengan iklim curah hujan yang cenderung basah, berakibat pada saluran drainase yang menyebabkan buruknya saluran drainase, banjir pun dapat terjadi karena intensitas curah hujan yang seakin tinggi setiap tahunnya (Abdul Kholiq, 2021).

Permasalahan tersebut dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti dimensi saluran yang tidak sesuai dengan kapasitas aliran air, sedimentasi, atau penyumbatan akibat sampah dan endapan lumpur. Kondisi ini dapat memicu banjir lokal dan mengganggu aktivitas masyarakat serta menimbulkan masalah kesehatan lingkungan (Kuncoro et al., 2024).

Banjir merupakan salah satu peristiwa alam yang dapat menimbulkan kerusakan alam, kerugian harta benda maupun korban jiwa. Banjir juga dapat merusak bangunan sarana dan prasarana dan lingkungan hidup serta merusak tata kehidupan masyarakat. Perlakuan manusia terhadap lingkungan merupakan faktor non alamiah yang berpengaruh terhadap perilaku aliran permukaan dan perubahan fisik alur Sungai (Enrekang, 2024).

Banjir biasanya diartikan sebagai suatu daratan yang terbenam disebabkan oleh debit air yang naik, hal ini terjadi karena intensitas hujan yang meningkat. Banjir menjadi permasalahan yang rutin pada setiap musim hujan dan wilayah yang terdampak semakin melebar tidak hanya daerah yang biasa banjir, namun daerah yang tidak pernah banjir ikut merasakan genangan-genangan yang ada.

Dengan adanya hal ini, maka sangat perlu sistem drainase yang baik untuk mengurangi dampak banjir (Nasrudin, 2023).

Drainase saat ini merupakan salah satu prasarana yang penting bagi kota-kota yang ada di Indonesia. Fungsinya dapat menjaga kualitas lingkungan perkotaan dan kesehatan masyarakat. Kota yang baik harus memiliki sistem drainase untuk mendukung aktivitas masyarakatnya. Pertumbuhan sebuah kota juga diiringi dengan perkembangan sistem drainase yang ada di kota tersebut. Sistem drainase yang baik dapat membebaskan kota dari genangan air. drainase perkotaan dapat berfungsi mengendalikan kelebihan air permukaan sehingga tidak merugikan masyarakat dan dapat memberikan manfaat bagi kehidupan manusia. Kelebihan air tersebut misalnya air hujan, air limbah domestik maupun air limbah industri. Oleh karena itu drainase perkotaan harus terintegrasi dengan sanitasi, sampah, pengendali banjir kota dan lain-lain. Genangan air menyebabkan lingkungan menjadi tidak bersih, menjadi sarang nyamuk, dan sumber penyakit lainnya, sehingga dapat menurunkan kualitas lingkungan dan kesehatan masyarakat (Wandra, 2022).

Hasil dari analisis dan evaluasi ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi perbaikan atau peningkatan sistem drainase yang tepat, sehingga dapat mengatasi permasalahan banjir dan genangan serta meningkatkan kualitas lingkungan di Kelurahan Pulo Brayon Darat I. Perencanaan dan pengelolaan sistem drainase yang baik akan berkontribusi terhadap pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat di kawasan tersebut (Kuncoro et al., 2024).

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapakah besar debit banjir rencana pada sistem saluran drainase di lokasi penelitian?
2. Bagaimanakah solusi yang efektif pada sistem saluran drainase agar dapat menampung besar debit banjir di lokasi penelitian?

1.3 Ruang Lingkup

Dalam menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini digunakan batasan-batasan antara lain sebagai berikut:

1. Saluran sistem drainase yang di teliti berada di kawasan aliran sungai seruwai Kelurahan Pulo Brayan Darat I Kecamatan Medan Timur Kota Medan.
2. Menentukan Debit Banjir sistem saluran drainase di kawasan aliran sungai seruwai Kelurahan Pulo Brayan Darat I.
3. Data curah hujan yang dianalisis menggunakan periode 10 tahun terakhir dari 2015 sampai dengan 2024.
4. Menganalisis hidrolika pada sistem saluran drainase di lokasi penelitian.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian pada latar belakang dan perumusan masalah, maka penelitian ini bertujuan:

1. Untuk memperoleh data hasil dari analisis besar debit banjir rencana pada sistem saluran drainase di lokasi penelitian
2. Untuk memperoleh solusi pada sistem saluran drainase yang efektif di lokasi penelitian untuk menampung debit banjir rencana.

1.5 Manfaat Penelitian

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

1. Secara akademis memperoleh ilmu pengetahuan dan dalam melakukan kajian ilmiah tentang “Analisis Saluran Drainase Di Kawasan Sungai Seruwai, Kelurahan Pulo Brayan Darat I Kecamatan Medan Timur Kota Medan“
2. Secara teoritis meningkatkan pemahaman dalam menganalisis dan pengolahan data yang dimiliki untuk mengetahui kondisi debit air di saluran drainase.
3. Secara praktis mengetahui gambaran kondisi saluran drainase dan penyebab

terjadinya genangan banjir di Lokasi Penelitian.

4. Dapat memberikan solusi yang tepat pada penanggulangan genangan banjir akibat debit limpasan air hujan yang terjadi di saluran drainase.
5. Menjadi bahan referensi dan masukan kepada pemerintah daerah setempat untuk melakukan perbaikan sarana drainase yang lebih baik.

1.6 Sistematika Penulisan

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

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

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

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bagian ini membahas tentang tahapan penelitian, metode pelaksanaan, Teknik pengumpulan data, jenis dan sumber data yang diperlukan, serta Teknik analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

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

BAB V KESIMPULAN

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

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Drainase

Drainase berasal dari kata *drainage* yang berarti mengataskan, mengeringkan, atau membuang air. Drainase merupakan sebuah sistem yang ditujukan untuk menangani masalah air berlebih yang tidak diperlukan baik yang mengalir di atas permukaan tanah maupun yang berada di bawah permukaan tanah. Kelebihan air ini dapat bersumber dari limpasan akibat hujan (*excess rainfall*) ataupun berasal dari air buangan limbah dari pemukiman. Di lingkungan pemukiman, drainase berfungsi sebagai sarana sanitasi untuk mencegah menggenangnya air yang mengganggu kenyamanan dan kesehatan lingkungan, sekaligus sebagai sarana untuk mencegah banjir. Banjir yang terjadi di wilayah pemukiman sering kali disebabkan oleh gagalnya saluran drainase membuang kelebihan air tersebut. Di mana curah hujan yang tinggi tidak diimbangi dengan kapasitas saluran yang memadai atau bahkan tertutup oleh sampah. Selain membuang air dari wilayah pemukiman, drainase juga diaplikasikan pada kegiatan pertanian untuk mencegah genangan air terlalu lama berada di sawah. Karena keberadaan genangan air di sawah pada jenis tanaman tertentu dapat mengganggu pertumbuhan karena akar tanaman akan sulit bernafas (Asmorowati et al., 2021).

Pada umumnya drainase adalah kumpulan dari sebuah aktivitas yang membuat usaha untuk pengaliran air dari suatu kawasan tertentu. Sistem drainase adalah salah satu elemen yang penting pada suatu daerah terutama perkotaan dan perumahan. Jika menginginkan penataan yang baik maka sistem drainase harus disesuaikan dengan standarisasi yang ada sehingga dapat memaksimalkan fungsinya dengan baik. Dengan didukung penataan sistem drainase yang baik maka dapat mengurangi genangan dari suatu lahan, wilayah maupun daerah sehingga tidak mengganggu kenyamanan masyarakat (Nasrudin, 2023).

2.2 Jenis-Jenis Drainase

Adapun jenis-jenis Drainase dapat dikelompokkan sebagai berikut (Suparyanto dan Rosad (2015, 2020). :

A. Menurut Sejarah Terbentuknya

- Drainase alamiah (*Natural Drainage*)

Yakni drainase yang terbentuk secara alami dan tidak terdapat bangunan- bangunan penunjang seperti bangunan pelimpah, pasangan batu / beton, gorong- gorong dan lain-lain. Saluran ini terbentuk oleh gerusan air yang bergerak karena grafitasi yang lambat laun membentuk jalan air yang permanen seperti sungai.



Gambar 2.1 Drainase Alamiah

- Drainase Buatan (*Artificial Drainage*)

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



Gambar 2.2 Drainase Buatan

B. Drainase menurut letak bangunan yaitu

- Drainase Permukaan (*Surface Drainage*)

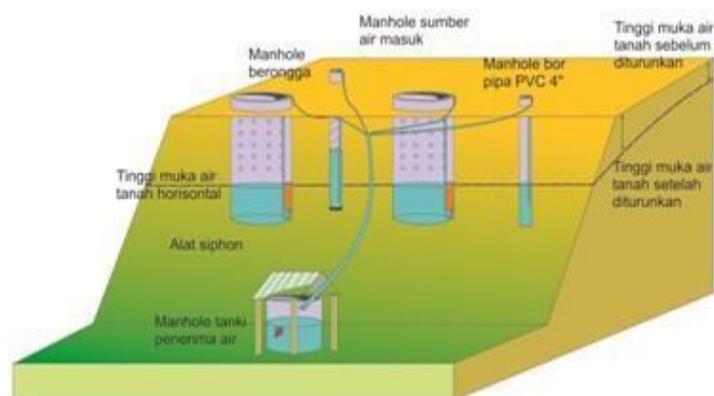
Yakni saluran yang berada diatas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan. Drainase ini digunakan untuk mengalirkan air limpasan dan genangan di permukaan. Drainase permukaan inilah biasanya yang kita temukan pada daerah perkotaan. Analisa alirannya merupakan analisa *open chanel flow*.



Gambar 2.3 Drainase Permukaan

- Saluran drainase bawah permukaan (*Sub Surface Drainage*)

Saluran ini bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media dibawah permukaan tanah (pipa-pipa) karena alasan-alasan tertentu. Tipe drainase seperti ini banyak digunakan pada lapangan sepak bola dan 8 lapangan golf. Tujuan penggunaan drainase bawah permukaan pada area tersebut adalah menjaga lapangan tetap kering.



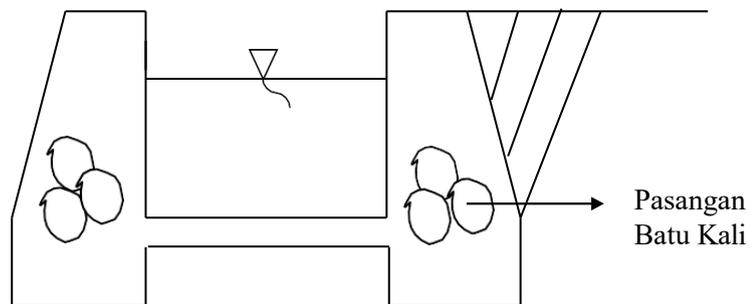
Gambar 2.4 Drainase Bawah Permukaan

C. Drainase berdasarkan konstruksinya yaitu :

Dalam merancang sebuah drainase terlebih dahulu harus tahu jenis konstruksi apa drainase dibuat, berikut ini drainase menurut konstruksi :

- Saluran Terbuka

Yakni saluran yang konstruksi bagian atasnya terbuka dan berhubungan dengan udara luar. Saluran ini lebih sesuai untuk drainase hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup, ataupun drainase non-hujan yang tidak membahayakan kesehatan/ mengganggu lingkungan.



Gambar 2.5 Drainase Saluran Terbuka (Muhammad, 2022)

- Saluran tertutup

Yakni saluran yang konstruksi bagian atasnya tertutup dan saluran ini tidak berhubungan dengan udara luar. Saluran ini sering digunakan untuk aliran air kotor atau untuk saluran yang terletak di tengah kota.

D. Menurut fungsi drainasenya

Drainase berfungsi mengalirkan air dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah. Berikut ini jenis drainase menurut fungsinya :

- a. Single Purpose

Yakni saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan, misalnya air hujan saja atau jenis air buangan yang lain.

- b. Multi Purpose

Yakni saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bercampur maupun bergantian, misalnya mengalirkan air buangan rumah tangga dan air hujan secara bersamaan.

2.3 Fungsi Drainase

Menurut (Suparyanto dan Rosad (2015, 2020). Drainase di dalam kota berfungsi untuk mengendalikan kelebihan air permukaan, sehingga tidak akan mengganggu masyarakat yang ada di sekitar saluran tersebut.

Drainase dalam kota mempunyai fungsi sebagai berikut :

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

Dalam sebuah *system* drainase digunakan saluran sebagai sarana mengalirkan air yang terdiri dari saluran *Interseptor*, saluran *Kolektor* dan saluran *Konveyor*. Masing-masing saluran mempunyai fungsi yang berbeda.

1. Saluran *Interseptor*

Berfungsi sebagai pencegah terjadinya pembebanan aliran dari suatu daerah terhadap daerah lain di bawahnya. Saluran ini biasanya dibangun dan diletakkan pada bagian sejajar dengan kontur atau garis ketinggian topografi. Output dari saluran ini biasanya berada pada saluran *Kolektor* atau *Konveyor* atau langsung pada saluran alamiah atau sungai.

2. Saluran *Kolektor*

berfungsi sebagai pengumpul aliran dari saluran drainase yang lebih kecil. Misalnya saluran *Interseptor*. Output saluran ini berada pada saluran *Konveyor* atau langsung ke sungai. Letak saluran *Kolektor* ini di bagian terendah lembah dari suatu daerah sehingga secara efektif dapat berfungsi sebagai pengumpul dari anak cabang saluran yang ada.

3. Saluran *Konveyor*

Berfungsi sebagai saluran pembawa seluruh air buangan dari suatu daerah ke lokasi pembuangan. Contohnya saluran kanal banjir atau saluran *by pass* yang bekerja khusus hanya mengalirkan air secara cepat sampai ke lokasi pembuangan. Letaknya boleh seperti saluran kolektor atau *interceptor*.

2.4 Sistem Drainase

Menurut (Muhammad, 2022). Sistem drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan sebagai optimal.

Bangunan dari sistem drainase pada umumnya terdiri dari saluran penerima (interceptor drain), saluran pengumpul (collector drain), saluran pembawa (conveyor drain), saluran induk (main drain) dan badan air penerima (receiving waters).

Berikut ini adalah sistem jaringan drainase perkotaan yang dapat dibagi atas 2 bagian, yaitu (Prawati et al., 2022). :

1. Sistem Drainase Makro

Sistem drainase makro adalah saluran atau sistem badan air yang ditampung dengan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan (catchment area). Secara umum, sistem drainase makro jenis ini disebut juga Sistem Utama atau Sistem Drainase Primer. Sistem jaringan dapat menampung aliran air dalam skala besar, seperti saluran drainase utama, kanal atau sungai. Rencana drainase makro jenis ini biasanya menggunakan periode ulang 5 sampai 10 tahun, dan survei topografi yang terperinci mutlak diperlukan ketika merencanakan sistem drainase.

2. Sistem Drainase Mikro

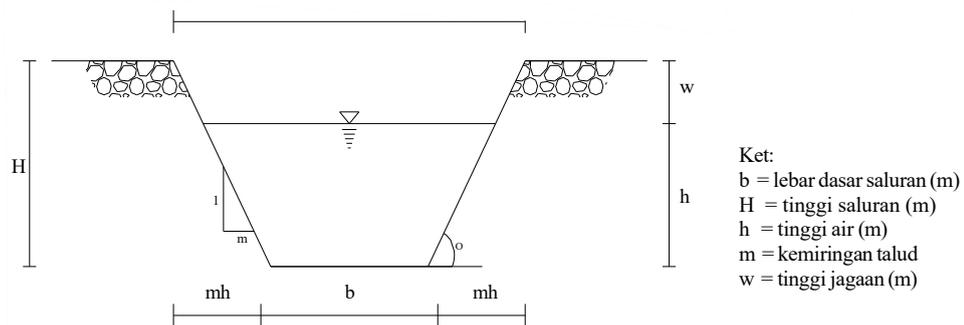
Sistem drainase mikro yaitu system saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan. Secara keseluruhan yang termasuk dalam sistem drainase mikro adalah saluran disepanjang sisi jalan, saluran atau selokan air hujan disekitar bangunan, gorong-gorong, saluran drainase kota dan lain sebagainya dimana debit air yang didapat ditampung tidak terlalu besar. Pada umumnya drainase mikro ini direncanakan untuk hujan dengan masa ulang 2,5 sampai 10 tahun tergantung pada tata guna lahan yang ada. Sistem drainase untuk lingkungan pemukiman lebih cenderung sebagai sistem drainase mikro.

2.5 Bentuk Saluran Drainase

Menurut (Suparyanto dan Rosad (2015, 2020). potongan saluran melintang saluran yang paling ekonomis adalah saluran yang dapat melewati debit maksimum untuk luas penampang basah, kekasaran dan kemiringan dasar saluran tertentu.

1. Saluran bentuk trapesium

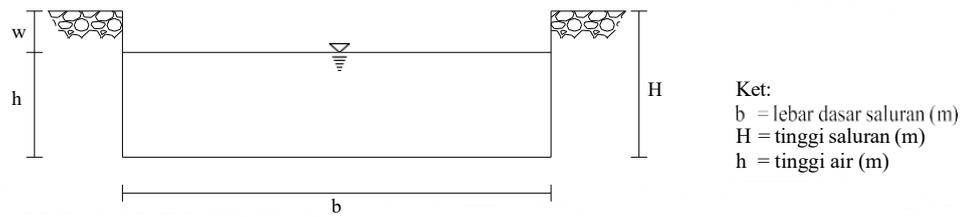
Saluran drainase bentuk trapesium adalah bentuk saluran yang paling umum dipakai pada saluran dinding tanah yang tidak dilapis, sebab stabilitas kemiringannya dapat di sesuaikan. Saluran ini membutuhkan ruangan yang cukup dan berfungsi untuk menyalurkan air hujan, air limbah, maupun untuk irigasi. Untuk lebih jelasnya saluran bentuk trapesium dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Saluran Bentuk Trapesium (Suparyanto dan Rosad (2015, 2020))

2. Saluran bentuk segi empat

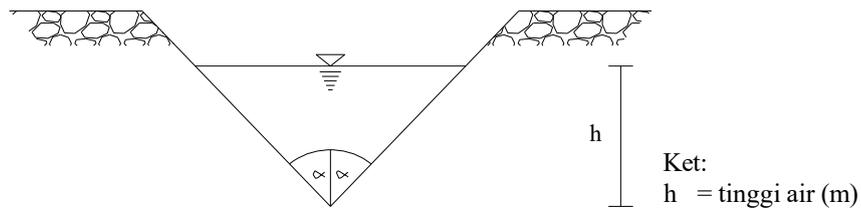
Saluran drainase berbentuk empat persegi panjang tidak membutuhkan banyak ruangan, sebagai konsekuensi dari saluran bentuk ini harus dari pasangan beton. Bentuk saluran ini juga berfungsi sebagai saluran air hujan, air limbah rumah tangga, dan air irigasi. Untuk lebih jelasnya saluran dengan bentuk segi empat terdapat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Saluran Bentuk Segi Empat (Suparyanto dan Rosad (2015, 2020))

3. Saluran bentuk segitiga

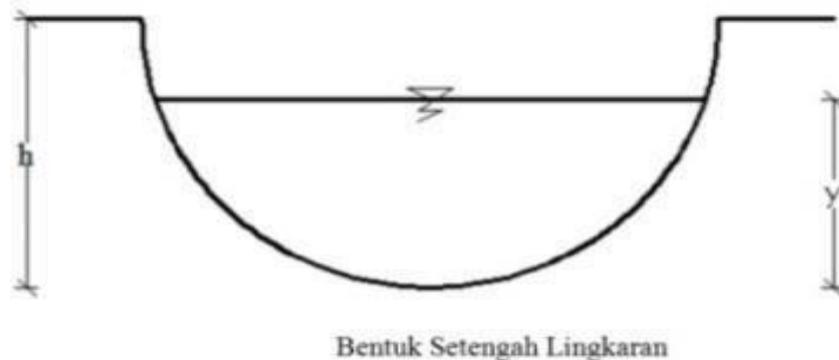
Saluran yang berbentuk segitiga hanya di pakai pada pengujian laboratorium. Karena itu saluran ini sangat jarang sekali digunakan. Untuk lebih jelasnya saluran dengan bentuk segitiga terdapat pada



Gambar 2.8 Saluran Bentuk Segitiga (Suparyanto dan Rosad (2015, 2020))

4. Saluran Bentuk Setengah Lingkaran

Umumnya digunakan pada saluran di lingkungan permukiman berupa saluran sekunder dan tersier.



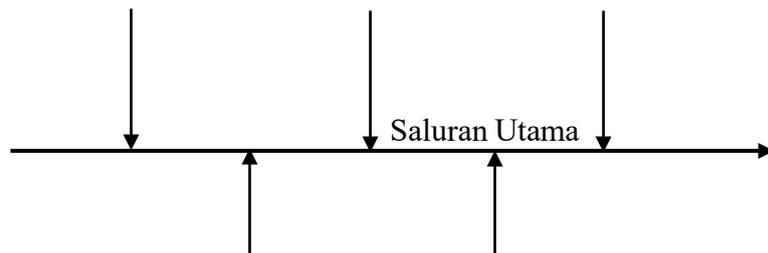
Gambar 2.9 Saluran Bentuk Setengah Lingkaran (Muhammad, 2022)

2.6 Pola Jaringan Drainase

Pola jaringan drainase memiliki berbagai macam jenis yang dalam pemilihannya disesuaikan dengan kebutuhan (Abda, 2021). dan (Suparyanto dan Rosad (2015, 2020). :

a. Pola Drainase Siku

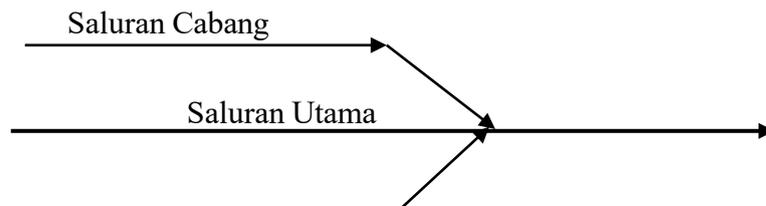
Pemasangan pola drainase siku untuk daerah jalan yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai. Sungai sebagai saluran pembuang akhir.



Gambar 2.10 Pola Drainase Siku (Suparyanto dan Rosad (2015, 2020))

b. Pola Drainase Paralel

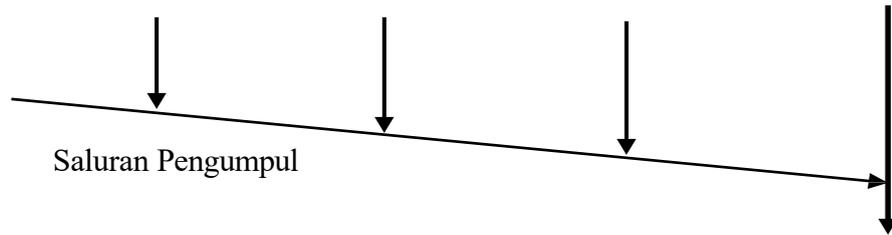
Saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek-pendek, apabila terjadi perkembangan kota, saluran-saluran akan dapat menyesuaikan diri.



Gambar 2. 11 Pola Drainase Paralel (Suparyanto dan Rosad (2015, 2020))

c. Pola Drainase Iron

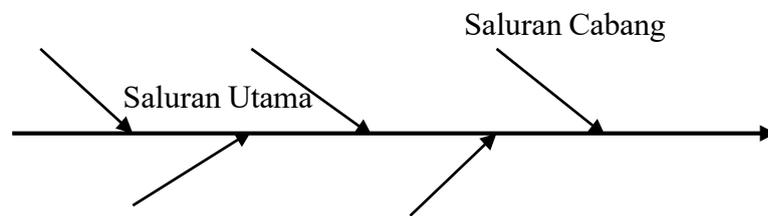
Pola drainase dimana sungai sebagai pengumpul pembuangan akhir, terletak dibagian akhir saluran dimana saluran cabang dikumpulkan dalam saluran pengumpul sebelum dialirkan kepembuangan akhir.



Gambar 2.12 Pola Drainase Iron (Suparyanto dan Rosad (2015, 2020))

d. Pola Drainase Alamiah

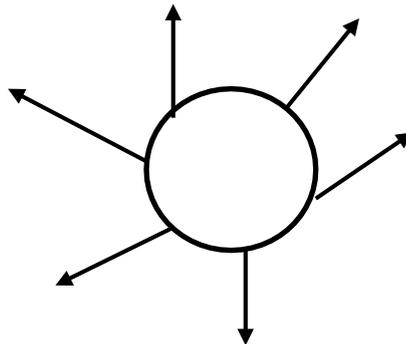
Pola drainase yang terbentuk secara alamiah dan kemiripannya hampir sama dengan pola drainase siku.



Gambar 2.13 Pola Drainase Alamiah (Suparyanto dan Rosad (2015, 2020))

e. Pola Drainase Radial

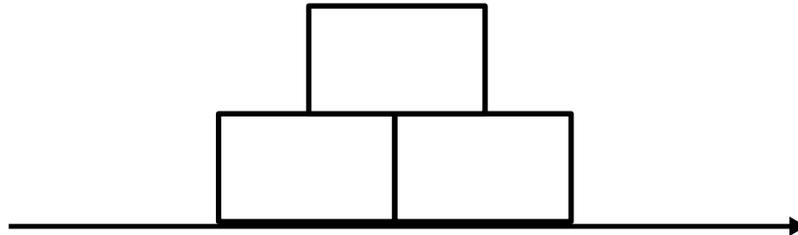
Pola drainase radial umumnya banyak terdapat pada ruas jalan diperbukitan sehingga pola aliran air tidak terpusat seperti pola lainnya. Aliran air yang mengalir dalam saluran drainase akan menyebar kesegala arah sesuai dengan kontur permukaan perbukitan tersebut.



Gambar 2.14 Pola Drainase Radial(Suparyanto dan Rosad (2015, 2020))

f. Pola Drainase Jaring-Jaring

Mempunyai saluran-saluran pembuangan yang mengikuti arah jalan raya dan cocok untuk daerah dengan topografi datar.



Gambar 2. 15 Pola Drainase Jaring-Jaring (Suparyanto dan Rosad (2015, 2020)

2.7 Banjir

Banjir adalah debit aliran air sungai yang secara relatif lebih besar dari biasanya normal akibat hujan yang turun di hulu atau di suatu tempat tertentu secara terus menerus, sehingga tidak dapat ditampung oleh alur sungai yang ada, maka air melimpah keluar dan menggenangi daerah sekitarnya. Banjir dapat disebabkan oleh 2 faktor yaitu :

- Faktor alam seperti curah hujan, erosi dan sedimentasi, topografi dan geofisik sungai, kapasitas sungai dan drainase yang tidak memadai, penurunan tanah, kerusakan bangunan pengendali banjir, dan sebagainya;
- Faktor manusia seperti perubahan tata guna lahan, pembuangan sampah, kawasan kumuh disepanjang sungai, perencanaan sistem pengendalian banjir tidak tepat, dan sebagainya (Taryana et al., 2022).

Banjir didefinisikan sebagai penggenangan suatu tempat akibat luapan air yang melebihi kapasitas debit air di suatu wilayah dan menimbulkan kerugian fisik, sosial dan ekonomi. Banjir adalah ancaman musiman yang terjadi ketika badan air di saluran ada yang meluap dan membanjiri daerah sekitarnya. Banjir merupakan ancaman alam yang paling umum dan menimbulkan kerusakan yang paling besar, baik terhadap manusia maupun terhadap ekonomi. disebabkan oleh curah hujan yang tinggi dan kondisi topografi daerah berupa dataran rendah yang cekung. Selain itu, banjir juga dapat disebabkan oleh air permukaan yang meluap dan volumenya melebihi kapasitas debit sistem drainase atau sistem aliran

sungai. Terjadinya banjir juga disebabkan oleh rendahnya kapasitas infiltrasi tanah, yang rendah, yang berarti tidak dapat lagi menyerap air. Banjir dapat terjadi karena naiknya permukaan air di atas curah hujan normal, perubahan suhu, tanggul/bendungan yang bobol, salju yang mencair dengan cepat, terhambatnya aliran air ditempat lain (Balahanti et al., 2023).

2.8 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi merupakan salah satu bentuk analisis yang dipakai di dalam menentukan besaran hujan dan debit banjir rencana kala ulang. Analisis ini juga sering dipakai pada perhitungan perencanaan drainase, irigasi dan bangunan air lainnya (Wandra, 2022).

Menurut (Suparyanto dan Rosad (2015, 2020). Hujan merupakan factor terpenting dalam analisis hidrologi. Intensitas hujan yang tinggi pada suatu kawasan hunian yang kecil dapat mengakibatkan genangan air pada permukaan tanah, karena fasilitas drainase tidak didesain untuk mengalirkan air akibat intensitas hujan yang tinggi. Oleh karena itu masih banyak terjadi genangan air disebabkan oleh intensitas hujan yang tinggi yang mengakibatkan bencana. Analisis dan desain hidrologi tidak hanya memerlukan volume atau ketinggian hujan, tetapi juga distribusi hujan terhadap tempat dan waktu. Distribusi hujan terhadap tempat disebut *hytograph*, dengan kata lain adalah grafik intensitas hujan atau ketinggian hujan terhadap waktu.

Karakteristik hujan yang perlu ditinjau dalam analisis dan perencanaan hidrologi meliputi:

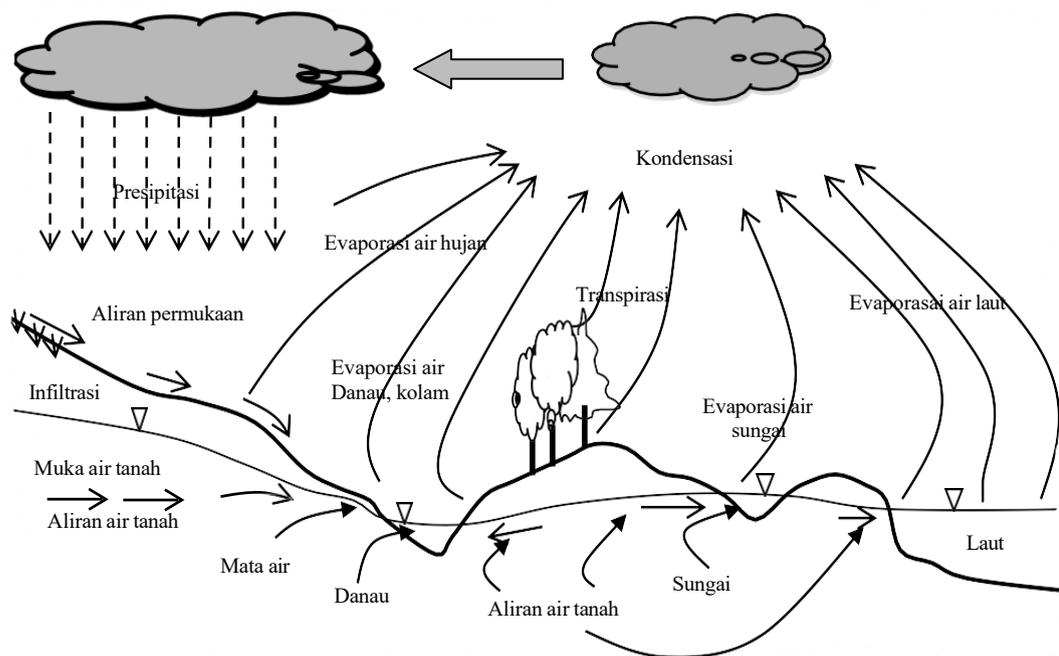
1. Intensitas I , adalah laju hujan = tinggi air persatuan waktu, misalnya mm/menit, mm/jam atau mm/hari.
2. Lama waktu (durasi) t , adalah panjang waktu dimana hujan turun dalam menit atau jam.
3. Tinggi hujan d , adalah jumlah atau kedalaman hujan yang terjadi selama durasi hujan dan dinyatakan dalam ketebalan air di atas permukaan datar dalam mm

4. Frekuensi adalah frekuensi kejadian dan biasanya dinyatakan dengan kala ulang (*return period*) T , misalnya sekali dalam 2 tahun.
5. Luas adalah luas geografis daerah sebaran hujan.

2.9 Siklus Hidrologi

Menurut (Suparyanto dan Rosad (2015, 2020). Siklus hidrologi adalah proses pergerakan air dari bumi ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi secara terus-menerus. Siklus ini juga dikenal sebagai siklus air. Hidrologi merupakan suatu ilmu yang menjelaskan tentang kehadiran dan gerakan air di alam ini. Yang mana meliputi berbagai bentuk air, yang menyangkut perubahan-perubahannya diantara keadaan cair, padat dan gas dalam atmosfer, di atas dan di bawah permukaan tanah. Di dalamnya tercakup pula air laut yang merupakan sumber dan penyimpanan air yang mengaktifkan kehidupan di planet bumi.

Penguapan air laut terjadi karena adanya radiasi matahari (evaporasi), dan awan yang terjadi oleh uap air, bergerak diatas daratan karena didesak oleh angin. Presipitasi yang terjadi karena adanya tabrakan antara butir-butir uap air, dapat berbentuk hujan atau salju yang jatuh ketanah membentuk limpasan air permukaan (run off). Limpasan air permukaan ini sebagian meresap kedalam tanah (infiltrasi) dan bergerak terus kebawah (perkolasi) kedalam daerah jenuh yang terdapat dibawah permukaan air tanah. Air yang merembes kedalam tanah memberikan kehidupan kepada tumbuh-tumbuhan dan beberapa diantaranya naik keatas lewat akar, batang dan mengalami penguapan (evapotranspirasi). Sisa air yang tidak diserap kedalam tanah atau diupkan mengalir sebagai limpasan permukaan yang terkumpul pada sungai, danau, dan selanjutnya mengalir kembali ke laut. Dengan demikian seluruh siklus telah dijalani dan akan kembali.



Gambar 2.16 Siklus Hidrologi (Suparyanto dan Rosad (2015, 2020))

Dari Gambar dapat dijelaskan siklus hidrologi adalah suatu gerakan baik ke udara akibat proses *evaporasi* yang kemudian jatuh ke permukaan tanah sebagai hujan dan kembali ke proses awal. Berikut beberapa proses yang terjadi selama siklus hidrologi.

1. Evaporasi

Evaporasi adalah proses penguapan air yang berada di permukaan bumi, baik itu air laut, air danau, air sungai, air pada permukaan tanah dan juga air yang ada pada permukaan tumbuhan akibat sinar matahari (*evapotranspirasi*).

2. Transpirasi

Transpirasi adalah air yang dihisap oleh akar tumbuhan. Diteruskan lewat tubuh tanaman dan diuapkan kembali lewat *stomata* daun.

3. Kondensasi

Kondensasi adalah penurunan suhu udara di atas atmosfer sehingga uap air hasil dari evaporasi kembali mengembun dan membentuk butir-butir air yang halus sehingga membentuk awan hitam yang jenuh akan butir-butir air.

4. Presipitasi

Presipitasi adalah proses turunnya air hujan dari hasil *kondensasi*. Awan hitam yang mengandung butir-butir air ini ditiup oleh angin sehingga butir-butir air tersebut kembali jatuh ke permukaan bumi. Jika air jatuh berbentuk cair maka disebut hujan (*rainfall*) dan jika dalam bentuk padat disebut salju (*snow*).

5. Aliran permukaan (*run off*)

Sebagian air hujan yang jatuh ke tanah mengalir di atas permukaan tanah membentuk aliran permukaan (*run off*) yang mengalir menuju ke permukaan yang lebih rendah seperti sungai, danau, dan laut.

6. Infiltrasi

Infiltrasi adalah proses meresapnya air ke dalam tanah. Air hujan yang mengalami presipitasi sebagian masuk diserap ke dalam tanah, hingga akhirnya mencapai permukaan air tanah yang menyebabkan muka air tanah naik.

7. Perkolasi

Perkolasi adalah mengalirnya air melalui pori-pori tanah. Sebagian air yang meresap ke dalam tanah mengalir melalui pori-pori tanah menuju ke permukaan air yang lebih rendah seperti permukaan air sungai, danau, maupun air laut.

2.10 Macam-Macam Siklus Hidrologi

Menurut (Salsabila & Nugraheni, 2020). Berikut ialah macam-macam siklus hidrologi :

- Siklus hidrologi pendek

Ialah yang dikenal juga dengan siklus hidrologi kecil. Siklus hidrologi kecil ini merupakan siklus yang paling sederhana karena hanya melibatkan beberapa tahapan saja. Adapun beberapa tahapan yang ada di dalam siklus hidrologi pendek atau siklus hidrologi kecil ini antara lain sebagai berikut:

1. Sinar matahari mengenai sumber-sumber air di Bumi dan akan membuat sumber air tersebut menjadi menguap

2. Karena penguapan tersebut maka terjadi kondensasi sehingga kemudian membentuk awan yang mengandung uap air

3. Awan yang mengandung uap air kemudian mengalami kejenuhan dan turunlah hujan di permukaan laut.

“Evaporasi → Kondensasi → Hujan/presipitasi (jatuh ke permukaan laut)”



Gambar 2.17 Siklus Hidrologi Pendek (Salsabila & Nugraheni, 2020)

- Siklus Hidrologi Sedang

Siklus hidrologi sedang tentunya memiliki proses yang sedikit lebih panjang daripada siklus hidrologi pendek. Adapun beberapa tahapan dari siklus hidrologi sedang ini antara lain sebagai berikut:

1. Matahari menyinari permukaan Bumi termasuk sumber-sumber air (macam-macam laut, samudera dan lainnya), sehingga sumber-sumber air tersebut mengalami penguapan.

2. Kemudian terjadi evaporasi

3. Uap air yang telah terbentuk (hasil pemanasan) bergerak karena tertiup oleh angin ke darat.

4. Terbentuklah awan akibat dari pemanasan itu tadi.

5. Hujan turun di atas permukaan daratan Bumi

6. Air yang turun di daratan akan mengalir ke sungai kemudian mengalir lagi ke laut untuk kembali mengalami siklus hidrologi.

“Evaporasi → Kondensasi → Presipitasi di daratan → Laut.”



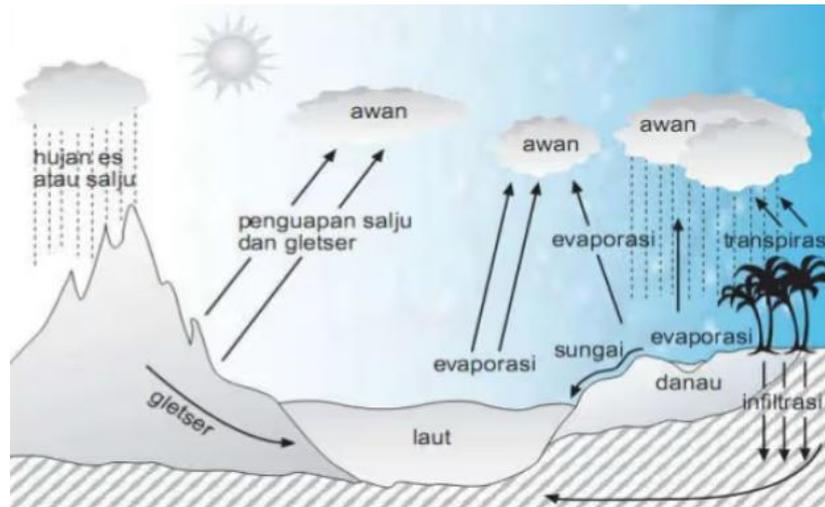
Gambar 2.18 Siklus Hidrologi Sedang (Salsabila & Nugraheni, 2020)

- Siklus Hidrologi Panjang

Siklus hidrologi panjang atau besar ini memiliki tahapan yang lebih kompleks daripada dua siklus di atas. Beberapa tahapan dari siklus hidrologi panjang antara lain sebagai berikut:

1. Matahari menyinari permukaan Bumi termasuk sumber- sumber air (laut, samudera dan lainnya), sehingga sumber- sumber air tersebut mengalami penguapan.
2. Kemudian terjadi evaporasi
3. Kemudian uap air mengalami sublimasi
4. Uap air yang telah terbentuk dan mengalami sublimasi kemudian menyebabkan terbentuknya awan yang mengandung kristalkristal es.
5. Awan yang terbentuk kemudian bergerak ke darat karena tiupan angin
6. Kemudian terjadilah hujan di atas daratan Bumi
7. Air yang turun di daratan akan mengalir ke sungai kemudian mengalir lagi ke laut untuk kembali mengalami siklus hidrologi.

“Evaporasi → Sublimasi → Kondensasi → Prepitasi (salju) → Gletser → Aliran Sungai → Lautan.”



Gambar 2.19 Siklus Hidrologi Panjang (Salsabila & Nugraheni, 2020)

2.11 Frekuensi Curah Hujan

Analisis frekuensi curah hujan dilakukan berdasarkan kecenderungan statistik data pada masa lampau untuk memperoleh kemungkinan besar curah hujan di masa yang akan datang. Ada beberapa jenis distribusi statistik yang dapat dipakai untuk menentukan besarnya curah hujan rencana. Menurut (Nasution, 2022), berikut ada 4 metode dalam menganalisa frekuensi curah hujan yaitu :

1. Metode Distribusi Normal

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode distribusi Normal, dengan persamaan sebagai berikut :

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

Dimana :

X_t = Curah Hujan Rencana (mm/hari)

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

z = Faktor frekuensi

Tabel 2.1 Nilai koefisien untuk Distribusi Normal

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

2. Metode Distribusi Log Normal

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode distribusi Log Normal, dengan persamaan sebagai berikut :

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

Dimana :

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

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

K_t = Standar variabel untuk periode ulang tahun

Tabel 2.2 Nilai koefisien untuk Distribusi Log Normal

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

3. Metode Distribusi *Log Pearson Type-III*

Berdasarkan uraian persamaan rumus yang ada, maka penulis memperkirakan besarnya hujan rencana dengan menggunakan Metode *Log Person Type III*. Persamaan yang digunakan untuk menghitung curah hujan rencana dengan menggunakan Metode *Log Person Type III* adalah :

1. Mengubah data curah hujan sebanyak n buah $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ menjadi $\log(X_1), \log(X_2), \log(X_3), \dots, \log(X_n)$.
2. Menghitung harga rata-ratanya dengan rumus pers 2.3 berikut :

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

Dimana :

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

X_i = Nilai curah hujan tiap-tiap

n = Jumlah data

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

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

Keterangan :

S = Standar Deviasi

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

X_i = Nilai curah hujan tiap-tiap

n = Jumlah data

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

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

Keterangan :

C_s = Koefisien Skewness

S = Standar Deviasi

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

X_i = Nilai curah hujan tiap-tiap

n = Jumlah data

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

$$\log Y = \log \bar{x} + k.S$$

$$X_t = 10^{(\log Y)} \quad (2.6)$$

Keterangan :

X_t = Curah hujan rencana periode ulang T tahun

K = Harga yang diperoleh berdasarkan nilai C_s

S = Standar deviasi

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

Tabel 2.3 Faktor k untuk sebaran Log Pearson III

Kemencengan (CS)	Periode Ulang (tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
	Peluang(%)							
	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
3.0	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970	7.250
2.5	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652	6.600
2.2	-0.330	0.574	1.840	2.240	2.970	3.705	4.444	6.200
2.0	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298	5.910
1.8	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147	5.660
1.6	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	6.990	5.390
1.4	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828	5.110
1.2	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661	4.820
1.0	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489	4.540
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401	4.395
0.8	-0.132	0.780	1.336	1.998	2.453	2.891	3.312	4.250
0.7	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223	4.105
0.6	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132	3.960
0.5	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041	3.815
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949	3.670
0.3	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856	3.525
0.2	-0.033	0.831	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763	3.380
0.1	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670	3.235
0.0	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576	3.090
-0.1	0.017	0.836	1.270	1.761	2.000	2.252	2.482	3.950
-0.2	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388	2.810
-0.3	0.050	0.830	1.245	1.643	1.890	2.104	2.294	2.675
-0.4	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201	2.540
-0.5	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108	2.400
-0.6	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880	2.016	2.275
-0.7	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926	2.150
-0.8	0.132	0.856	1.166	1.488	1.606	1.733	1.837	2.035
-0.9	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749	1.910
-1.0	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664	1.800
-1.2	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501	1.625
-1.4	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351	1.465
-1.6	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.200	1.216	1.280
-1.8	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.089	1.097	1.130
-2.0	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	1.995	1.000
-2.2	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905	0.907	0.910
-2.5	0.360	0.711	0.771	0.793	1.798	0.799	0.800	0.802
-3.0	0.396	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667	0.667	0.668

4. Metode Distribusi Gumbel

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

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

Keterangan :

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

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

s_x = Standar deviasi

Y_t = *Reduced variable*, parameter *Gumbel* untuk untuk periode T

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

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

X_i = Curah hujan maksimum (mm)

n = Lama pengamatan

Tabel 2.4 Reduced mean (Y_n)

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

Tabel 2.5 Reduced standard deviasi (S_n)

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

Tabel 2.6 Reduced variate (Y_1)

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

2.12 Uji Kecocokan Distribusi

diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang dipakai adalah uji Chi-Square

a. Uji Chi-Square

Uji Chi-Square adalah salah satu cara uji statistik paramatik yang cukup sering digunakan dalam penelitian. Uji Chi-Square ini biasa diterapkan untuk pengujian kenormalan data, pengujian data yang berlevel nominal atau untuk menguji perbedaan dua atau lebih proposi sampel. Uji Chi-Square diterapkan pada kasus dimana akan uji diamati (data observasi) berbeda secara nyata atautkah tidak dengan frekuensi yang diterapkan. Uji Chi-Square dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter X^2 , oleh karena itu disebut dengan Uji chisquare.

Uji Chi-Square digunakan untuk menguji distribusi pengamatan, apakah sampel memenuhi syarat distribusi yang di uji atau tidak.

Adapun prosedur perhitungan Uji Chi-Square adalah sebagai berikut:

- 1) Menghitung jumlah kelas dengan Persamaan 2.8.

$$K = 1 + 3,322 \log n \quad (2.8)$$

Dimana:

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 kelas (E_j).
- 5) Menghitung dengan menggunakan Persamaan 2.9.

$$X^2 = \sum_{j=1}^k \frac{(O_j - E_j)^2}{E_j} \quad (2.9)$$

Dimana :

X^2 = Parameter chi-kuadrat terhitung

k = Jumlah kelas

O_j = Frekuensi pengamatan kelas

E_j = frekuensi teoritis kelas

- 6) Menentukan X^2 er dari tabel dengan menentukan taraf signifikan (α) dan derajat kebebasan (Dk) dengan menggunakan Persamaan 2.10.

$$Dk = K - (p + 1) \quad (2.10)$$

Dimana:

Dk = Derajat kebebasan

K = Jumlah kelas

P = Banyaknya parameter untuk Uji Chi-Square adalah 2

Menyimpulkan hasil dari tabel perhitungan X^2 hitung $< X^2_{cr}$ maka distribusi terpenuhi dan apabila nilai X^2 hitung $> X^2_{cr}$ maka distribusi tidak terpenuhi. Untuk melihat nilai distribusi yang tertera pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Nilai kritis untuk distribusi Chi-Square.

Dk	α derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,07	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,94	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,66	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,39	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,26	9,591	10,851	31,41	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,26	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558
25	1,052	11,524	13,12	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,16	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	45,722	49,588	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,773	46,979	50,892	53,672

2.13 Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan merupakan akibat tingginya curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu dimana air hujan tersebut berkonsentrasi . Intensitas hujan yang tinggi pada umumnya terjadi dengan jangka waktu yang pendek dan meliputi suatu daerah yang tidak terlalu luas.

Analisis intensitas curah hujan ini, dapat diproses dari data-data curah hujan yang telah diteliti pada tahun sebelumnya.

Menurut Dr. Mononobe jika data curah hujan yang ada hanya curah hujan harian. Rumus yang digunakan :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2.11)$$

Keterangan :

I = intensitas curah hujan (mm/jam),

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

t = lamanya curah hujan (mm).

2.14 Koefisien Pengaliran

Koefisien Aliran Permukaan (C) merupakan suatu koefisien yang besarnya tergantung pada kondisi permukaan tanah, kemiringan, jenis tanah, serta lamanya hujan di daerah pengaliran.

Koefisien pengaliran atau koefisien limpasan (run-off) adalah suatu nilai koefisien yang menunjukkan persentase kualitas curah hujan sebesar yang dihasilkan aliran permukaan dari total curah hujan setelah infiltrasi. Koefisien limpasan ditentukan berdasarkan penggunaan lahan pada DAS (Nurhamidin et al., 2015). Faktor- faktor penting yang mempengaruhi besarnya koefisien pengaliran adalah :

1. Keadaan hujan
2. Luas dan bentuk daerah aliran
3. Kemiringan daerah aliran
4. Daya infiltrasi dan daya perkolasi tanah
5. Letak daerah aliran teradap arah angin
6. Tata guna lahan

Tabel 2.8 Koefisien Pengaliran (C)

Tipe Daerah Aliran	C
Rerumputan	
Tanah pasir, datar, 2%	0,50 - 0,10
Tanah pasir, sedang, 2-7%	0,10 - 0,15
Tanah pasir, curam, 7%	0,15 - 0,20
Tanah gemuk, datar, 2%	0,13 - 0,17
Tanah gemuk, sedang, 2-7%	0,18 - 0,22
Tanah gemuk, curam, 7%	0,25 - 0,35
Perdagangan	
Daerah kota lama	0,75 - 0,95
Daerah pinggiran	0,50 - 0,70
Perumahan	
Daerah single family	0,30 - 0,50
Multi unit terpisah	0,40 - 0,60
Multi unit tertutup	0,60 - 0,75
Suburban	0,25 - 0,40
Daerah apartemen	0,50 - 0,70
Industri	
Daerah ringan	0,50 - 0,80
Daerah berat	0,60 - 0,90
Taman, kuburan	0,10 - 0,25
Tempat bermain	0,20 - 0,35
Halaman kereta api	0,20 - 0,40
Daerah tidak dikerjakan	0,10 - 0,30
Jalan : Beraspal	0,70 - 0,95
Beton	0,80 - 0,95
Batu	0,70 - 0,85
Atap	0,75 - 0,95

2.15 Debit Banjir

Metode yang digunakan untuk menghitung debit banjir dengan besar limpasan yang terjadi yaitu dengan menggunakan Metode Rasional. Metode ini yang dikembangkan berdasarkan asumsi bahwa hujan yang terjadi mempunyai intensitas seragam dan merata di seluruh daerah selama paling sedikit sama dengan waktu konsentrasinya. (Udiana et al., 2020)

Persamaan matematik Metode Rasional dinyatakan dalam bentuk (Hadisusanto, N., 2010 : 153). :

$$Q = 0,0278 \times C \times I \times A \quad (2.12)$$

dimana:

Q = Debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan dengan intensitas, durasi dan frekuensi tertentu (m^3/dt)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan (km^2)

C = Koefisien aliran, tergantung pada jenis permukaan lahan

2.16 Waktu Konsentrasi

Lamanya hujan pada perumusan tersebut, dinyatakan sama dengan waktu konsentrasi (t_c) yaitu waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir dari suatu titik terjauh pada Daerah Aliran Sungai (DAS) hingga mencapai titik yang ditinjau pada sungai. Kemiringan daerah aliran dan kemiringan saluran dapat dihitung dengan rumus:

$$T_c = 0,0195 \times L^{0,77} \times S^{-0,385} \quad (2.13)$$

dimana:

T_c = Waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir dipermukaan (jam)

L_o = Panjang jarak dari tempat terjauh di daerah aliran sampai mencapai inlet atau tempat pengamatan banjir atau jarak titik terjauh pada lahan terhadap saluran (m)

S = Kemiringan rata-rata dari dawrah aliran atau kemiringan lahan atau perbandingan dari selisih tinggi antara tempat terjauh dan pengamatan terhadap panjang jarak nya

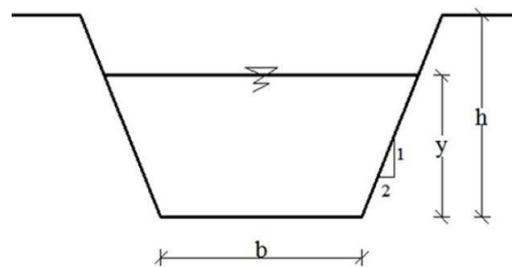
2.17 Analisis Hidrolika

Menurut (Nasution, 2022). Analisa hidrolika bertujuan untuk menentukan acuan yang digunakan dalam menentukan dimensi hidrolis dari saluran drainase maupun bangunan pelengkap lainnya, dimana aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran saluran terbuka maupun tertutup. Dalam menentukan besaran dimensi saluran drainase, perlu diperhitungkan kriteria-kriteria perencanaan berdasarkan kaidah-kaidah hidrolika. Sifat-sifat tersebut meliputi jenis aliran (steady atau unsteady), angka kekasaran (manning) dan sifat alirannya (kritis, sub- kritis dan superkritis).

Penampang saluran perlu direncanakan untuk mendapatkan penampang yang ideal dan efisien dalam penggunaan lahan. Penggunaan lahan yang efisien berarti memperhatikan ketersediaan lahan yang ada.

1. Penampang Trapesium

Saluran dengan penampang melintang bentuk trapesium dengan lebar dasar b , kedalaman h dan kemiringan dinding 1: m



Gambar 2.20 Penampang Trapesium

Untuk penampang trapesium berlaku rumus sebagai berikut ini :

$$A = (b+mh).h \quad (2.14)$$

$$P = b+2h \sqrt{1 + m^2} \quad (2.15)$$

$$Q = A.V \quad (2.16)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (2.17)$$

$$\frac{V}{n} = 1 . A . R^{2/3} . S^{1/2} \quad (2.18)$$

Penampang saluran trapesium yang paling ekonomis apabila kemiringan dindingnya, $m = (1/\sqrt{3})$ atau $\theta = 60^\circ$. Akan membentuk trapesium yang berupa setengah segi enam beraturan (heksagonal). Persamaan menjadi :

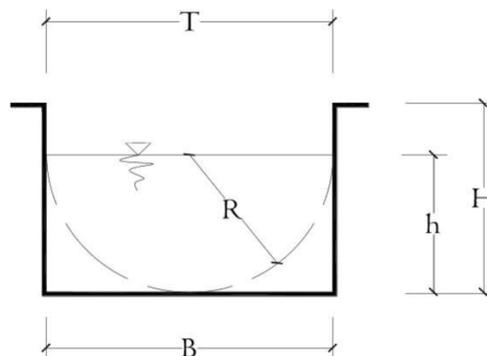
$$A = h^2\sqrt{3} \quad (2.19)$$

$$P = 2h\sqrt{3} \quad (2.20)$$

$$B = \frac{2h}{3} \sqrt{3} \quad (2.21)$$

2. Penampang Persegi

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



Gambar 2.21 Penampang persegi

Untuk penampang Persegi berlaku rumus sebagai berikut ini :

$$A = B \cdot h \quad (2.22)$$

$$P = B + 2h \quad (2.23)$$

$$Q = A \cdot V \quad (2.24)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (2.25)$$

$$W = \sqrt{0,5h} \quad (2.26)$$

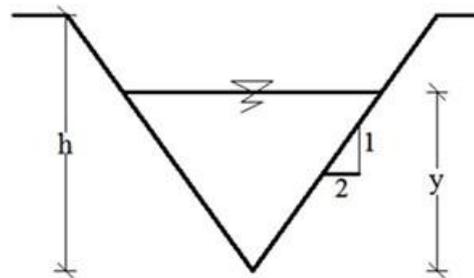
Penampang saluran persegi yang paling ekonomis apabila lebar dasar saluran dua kali kedalam air ($B = 2h$) atau jari-jari hidrauliknya setengah dari kedalam air ($R = h/2$). Persamaan menjadi :

$$A = 2h^2 \quad (2.27)$$

$$P = 4h \quad (2.28)$$

3. Penampang Segitiga

Penampang segitiga merujuk kepada potongan melintang atau bentuk dua dimensi yang dihasilkan apabila segitiga dipotong secara tegak lurus terhadap salah satu sisinya.



Gambar 2.22 Penampang Segitiga

Untuk menghitung penampang segitiga, bisa menggunakan rumus yaitu:

$$A = h^2 \tan \theta \text{ atau } A = mh^2 \quad (2.29)$$

$$P = (2h) \sec \theta \text{ atau } P = b + 2h\sqrt{1 + m^2} \quad (2.30)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (2.31)$$

$$T = 2mh \quad (2.32)$$

Dimana :

A = Luas penampang basah (m^2)

F = Tinggi jagaan (m)

P = Keliling penampang basah (m)

b = Lebar dasar saluran (m)

T = Lebar penampang saluran pada permukaan bebas (m)

h = Kedalaman aliran (m)

m = Faktor kemiringan dasar saluran

R = Jari-jari hidrolis (m)

Q = Debit aliran (m^3/det)

V = Kecepatan aliran (m/det)

S = Kemiringan dasar saluran

n = Koefisien kekasaran manning

2.18 Dimensi Saluran

Perhitungan dimensi saluran didasarkan pada debit harus ditampung oleh saluran (Q_s dalam m^3/det) lebih besar atau sama dengan debit rencana yang diakibatkan oleh hujan rencana (Q_T dalam m^3/det). Kondisi demikian dapat dirumuskan dengan persamaan berikut :

$$Q_s \geq Q_T \quad (2.33)$$

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

$$Q_s = A.V \quad (2.34)$$

Dimana:

Q_s = debit aliran pada saluran (m^3/det).

A = luas penampang basah (m^2)

V = kecepatan aliran (m/det).

Untuk mencari nilai kecepatan aliran dapat menggunakan manning Persamaan 2.35 :

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \quad (2.35)$$

Dimana:

V = kecepatan aliran (m/det).

n = koefisien kekasaran manning.

R = jari-jari hidrolis (m).

S = kemiringan dasar saluran.

Nilai R dapat dicari dengan menggunakan Persamaan 2.36 :

$$R = \frac{A}{P} \quad (2.36)$$

Dimana:

R = jari-jari hidrolis (m).

A = luas penampang basah (m²).

P = keliling penampang basah (m).

Nilai koefisien kekasaran Manning n, untuk gorong-gorong dan saluran pasangan dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9 Koefisien Kekasaran Manning

No.	Tipe Saluran	Koefisien Manning (n)
1	Besi tuang lapis	0,014
2	Kaca	0,010
3	Saluran beton	0,013
4	Bata dilapis mortar	0,015
5	Pasangan batu disemen	0,025
6	Saluran tanah bersih	0,022
7	Saluran tanah	0,030
8	Saluran dengan dasar baru dan tebing rumput	0,040
9	Saluran pada galian batu padas	0,040

Tabel 2.10 Nilai Kemiringan Dinding Saluran Sesuai Bahan

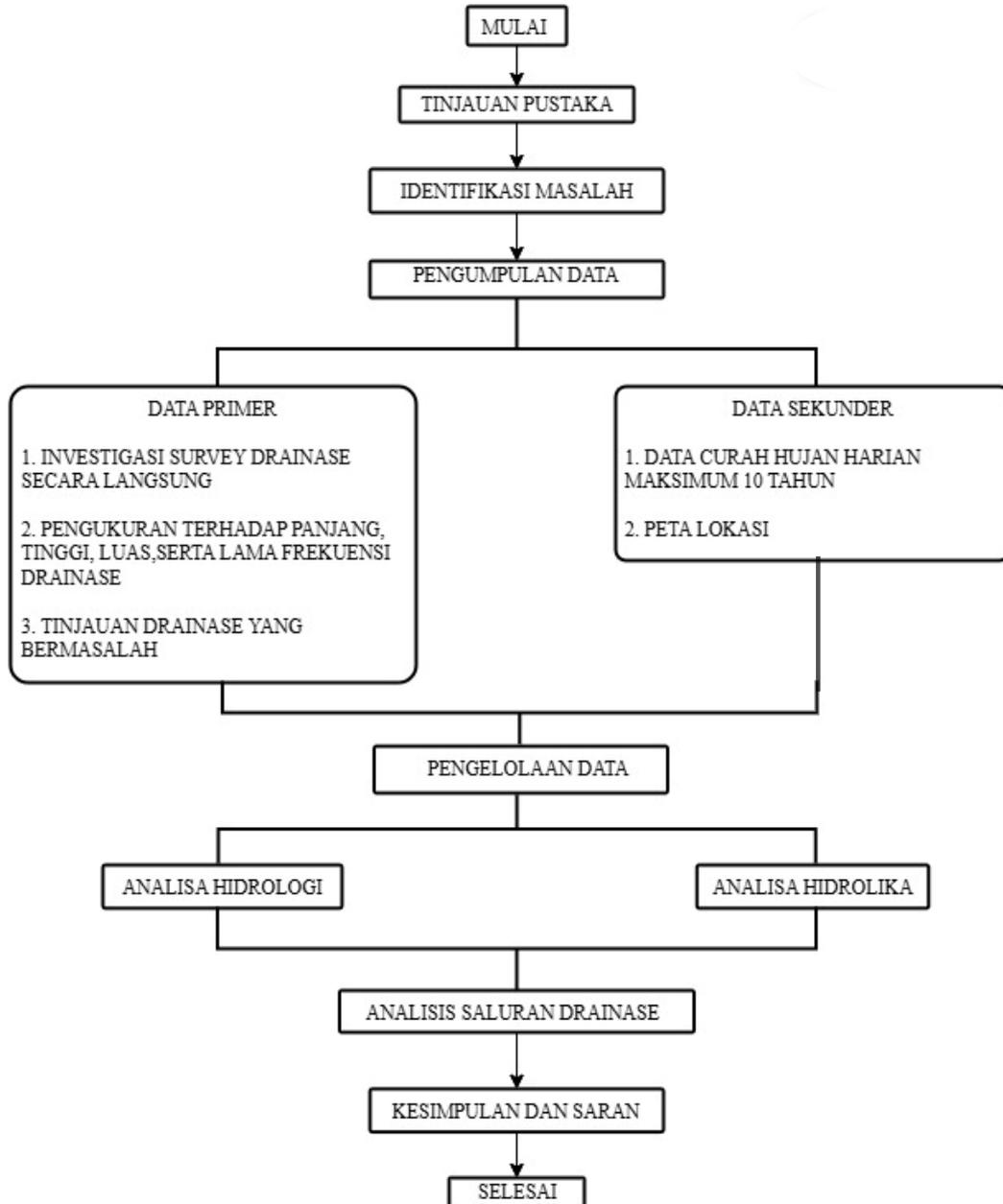
No.	Bahan Saluran	Kemiringan Dinding (m)
1	Batuan/ cadas	0
2	Tanah lumpur	0,25
3	Lempung keras/ tanah	0,5 – 1
4	Tanah dengan pasangan batuan	1
5	Lempung	1,5
6	Tanah berpasir lepas	2
7	Lumpur berpasir	3

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bagan Alir penelitian

Pembahasan yang dilakukan pada bab ini adalah bagaimana mengenai metode penelitian ini dilakukan. Adapun metode dalam penelitian ini dituangkan dalam suatu diagram alir pada Gambar 3.1



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

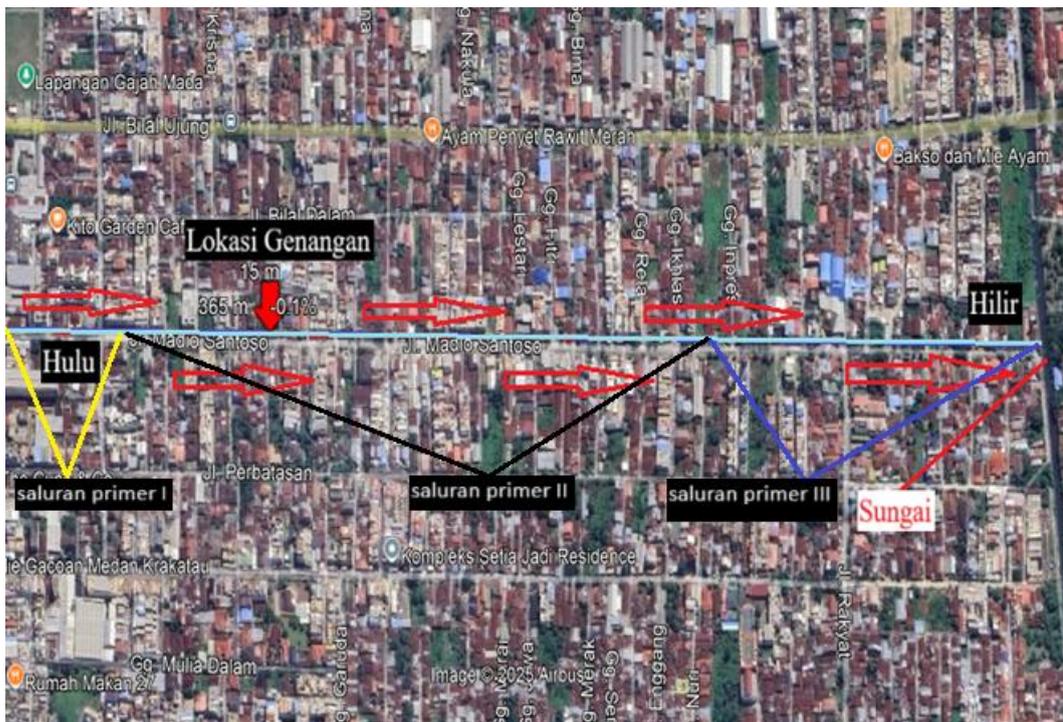
Dalam penelitian pada tugas akhir ini, lokasi wilayah studi diperlukan untuk mengumpulkan sejumlah informasi mengenai daerah lingkungan tempat atau lokasi penelitian. Untuk itu dilakukan pengambilan data baik secara langsung maupun tidak langsung. Adapun lokasi wilayah studi berada di Kelurahan Pulo Brayan Darat I Kecamatan Medan Timur, pada titik koorrdinat $3^{\circ}62'05.9''N$ dan $98^{\circ}68'65.7''E$. Adapun lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Peta Lokasi Penelitian

3.3 Kondisi Umum Dan Letak Geografis Lokasi Penelitian

Adapun lokasi studi pada tugas akhir ini diambil pada area drainase di kawasan Kelurahan Pulo Brayan Darat I, Kecamatan Medan Timur. Pada lokasi yang diberi tanda pada gambar 3.3, pada jarak 365m dari simpang jalan madio santoso. ini genangan air sering terjadi akibat tidak mempunya saluran drainase menampung air pada saat musim penghujan dan elevasi pada wilayah ini lebih rendah dari tempat lain, Data mengenai curah hujan harian maksimum wilayah Kelurahan Pulo Brayan Darat I , Kecamatan Medan Timur didapatkan melalui Geofisika Sampali.



Gambar 3. 3 Peta alur Hulu-Hilir Kawasan



Gambar 3. 4 Saluran Primer I



Gambar 3. 5 Saluran Primer II



Gambar 3. 6 Saluran Primer III

3.4 Metode Penelitian

Metode dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif, yaitu metode perhitungan dan penjabaran hasil dari pengolahan data lapangan. Beberapa metode penelitian pendukung dengan menggunakan studi literatur atau kepustakaan dengan mengutip dari buku, jurnal, berita dan survey lapangan ke lokasi penelitian yang akan dikaji.

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, menganalisis saluran drainase diperlukannya data-data pendukung. Data-data tersebut terbagi menjadi 2 yaitu :

1. Data Primer

Jenis data primer dalam penelitian ini diperoleh dari hasil pengukuran dan pengamatan langsung, dengan maksud untuk mendapatkan keadaan eksisting saluran drainase yang ada. Data primer yang diperoleh antara lain keadaan saluran eksisting di Jalan Madio Santoso Kota Medan berupa bentuk saluran, lebar saluran, kedalaman saluran, kemiringan dinding saluran.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh untuk melengkapi data primer dalam hal penelitian. Data tersebut sudah ada dan dapat diperoleh dari instansi yang berkaitan dengan curah hujan. Data yang diperoleh dari BMKG adalah data curah hujan harian maksimum dalam skala 10 tahun.

3.6 Pengolahan Data

Tahapan analisis data yang digunakan untuk melakukan penelitian ini yaitu:

1. Menentukan data curah hujan maksimum tahunan dari hasil pengamatan Klimatologi dengan periode 2015-2024
2. Pengumpulan data-data yang dibutuhkan sesuai dengan penelitian ini.
3. Analisis Hidrologi :
 1. Distribusi Normal
 2. Distribusi Log Normal
 3. Distribusi Log Person Type-III
 4. Distribusi Gumbel
 5. Menganalisa Waktu Konsentrasi dan Analisa Intensitas Curah Hujan.
 6. Analisa Debit Rencana Dengan Menggunakan Metode Rasional.
4. Analisa Hidrolika : Analisa terhadap kapasitas penampang saluran, Menganalisa permasalahan yang terjadi pada lingkungan sekitar

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Input Data

Data-data yang digunakan untuk penelitian ini yaitu :

- Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari survey langsung ke lokasi penelitian pada Jalan Madio Santoso Kelurahan Pulo Brayon Darat I Kecamatan Medan Timur.

- Panjang lintasan aliran di dalam saluran primer yang di teliti adalah 1,4 km.

- Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi yang berkaitan dengan suatu penelitian itu. Maka data yang diperoleh pada penelitian ini hanya data Curah Hujan Harian Maksimum selama 10 Tahun Terakhir dari tahun 2015 sampai 2024 sebagai berikut :

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

Tabel 4. 1 Data curah hujan harian maksimum stasiun geofisika Sampali

Sumber : <https://dataonline.bmkg.go.id/home>

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
2015	90
2016	84
2017	135
2018	147
2019	159
2020	146
2021	124
2022	132
2023	160
2024	109
N = 10 tahun	Total = 1286

4.2 Luas Daerah Tangkapan Air (DAS)

1. Catchment Area

Luas *catchment area* drainase kawasan Kelurahan Pulo Brayon Darat I Kecamatan Medan Timur adalah 0,013 km². Koefisien pengaliran (C) = 0.70 - 0.95 (Tabel 2.9)

2. Kemiringan Area (Elevasi Hulu – Hilir)

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

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

a) Saluran Primer I (P₀ – P₂)

Tabel 4. 2 Elevasi Jalan Di Saluran Primer I

Jalan Madio Santoso - sungai			
No	STA	JARAK LANGSUNG	ELEVASI DASAR SALURAN LAMA
0	P ₀	0	17,87
1	P ₁	100	18,29
2	P ₂	172	17,15

$$S = \frac{P_0 - P_2}{\text{Jarak}}$$

Menghitung Nilai Slope /Kemiringan Saluran dibawah ini

$$S = \frac{17,87-17,15}{172} = 0,004$$

b) Saluran Primer II (P₂ - P₁₉)

Tabel 4. 3 Elevasi Jalan Di Saluran Primer II

2	P ₂	172	17,15
3	P ₃	200	16,71
4	P ₄	255	15,80
5	P ₅	279	16,96
6	P ₆	300	16,44
7	P ₇	365	14,77
8	P ₈	400	16,80
9	P ₉	570	14,56
10	P ₁₀	590	16,49
11	P ₁₁	632	16,45
12	P ₁₂	670	14,98
13	P ₁₃	700	15,11
14	P ₁₄	800	14,68
15	P ₁₅	900	15,37
16	P ₁₆	930	15,30
17	P ₁₇	1000	14,37
18	P ₁₈	1060	13,56
19	P ₁₉	1100	15,68

$$S = \frac{P_2-P_{19}}{\text{Jarak}}$$

$$\text{Jarak (P}_2\text{- P}_{19}) - (\text{P}_0\text{-P}_2) = 1100 - 172 = 928\text{m}$$

$$S = \frac{17,15 - 15,68}{1,100} = 0,001$$

c) Saluran Primer III (P₁₉ – P₂₂)

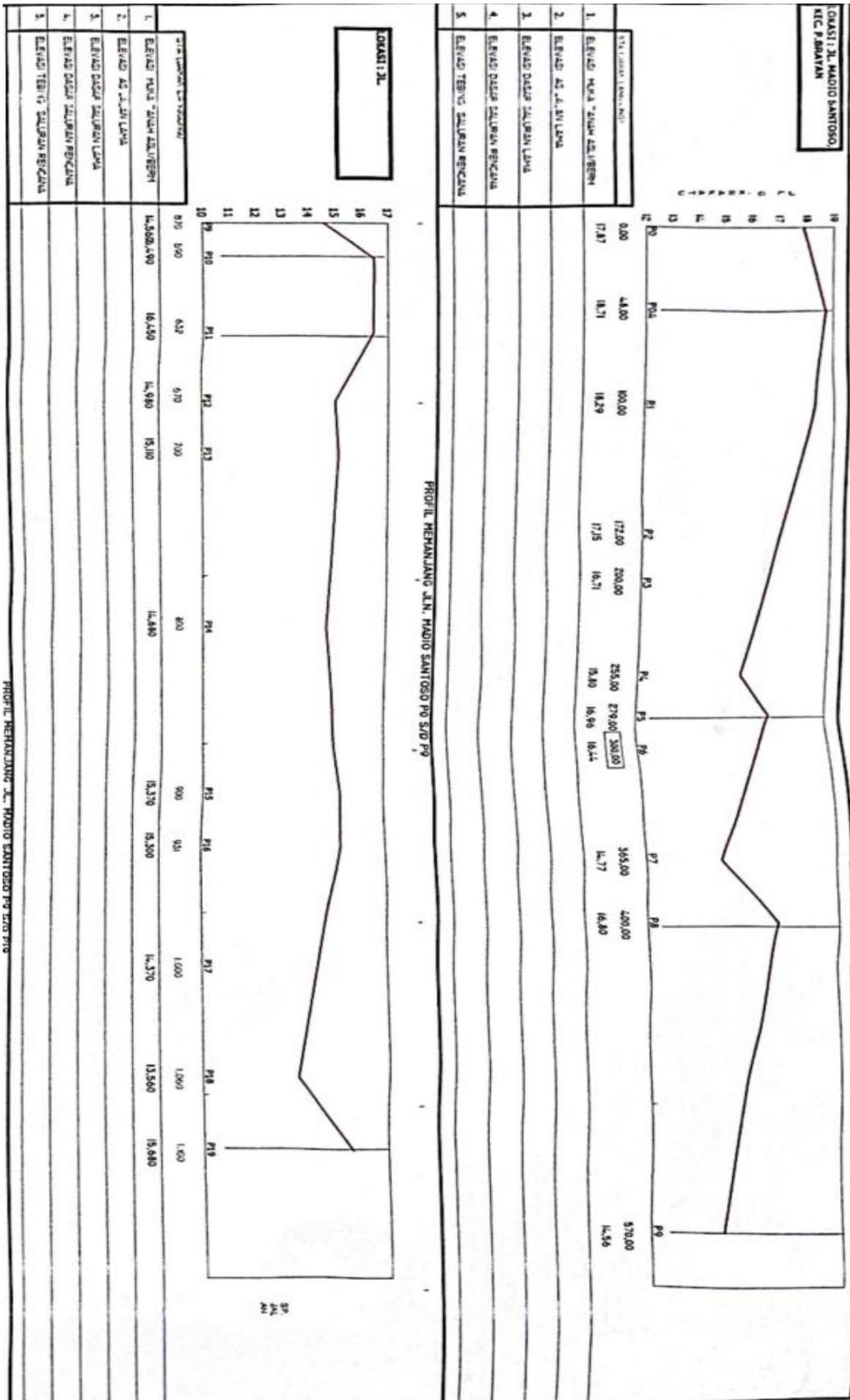
Tabel 4. 4 Elevasi Jalan Di Saluran Primer III

19	P ₁₉	1,100	15,68
20	P ₂₀	1,200	14,97
21	P ₂₁	1300	14,70
22	P ₂₂	1400	13,76

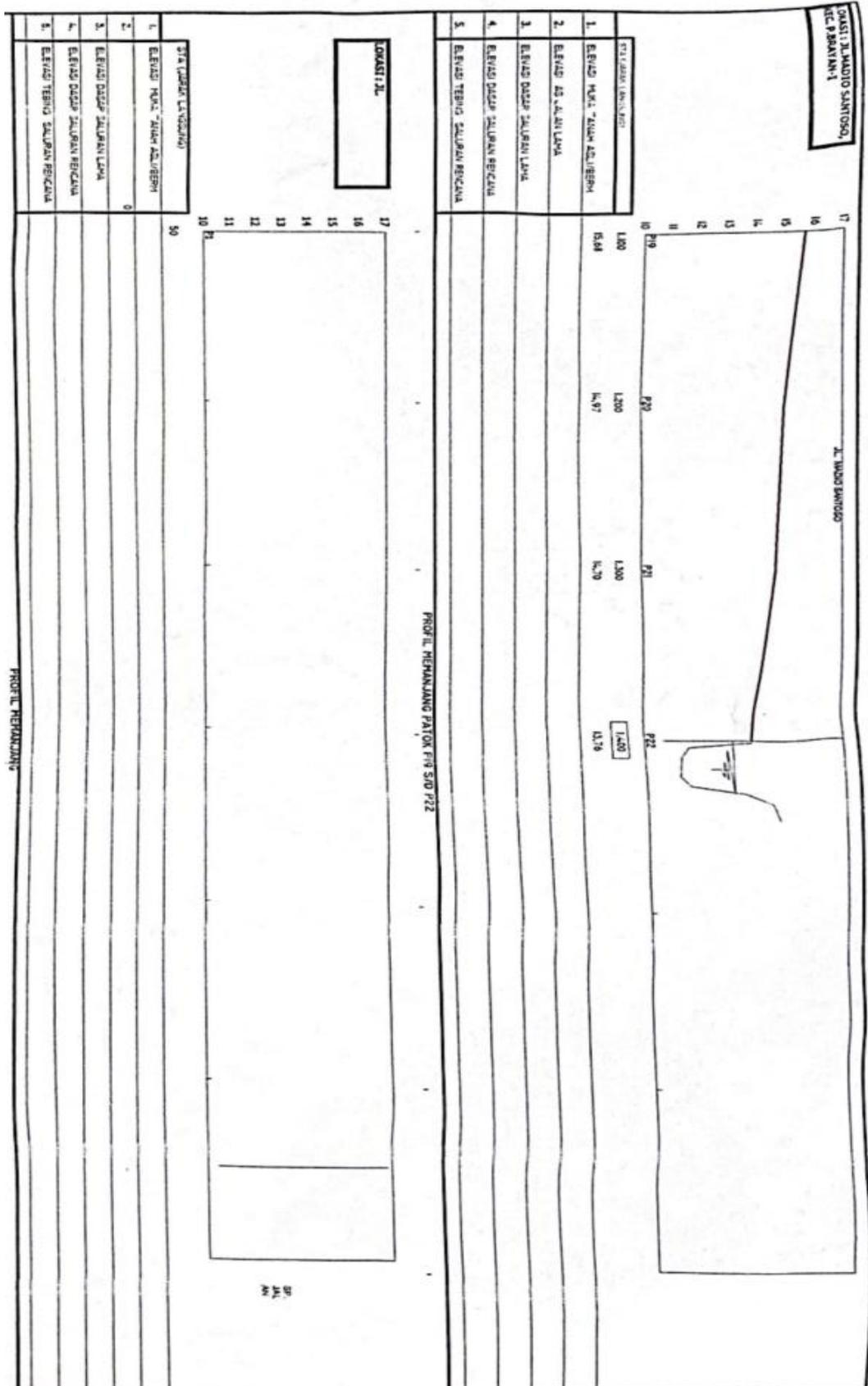
$$S = \frac{P_{19} - P_{22}}{\text{Jarak}}$$

$$\text{Jarak (P}_{19} - \text{P}_{22}) - (\text{P}_{21} - \text{P}_{19}) = 1400 - 1100 = 300\text{m}$$

$$S = \frac{15,68 - 13,76}{1400} = 0,001$$



Gambar 4. 1 Elevasi Jalan Madio Santoso P0-P19



Gambar 4. 2 Elevasi Jalan Madio Santoso P19-P22

4.3 Analisa Hidrologi

A. Analisa Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum

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

1. Distribusi Normal

Tabel 4. 5: Analisis Curah Hujan Distribusi Normal

Sumber : Hasil penelitian

Tahun	Curah Hujan (mm) Xi	(xi-x)	(xi-x) ²	(xi-x) ³	(xi-x) ⁴
2015	90	-38.60	1489.96	-57512.46	2219980.80
2016	84	-44.60	1989.16	-88716.54	3956757.51
2017	135	6.40	40.96	262.14	1677.72
2018	147	18.40	338.56	6229.50	114622.87
2019	159	30.40	924.16	28094.46	854071.71
2020	146	17.40	302.76	5268.02	91663.62
2021	124	-4.60	21.16	-97.34	447.75
2022	132	3.40	11.56	39.30	133.63
2023	160	31.40	985.96	30959.14	972117.12
2024	109	-19.60	384.16	-7529.54	147578.91
Jumlah	1286	0,6	6488.40	-83003.28	8359051.63
\bar{X}	128.6				
S	26,850				
n	10				

$$\bar{x} = \frac{1286}{10} = 128.6 \text{ mm}$$

$$\text{Standar Deviasi (S)} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum (6488.40)}{9}} = 26,850 \text{ mm}$$

Menghitung *Koefisien Skewness* (C_s)

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

$$(C_s) = \frac{10 (-83003.28)}{(10-1)(10-2)26,850^3}$$

$$(C_s) = -0,595566 \text{ mm}$$

Menghitung *Koefisien Kurtosis* (C_k)

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

$$(C_k) = \frac{10 (8359051.63)}{(10-1)(10-2)26,850^4}$$

$$(C_k) = 2,23382 \text{ mm}$$

Perhitungan analisis curah hujan rencana dengan distribusi normal :

- Untuk T = 2 Tahun

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

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

$$X_2 = 128.6 + (0.00 \times 26,850)$$

$$X_2 = 128.6 \text{ mm}$$

- Untuk T = 5 Tahun

$$Z = 0,84 \text{ (dari Tabel 2.1)}$$

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

$$X_5 = 128.6 + (0.84 \times 26,850)$$

$$X_5 = 151,154 \text{ mm}$$

- Untuk T = 10 Tahun

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

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

$$X_{10} = 128.6 + (1.28 \times 26,850)$$

$$X_{10} = 162,968 \text{ mm}$$

- Untuk T = 25 Tahun

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

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

$$X_{25} = 128.6 + (1.71 \times 26,850)$$

$$X_{25} = 174,513 \text{ mm}$$

- Untuk T = 50 Tahun

$$Z = 2.05 \text{ (dari Tabel 2.1)}$$

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

$$X_{50} = 128.6 + (2.05 \times 26,850)$$

$$X_{50} = 183,642 \text{ mm}$$

- Untuk T = 100 Tahun

$$Z = 2.33 \text{ (dari Tabel 2.1)}$$

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

$$X_{100} = 128.6 + (2.33 \times 26,850)$$

$$X_{100} = 191,160 \text{ mm}$$

Tabel 4. 6 Analisis hasil curah hujan Dengan Distribusi Normal

Sumber : Hasil penelitian

No.	Periode Ulang (T) Tahun	Z	\bar{x}	S	C_S	C_K	Hujan (X_T) (mm)
1.	2	0,00	128.6	26,850	-0,595	2,233	128.6
2.	5	0,84	128.6	26,850	-0,595	2,233	151,154
3.	10	1,28	128.6	26,850	-0,595	2,233	162,968
4.	25	1,71	128.6	26,850	-0,595	2,233	174,513
5.	50	2,05	128.6	26,850	-0,595	2,233	183,642
6.	100	2,33	128.6	26,850	-0,595	2,233	191,160

2. Distribusi Log Normal

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

Tabel 4. 7: Analisis curah hujan Distribusi Log Normal

Sumber : Hasil penelitian

Tahun	Curah Hujan (mm) Xi	Log(xi)	(log xi-log x)	(log xi-log x) ²	(log xi-log x) ³	(log xi-log x) ⁴
1.	90	1.954242509	-0.154998459	0.024024522	-0.003723764	0.000577178
2.	84	1.924279286	-0.184961683	0.034210824	-0.006327692	0.001170380
3.	135	2.130333768	0.021092800	0.000444906	0.000009384	0.000000198
4.	147	2.167317335	0.058076366	0.003372864	0.000195884	0.000011376
5.	159	2.201397124	0.092156156	0.008492757	0.000782660	0.000072127
6.	146	2.164352856	0.055111887	0.003037320	0.000167392	0.000009225
7.	124	2.093421685	-0.015819283	0.000250250	-0.000003959	0.000000063
8.	132	2.120573931	0.011332963	0.000128436	0.000001456	0.000000016
9.	160	2.204119983	0.094879014	0.009002027	0.000854103	0.000081036
10.	109	2.037426498	-0.071814471	0.005157318	-0.000370370	0.000026598
Jumlah	1286	20.99746498	-0.094944710	0.088121225	-0.008414905	0.001948198
\bar{X}	128.6	2.109240969				
S	0,0989507					
n	10					

Dari data-data diatas, dapat diperoleh :

$$\bar{x} = \frac{1286}{10} = 128.6 \text{ mm}$$

$$\text{Standar Deviasi (S)} = \frac{\sqrt{\sum(Xi-X)^2}}{n-1} = \frac{\sqrt{0.088121225}}{10-1} = 0,0989507 \text{ mm}$$

Menghitung koefisien skewness (C_s)

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

$$(C_s) = \frac{10 (-0.008414905)}{(10-1)(10-2)0,0989507^3}$$

$$(C_s) = -1,20631 \text{ mm}$$

Menghitung *Koefisien Kurtosis (Ck)*

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

$$(Ck) = \frac{10 (0.001948198)}{(10-1)(10-2)0,0989507^4}$$

$$(Ck) = 2,82244 \text{ mm}$$

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

- Untuk T = 2 Tahun

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

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

$$\text{Log } X_2 = 2.109240969 + (0.00 \times 0,0989507)$$

$$\text{Log } X_2 = 2.109240969 \text{ mm}$$

$$X_2 = 128.600 \text{ mm}$$

- Untuk T = 5 Tahun

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

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

$$\text{Log } X_5 = 2.109240969 + (0.84 \times 0,0989507)$$

$$\text{Log } X_5 = 2.192359557 \text{ mm}$$

$$X_5 = 155.725 \text{ mm}$$

- Untuk T = 10 Tahun

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

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

$$\text{Log } X_{10} = 2.109240969 + (1.28 \times 0,0989507)$$

$$\text{Log } X_{10} = 2.235897865 \text{ mm}$$

$$X_{10} = 172.146 \text{ mm}$$

- Untuk T = 25 Tahun

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

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

$$\text{Log } X_{25} = 2.109240969 + (1.71 \times 0,0989507)$$

$$\text{Log } X_{25} = 2.278446666 \text{ mm}$$

$$X_{25} = 189.865 \text{ mm}$$

- Untuk T = 50 Tahun

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

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

$$\text{Log } X_{50} = 2.109240969 + (2.05 \times 0,0989507)$$

$$\text{Log } X_{50} = 2.312089904 \text{ mm}$$

$$X_{50} = 205.158 \text{ mm}$$

- Untuk T = 100 Tahun

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

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

$$\text{Log } X_{100} = 2.109240969 + (2.33 \times 0,0989507)$$

$$\text{Log } X_{100} = 2.3397961 \text{ mm}$$

$$X_{100} = 218.673 \text{ mm}$$

Tabel 4. 8: Analisis hasil curah hujan dengan Distribusi Log Normal.

Sumber : Hasil penelitian.

No.	Periode Ulang (T) Tahun	K_T	C_S	C_K	Log \bar{X}	Log S	Log X_T	Curah Hujan (X_T) mm
1.	2	0,00	-1,2063	2,8224	2.109	0,0989	2.109240969	128.600
2.	5	0,84	-1,2063	2,8224	2.109	0,0989	2.192359557	155.725
3.	10	1,28	-1,2063	2,8224	2.109	0,0989	2.235897865	172.146
4.	25	1,71	-1,2063	2,8224	2.109	0,0989	2.278446666	189.865
5.	50	2,05	-1,2063	2,8224	2.109	0,0989	2.312089904	205.158
6.	100	2,33	-1,2063	2,8224	2.109	0,0989	2.3397961	218.673

3. Distribusi Log Person Type – III

Tabel 4. 9: Analisis curah hujan dengan Distribusi Log Person III

Sumber : Hasil penelitian

Tahun	Curah Hujan (mm) Xi	Log(xi)	(log xi-log x)	(log xi-log x) ²	(log xi-log x) ³	(log xi-log x) ⁴
1.	90	1.954242509	-0.154998459	0.024024522	-0.003723764	0.000577178
2.	84	1.924279286	-0.184961683	0.034210824	-0.006327692	0.001170380
3.	135	2.130333768	0.021092800	0.000444906	0.000009384	0.000000198
4.	147	2.167317335	0.058076366	0.003372864	0.000195884	0.000011376
5.	159	2.201397124	0.092156156	0.008492757	0.000782660	0.000072127
6.	146	2.164352856	0.055111887	0.003037320	0.000167392	0.000009225
7.	124	2.093421685	-0.015819283	0.000250250	-0.000003959	0.000000063
8.	132	2.120573931	0.011332963	0.000128436	0.000001456	0.000000016
9.	160	2.204119983	0.094879014	0.009002027	0.000854103	0.000081036
10.	109	2.037426498	-0.071814471	0.005157318	-0.000370370	0.000026598
Jumlah	1286	20.99746498	-0.094944710	0.088121225	-0.008414905	0.001948198
\bar{X}	128.6	2.109240969				
S	0,098950731	-1.004580993				
n	10					

Dari data-data diatas, dapat diperoleh :

$$\bar{x} = \frac{1286}{10} = 128.6 \text{ mm}$$

$$\text{Standar Deviasi (S)} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum (0.088121225)}{9}} = 0,098950731 \text{ mm}$$

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

Menghitung Koefisien Skewness (C_s)

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

$$(C_s) = \frac{10 (-0.008414905)}{(10-1)(10-2)0,098950731^3}$$

$$(C_s) = -1,206312144 \text{ mm}$$

Tabel 4. 10 : Faktor K untuk sebaran Log Pearson III.

Koefisien Skewness C_s	Kala Ulang (Tahun)							
	1,0101	2	5	10	25	50	100	200
	$P(x \geq X) = 1 - P(x < X)$							
	99,0%	50,0%	20,0%	10,0%	4,0%	2,0%	1,0%	0,5%
0,00	-2,326	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576
-0,10	-2,400	0,017	0,846	1,270	1,716	2,000	2,252	2,482
-0,20	-2,472	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388
-0,30	-2,544	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294
-0,40	-2,615	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201
-0,50	-2,686	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108
-0,60	-2,755	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016
-0,70	-2,824	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926
-0,80	-2,891	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837
-0,90	-2,957	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749
-1,00	-3,022	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664
-1,10	-3,087	0,180	0,848	1,107	1,324	1,435	1,518	1,581
-1,20	-3,149	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501
-1,30	-3,211	0,210	0,838	1,064	1,240	1,324	1,383	1,424
-1,40	-3,271	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351
-1,50	-3,330	0,240	0,825	1,018	1,157	1,217	1,256	1,282
-1,60	-3,380	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,216
-1,70	-3,444	0,268	0,808	0,970	1,075	1,116	1,140	1,155
-1,80	-3,499	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097
-1,90	-3,553	0,294	0,788	0,920	0,996	1,023	1,037	1,044
-2,00	-3,605	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	0,995
-2,10	-3,656	0,319	0,765	0,869	0,923	0,939	0,946	0,949
-2,20	-3,705	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907
-2,30	-3,753	0,341	0,739	0,819	0,855	0,864	0,867	0,869
-2,40	-3,800	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832	0,833
-2,50	-3,845	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800
-2,60	-3,899	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769	0,769
-2,70	-3,932	0,376	0,681	0,724	0,738	0,740	0,740	0,741
-2,80	-3,973	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714	0,714
-2,90	-4,013	0,390	0,651	0,681	0,683	0,689	0,690	0,690
-3,00	-4,051	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667

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

- Untuk T = 2 Tahun

$$K_t = 0.195 \text{ (dari Tabel 4.7)}$$

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

$$\text{Log } X_2 = 2.109240969 + (0.195 \times 0,098950731)$$

$$\text{Log } X_2 = 2,128536361 \text{ mm}$$

$$X_2 = 134,442 \text{ mm}$$

- Untuk T = 5 Tahun

$$K_t = 0.844 \text{ (dari Tabel 4.7)}$$

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

$$\text{Log } X_5 = 2.109240969 + (0.844 \times 0,098950731)$$

$$\text{Log } X_5 = 2,192755385 \text{ mm}$$

$$X_5 = 155,867 \text{ mm}$$

- Untuk T = 10 Tahun

$$K_t = 1.086 \text{ (dari Tabel 4.7)}$$

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

$$\text{Log } X_{10} = 2.109240969 + (1.086 \times 0,098950731)$$

$$\text{Log } X_{10} = 2,216701462 \text{ mm}$$

$$X_{10} = 164,702 \text{ mm}$$

- Untuk T = 25 Tahun

$$K_t = 1.282 \text{ (dari Tabel 4.7)}$$

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

$$\text{Log } X_{25} = 2.109240969 + (1.282 \times 0,098950731)$$

$$\text{Log } X_{25} = 2,236095806 \text{ mm}$$

$$X_{25} = 172,224 \text{ mm}$$

- Untuk T = 50 Tahun
 $K_t = 1,379$ (dari Tabel 4.7)
 $\text{Log } X_t = \text{Log } \bar{x} + (K_t \times S)$
 $\text{Log } X_{50} = 2.109240969 + (1,379 \times 0,098950731)$
 $\text{Log } X_{50} = 2,245694027 \text{ mm}$
 $X_{50} = 176,073 \text{ mm}$
- Untuk T = 100 Tahun
 $K_t = 1,449$ (dari Tabel 4.7)
 $\text{Log } X_t = \text{Log } \bar{x} + (K_t \times S)$
 $\text{Log } X_{100} = 2.109240969 + (1,449 \times 0,098950731)$
 $\text{Log } X_{100} = 2,252620578 \text{ mm}$
 $X_{100} = 178,904 \text{ mm.}$

Tabel 4. 11: Analisis hasil curah hujan dengan Distribusi Log Person III

Sumber : Hasil penelitian.

No.	T	K_t	C_S	Log \bar{x}	Log X_T	Log S	Curah Hujan X_T (mm)
1.	2	0.195	-1,2	2.109240969	2,128536361	0,098950731	134,442
2.	5	0.844	-1,2	2.109240969	2,192755385	0,098950731	155,867
3.	10	1.086	-1,2	2.109240969	2,216701462	0,098950731	164,702
4.	25	1.282	-1,2	2.109240969	2,236095806	0,098950731	172,224
5.	50	1,379	-1,2	2.109240969	2,245694027	0,098950731	176,073
6.	100	1,449	-1,2	2.109240969	2,252620578	0,098950731	178,904

4. Distribusi *Gumbell*

Tabel 4. 12: Analisis curah hujan dengan Distribusi *Gumbell*

Sumber : Hasil penelitian

Tahun	Curah Hujan (mm) Xi	(xi-x)	(xi-x) ²	(xi-x) ³	(xi-x) ⁴
2012	90	-38.60	1489.96	-57512.46	2219980.80
2013	84	-44.60	1989.16	-88716.54	3956757.51
2014	135	6.40	40.96	262.14	1677.72
2015	147	18.40	338.56	6229.50	114622.87
2016	159	30.40	924.16	28094.46	854071.71
2017	146	17.40	302.76	5268.02	91663.62
2018	124	-4.60	21.16	-97.34	447.75
2019	132	3.40	11.56	39.30	133.63
2020	160	31.40	985.96	30959.14	972117.12
2021	109	-19.60	384.16	-7529.54	147578.91
jumlah	1286	0,6	6488.40	-83003.28	8359051.63
\bar{X}	128.6				
S	26.850				
n	10				

Dari data-data diatas didapat :

$$\bar{x} = \frac{1286}{10} = 128.6 \text{ mm}$$

$$\text{Standar Deviasi (S)} = \sqrt{\frac{\sum(xi-x)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum(6488.40)}{9}} = 26,850 \text{ mm}$$

diperoleh nilai Y_n , S_n dan Y_t untuk $n = 10$

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9496$$

$$Y_t = 0,3665$$

Menghitung Koefisien Skewness (C_s)

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

$$(C_s) = \frac{10 (-83003.28)}{(10-1)(10-2)26,850^3}$$

$$(C_s) = -0,595 \text{ mm}$$

Menghitung *Koefisien Kurtosis* (C_k)

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

$$(Ck) = \frac{10 (8359051.63)}{(10-1)(10-2)26,850^4}$$

$$(Ck) = 2,233 \text{ mm}$$

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

- $T = 2$ Tahun

$$Y_t = 0,3665 \text{ (*dari tabel 2.6*)}$$

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

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

$$X_2 = 128,6 + (-0,1355 \times 26,850)$$

$$X_2 = 124,961 \text{ mm}$$

- $T = 5$ Tahun

$$Y_t = 1,4999 \text{ (*dari tabel 2.6*)}$$

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

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

$$X_5 = 128,6 + (1,0580 \times 26,850)$$

$$X_5 = 157,007 \text{ mm}$$

- $T = 10$ Tahun

$$Y_t = 2,2502 \text{ (*dari tabel 2.6*)}$$

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

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

$$X_{10} = 128,6 + (1,8481 \times 26,850)$$

$$X_{10} = 178,221 \text{ mm}$$

- $T = 25$ Tahun

$$Y_t = 3,1985 \text{ (*dari tabel 2.6*)}$$

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

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

$$X_{25} = 128,6 + (2,8467 \times 26,850)$$

$$X_{25} = 205,033 \text{ mm}$$

- T = 50 Tahun

$$Y_t = 3,9019 \text{ (dari tabel 2.6)}$$

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

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

$$X_{50} = 128,6 + (3,5875 \times 26,850)$$

$$X_{50} = 224,924 \text{ mm}$$

- T = 100 Tahun

$$Y_t = 4,6001 \text{ (dari tabel 2.6)}$$

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

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

$$X_{100} = 128,6 + (4,3227 \times 26,850)$$

$$X_{100} = 244,664 \text{ mm}$$

Tabel 4. 13: Analisis hasil curah hujan rencana dengan Distribusi Gumbell

sumber : Hasil perhitungan

No.	Periode Ulang (T) Tahun	Y _t	Y _n	S _n	K	X	S	Curah Hujan (X _t)
1.	2	0,3665	0,4952	0,9496	-0,1355	128,6	26,850	124,961
2.	5	1,4999	0,4952	0,9496	1,0580	128,6	26,850	157,007
3.	10	2,2502	0,4952	0,9496	1,8481	128,6	26,850	178,221
4.	25	3,1985	0,4952	0,9496	2,8467	128,6	26,850	205,033
5.	50	3,9019	0,4952	0,9496	3,5875	128,6	26,850	224,924
6.	100	4,6001	0,4952	0,9496	4,3227	128,6	26,850	244,664

Tabel 4. 14: Rekapitulasi analisa curah hujan rencana maksimum

Sumber : Hasil perhitungan.

No.	Periode Ulang (T) Tahun	Normal	Log Normal	Log PersonIII	Gumbell
1.	2	128.6	128.600	134,442	124,961
2.	5	151,154	155.725	155,867	157,007
3.	10	162,968	172.146	164,702	178,221
4.	25	174,513	189.865	172,224	205,033
5.	50	183,642	205.158	176,073	224,924

6.	100	191,160	218.673	178,904	244,664
----	-----	---------	---------	---------	---------

4.4 Pemilihan Jenis Sebaran

Ketentuan dalam parameter pemilihan distribusi curah hujan tercantum dalam Tabel 4.15

Tabel 4. 15: Parameter pemilihan distribusi curah hujan

Jenis Sebaran	Kriteria	Hasil	Keterangan
Normal	$C_s \approx 0$ $C_k = 3$	$C_s = -0,595$ $C_k = 2,233$	Tidak memenuhi
<i>Log Normal</i>	$C_s \approx 3C_v + C_v^2 = 3$ $C_k = 5,383$	$C_s = -1,206$ $C_k = 2,822$	Tidak memenuhi
<i>Log Pearson Tipe III</i>	$C_s \neq 0$	$C_s = -1,2$	Tidak memenuhi
<i>Gumbell</i>	$C_s \leq 1,1396$ $C_k \leq 5,4002$	$C_s = -0,595$ $C_k = 2,233$	memenuhi

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

4.5 Pengujian Keselarasan Sebaran

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

a) Uji Kecocokan *Chi-Square*.

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

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

4.16

Tabel 4. 16: Urutan data curah hujan 10 tahun dari yang terbesar ke yang terkecil.

No	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
1	165
2	159
3	147
4	146
5	135
6	124
7	111
8	90
9	84
10	83
Jumlah	1286
\bar{X}	128.6

- Tentukan jumlah kelas (K)

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

- Menghitung derajat kebebasan (dk) dan χ^2_{cr}

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

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

- Menghitung E_i n = 10

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

Menghitung kelas distribusi Untuk probabilitas 20%

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

- Untuk probabilitas 40%

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

- Untuk probabilitas 60%

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

Untuk probabilitas 80%

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

- Menghitung Interval Kelas

1. Metode Distribusi Normal

Untuk T = 5 Tahun

$K = 0,84$ (berdasarkan tabel 2.2)

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

$$X_5 = 128.6 + (0,84 \times 26,850)$$

$$X_5 = 151,154 \text{ mm.}$$

Tabel 4. 17: Analisis data curah hujan distribusi normal sesuai interval kelas.

Periode Ulang (T)	\bar{x}	K	S	Curah Hujan (X_T) mm
5	128.6	0,84	26,850	151,154
2,5	128.6	0,25	26,850	135,312
1,670	128.6	-0,25	26,850	121,887
1,25	128.6	-0,84	26,850	106,046

2. Metode Distribusi Log Normal

Untuk T = 5 Tahun

$K_t = 0,84$ (dari tabel 2.2)

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

$$\text{Log } X_5 = 2.109240969 + (0,84 \times 0,0989507)$$

$$\text{Log } X_5 = 2,1923595 \text{ mm}$$

$$X_5 = 155,725 \text{ mm.}$$

Tabel 4. 18: Analisis data curah hujan Distribusi Log Normal sesuai interval kelas.

Periode Ulang (T)	Log X	K	S	Log X _t	Curah Hujan (X _T) mm
5	2.109240969	0,84	0,0989507	2,1923595	155,725
2,5	2.109240969	0,25	0,0989507	2,1339786	136,137
1,667	2.109240969	-0,25	0,0989507	2,0845032	121,479
1,25	2.109240969	-0,84	0,0989507	2,0261223	106,199

3. Metode Log Pearson III

- Untuk T = 5 Tahun

$$K_t = 0,844 \text{ (hasil interpolasi sesuai nilai } cs = -1,2)$$

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

$$\text{Log } X_5 = 2.109240969 + (0,844 \times 0,0989507)$$

$$\text{Log } X_5 = 2,1927553 \text{ mm}$$

$$X_5 = 155,867 \text{ mm}$$

Tabel 4. 19: Analisis data curah hujan Distribusi Log Pearson III sesuai interval kelas.

Periode Ulang (T)	Log X	K	S	Log X _t	Curah Hujan (X _T) mm
5	2.109240969	0,844	0,0989507	2,1927553	155,867
2,5	2.109240969	0,4113	0,0989507	2,1499393	141,234
1,667	2.109240969	-0,1140	0,0989507	2,0979605	125,302
1,25	2.109240969	-0,732	0,0989507	2,0368090	108,845

4. Metode *Gumbell*

n = 10 maka

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

Untuk T = 5 Tahun

K = 1,058 (dari tabel 4.17)

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

$$X_5 = 128,6 + (1,058 \times 26,850)$$

$$X_5 = 157,007 \text{ mm.}$$

Tabel 4. 20: Analisis data curah hujan Distribusi Gumbell sesuai interval kelas

Periode Ulang (T)	Reduce Variate (YT)	Yn	Sn	KT	Curah Hujan (X _T) mm
5	1,4999	0,4952	0,9496	1,058	157,007
2,5	0,672	0,4952	0,9496	0,186	133,594
1,667	0,091	0,4952	0,9496	-0,426	117,161
1,25	-0,476	0,4952	0,9496	-1,023	101,132

Nilai X² hasil perhitungan yang dapat dilihat pada tabel 4.21 , 4.22 ,4.23 dan 4.24 syarat yang harus dipenuhi,yaitu X² hitung < X².cr

Tabel 4. 21: Perhitungan Uji Kecocokan Chi-Square Dengan Distribusi Normal

No	Nilai Batas	Ekspetasi	Observasi	(O _i - E _i)	(O _i - E _i) ² /E _i
	Kelompok	E _i	O _i		
1	>151,154	2	2	0	0
2	134,312-151,154	2	3	1	0,5
3	121,887- 134,312	2	2	0	0
4	106,046-121,887	2	1	-1	0,5
5	<106,046	2	2	0	0
Jumlah		10	10	X ²	1

Dilihat dari hasil perbandingan diatas bahwa X² = harga Chi-Square = 1 < X² 5,991 maka hipotesa yang diuji dapat diterima.

Tabel 4. 22: Perhitungan uji kecocokan Chi-Square dengan Distribusi Log Normal.

No	Nilai Batas	Ekspetasi	Observasi	(O _i - E _i)	(O _i - E _i) ² /E _i
	Kelompok	E _i	O _i		
1	>155,725	2	2	0	0
2	136,137 – 155,725	2	2	0	0
3	121,479 – 136,137	2	3	1	0,5
4	106,199– 121,479	2	1	-1	0,5
5	<106,199	2	2	0	0
Jumlah		10	10	X ²	1

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

Tabel 4. 23: Perhitungan uji kecocokan Chi-Square dengan Log Pearson III

No	Nilai Batas	Ekspetasi	Observasi	(O _i - E _i)	(O _i - E _i) ² /E _i
	Kelompok	E _i	O _i		
1	>155,867	2	2	0	0
2	141,234 – 155,867	2	2	0	0
3	125,302 – 141,234	2	2	0	0
4	108,845 – 125,302	2	2	0	0
5	<108,845	2	2	0	0
Jumlah		10	10	X ²	0

Dilihat dari hasil perbandingan diatas bahwa $X^2 = \text{harga Chi-Square} = 0 < X^2_{5,991}$ maka hipotesa yang diuji dapat diterima.

Tabel 4. 24: Perhitungan uji kecocokan Chi-Square dengan Distribusi Gumbell.

No	Nilai Batas	Ekspetasi	Observasi	(O _i - E _i)	(O _i - E _i) ² /E _i
	Kelompok	E _i	O _i		
1	>157,007	2	2	0	0
2	133,594 – 157,007	2	3	1	0,5
3	117,161 – 133,594	2	2	0	0
4	101,132 – 117,161	2	1	-1	0,5
5	<101,132	2	2	0	0
Jumlah		10	10	X ²	1

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

4.6 Hasil Pengujian Dan Distribusi Frekuensi Yang Terpilih

a) Uji Chi Square

Tabel 4. 25: Hasil analisis pengujian sebaran Chi Square.

Hasil	Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbell
Chi-Kuadrat Hitung (X^2)	1	1	0	1
Chi-Kuadrat Kritis (X^2_{cr})	5,991	5,991	5,991	5,991
Hipotesa	diterima	diterima	diterima	diterima

b) Analisis Distribusi yang terpilih adalah

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

4.7 Debit Banjir Rancangan

Perhitungan debit rencana saluran drainase didaerah perkotaan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus rasional. Analisis penampang drainase menghitung luas basah dan keliling basah penampang di drainase tersebut dan menganalisis volume penampang dengan persamaan *manning*. Selanjutnya menghitung debit saluran yang terjadi. Tabel berikut ini menyajikan standar desain saluran drainase berdasarkan pedoman drainase perkotaan dan standar desain teknis. Debit banjir rencana dihitung dengan menggunakan metode rasional dengan faktor parameternya antara lain koefisien limpasan, intensitas hujan daerah dan luas *catchment area*.

a) Saluran Primer

1. Menghitung Waktu Konsentrasi

DIK : Data Lapangan dan Data Satelit

Tabel 4. 26: Data lapangan saluran primer yang ditinjau

Sumber : Hasil perhitungan

No	Data Hidrologi	Notasi	Satuan	Saluran Primer I	Saluran Primer II	Saluran Primer III
1	Slope/Kemiringan Saluran	S	%	0,004	0,001	0,001
2	Panjang Aliran	L	m	172	928	300

DIT : t_c ?

$$t_c = 0,0195 \times L^{0.77} \times S^{-0.385}$$

- Saluran Primer I yang ditinjau

$$t_c = 0,0195 \times 172^{0.77} \times 0,004^{-0.385}$$

$$t_c = 8,601979808 \text{ menit.}$$

DIT : t_c ?

$$t_c = 0,0195 \times L^{0.77} \times S^{-0.385}$$

- Saluran Primer II yang ditinjau

$$t_c = 0,0195 \times 928^{0.77} \times 0,001^{-0.385}$$

$$t_c = 53,708936516 \text{ menit.}$$

DIT : t_c ?

$$t_c = 0,0195 \times L^{0.77} \times S^{-0.385}$$

- Saluran Primer III yang ditinjau

$$t_c = 0,0195 \times 300^{0.77} \times 0,001^{-0.385}$$

$$t_c = 22,512202026 \text{ menit.}$$

Total $t_c = 8,601979808 \text{ menit.} + 53,708936516 \text{ menit.} + 22,512202026 \text{ menit.}$

$= 84,8231183 \text{ menit} = \pm 1,2 \text{ jam.}$

Menghitung Intensitas Hujan Menggunakan Rumus Mononobe

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

$$I = \frac{178,221}{24} \left(\frac{24}{1,2} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$= 54,71431 \text{ mm/jam}$

2. Koefisien Pengaliran

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

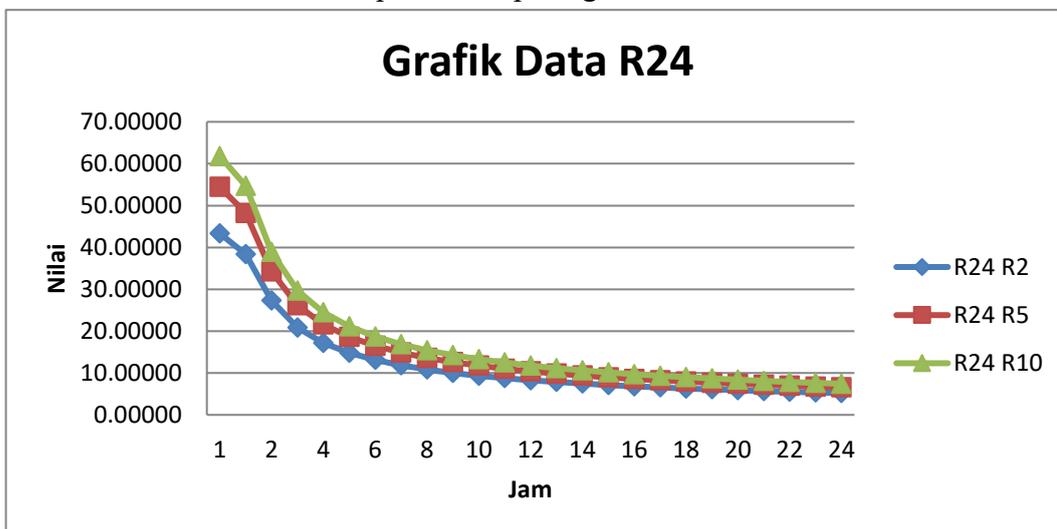
Hasil perhitungan intensitas hujan dengan rumus *Mononobe* data *Gumbell* dapat dilihat pada tabel 4.27 dibawah ini

Tabel 4. 27: Rekapitulasi Analisa Intensitas Hujan Menggunakan Rumus Mononobe
Sumber : Hasil Perhitungan.

t(Jam)	R24		
	R2	R5	R10
	124.961	157.007	178.221
1	43.32156	54.43129	61.78577
1,2	38.36336	48.20156	54.71431
2	27.29087	34.28956	38.92260
3	20.82683	26.16783	29.70350
4	17.19217	21.60107	24.51970
5	14.81576	18.61524	21.13044
6	13.12008	16.48470	18.71203
7	11.83874	14.87476	16.88456
8	10.83039	13.60782	15.44644
9	10.01250	12.58018	14.27995
10	9.33335	11.72687	13.31134
11	8.75875	11.00492	12.49185
12	8.26513	10.38471	11.78784
13	7.83565	9.84509	11.17531
14	7.45794	9.37051	10.63661
15	7.12268	8.94927	10.15845
16	6.82272	8.57239	9.73065
17	6.55247	8.23283	9.34521
18	6.30748	7.92502	8.99581
19	6.08417	7.64445	8.67733
20	5.87964	7.38746	8.38562
21	5.69147	7.15104	8.11725

22	5.51767	6.93266	7.86937
23	5.35655	6.73023	7.63959
24	5.20671	6.54196	7.42588

Kurva IDF dari tabel 4.27 dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut :



Gambar 4. 3: Kurva IDF intensitas hujan

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

2. Catchment Area

Luas *Catchment area* drainase kawasan Kelurahan Pulo Brayon Darat I Kecamatan Medan Timur adalah 0,013 km² . Koefisien pengaliran (C) = 0.95.

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

- Kala ulang 10 tahun

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

$$Q = 0,95 \times 0,278 \times 54,71431 \times 0,013$$

$$Q = 0,187850640 \text{ m}^3/\text{det.}$$

Tabel 4. 28 Untuk kala ulang 2 – 10 tahun tertera di dibawah ini

No	Periode	β	α	I (mm/jam)	km ²	Q (m ³ /det)
1	2	0,00278	0,95	38,36336	0,013	0,131712923
2	5	0,00278	0,95	48,20156	0,013	0,165490415
3	10	0,00278	0,95	54,71431	0,013	0,18785064

4.8 Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika penampang saluran drainase di kawasan Jalan Madio Santoso Kelurahan Pulo Brayan Darat I dilakukan dengan melakukan perbandingan besarnya debit banjir rancangan dengan besarnya kemampuan saluran menampung debit banjir. Apabila Q rancangan debit banjir > Q tampungan saluran maka saluran tidak akan mampu

4.9 Perhitungan Kapasitas Saluran

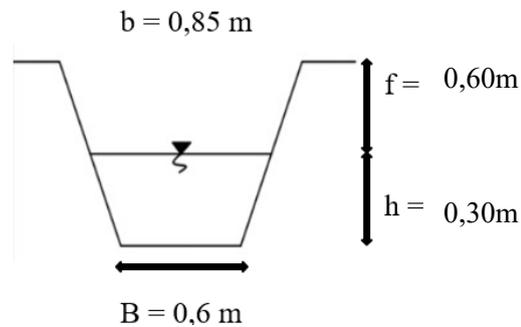
Berdasarkan hasil survei yang dilakukan didapat data lapangan Saluran Primer. Dalam hal ini saluran primer diartikan sebagai saluran utama yang mengalir di sepanjang Jalan Kawasan Jalan Madio Santoso yang mengalir dari hulu ke hilir (sampai ke Sungai Seruwai).

a) Saluran Primer

Tabel 4. 29: Hasil Survei Drainase Saluran Primer (SP) di Jalan Madio Santoso.

No	Saluran	Ukuran Saluran			Panjang Saluran (m)	Kondisi Eksisting Saluran
		A (meter)	B (meter)	H (meter)		
1	Primer I	0,217	0,6	0,90	172	Pasangan Batu Diplaster
2	Primer II	0,245	1,05	1	928	Pasangan Batu Diplaster
3	Primer III	0,6	1	1,5	300	Pasangan Batu Diplaster

➤ Saluran Primer 1



Gambar 4. 4 Saluran Primer I

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

Dik :

- Luas Penampang (A)

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

$$A = (0,6 + 0,416 \times 0,30) \times 0,30$$

$$A = 0,21744 \text{ m}^2$$

- Keliling Basah (P)

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

$$P = 0,6 + 2(0,30) \sqrt{0,416^2 + 1}$$

$$P = 1,24985 \text{ m}$$

- Jari-Jari Hidraulis (R)

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

$$R = \frac{0,21744}{1,24985}$$

$$R = 0,173973 \text{ m}$$

Menghitung Kecepatan Menggunakan Rumus Manning

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

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,173973^{2/3} \times 0,004^{1/2}$$

$$V = 0,788396 \text{ m/det}$$

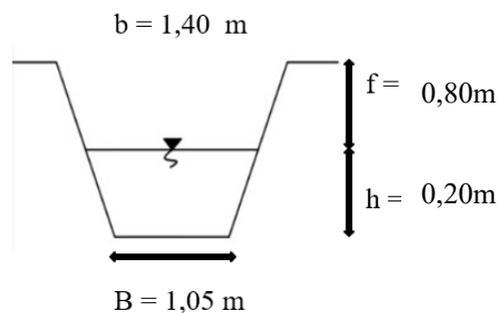
Jadi kapasitas tampungan saluran adalah:

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = 0,21744 \times 0,788396$$

$$Q = 0,171428826 \text{ m}^3/\text{det}$$

➤ Saluran Primer II



Gambar 4. 5 Saluran Primer II

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

Dik :

- Luas Penampang (A)

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

$$A = (1,05 + 0,875 \times 0,20) \times 0,20$$

$$A = 0,245 \text{ m}^2$$

- Keliling Basah (P)

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

$$P = 1,05 + 2(0,20) \sqrt{0,875^2 + 1}$$

$$P = 1,58151 \text{ m}$$

- Jari-Jari Hidraulis (R)

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

$$R = \frac{0,245}{1,58151}$$

$$R = 0,154915 \text{ m}$$

Menghitung Kecepatan Menggunakan Rumus Manning.

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,154915^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$V = 0,364857 \text{ m/det}$$

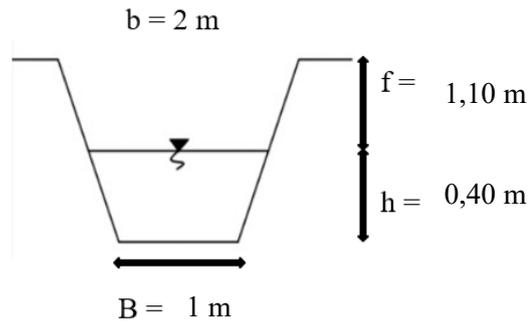
Jadi kapasitas tampungan saluran adalah:

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = 0,245 \times 0,364857$$

$$Q = 0,089389 \text{ m}^3/\text{det}$$

➤ Saluran Primer III



Gambar 4. 6 Saluran Primer III

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

Dik :

- Luas Penampang (A)

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

$$A = (1 + 1,25 \times 0,40) \times 0,40$$

$$A = 0,6 \text{ m}^2$$

- Keliling Basah (P)

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

$$P = 1 + 2(0,40) \sqrt{1,25^2 + 1}$$

$$P = 2,28062 \text{ m}$$

- Jari-Jari Hidraulis (R)

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

$$R = \frac{0,6}{2,28062}$$

$$R = 0,263086 \text{ m}$$

Menghitung Kecepatan Menggunakan Rumus Manning

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,263086^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$V = 0,519348 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan saluran adalah:

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = 0,6 \times 0,519348$$

$$Q = 0,3116088 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 4. 30: Perhitungan Q analisis tampungan penampung dan Q analisis rancangan debit saluran primer

SALURAN PRIMER								
No	Kala Ulang (Tahun)	Q Rencana Debit Banjir	Q Tampungan					
			Primer I	Ket	Primer II	Ket	Primer III	Ket
1	2	0,131712923 m ³ /detik	0,19142 m ³ /detik	Aman	0,08938m ³ /detik	Tidak Aman	0,31160 m ³ /detik	Aman
2	5	0,165490415 m ³ /detik	0,19142 m ³ /detik	Aman	0,08938 m ³ /detik	Tidak Aman	0,31160 m ³ /detik	Aman
3	10	0,18785064 m ³ /detik	0,19142 m ³ /detik	Aman	0,08938 m ³ /detik	Tidak Aman	0,31160 m ³ /detik	Aman

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

4.10 Upaya Penanggulangan Air atau Banjir

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

1. Pada Primer I yaitu dari titik patok (P₀ – P₂) terdapat sedimen atau sampah disaluran primer yang mengakibatkan lambatnya laju air mengalir pada saluran drainase tersebut sehingga saluran tidak dapat mengalirkan air secara maksimal pada waktu konsentrasi yang cukup lama.
2. Pada Primer II yaitu dari titik patok (P₂- P₁₉). Permasalahan pada dimensi

saluran dan elevasi wilayah yang tidak stabil menghambat dan menahan laju air di sepanjang saluran primer II. Terutama di titik P7 di jarak 365m terjadi genangan dari drainase yang meluap karena elevasi pada titik itu lebih rendah daripada disekitarnya dan dimensi saluran yang tidak cukup untuk menampung debit curah hujan, jadi di titik itu diluan terjadi genangan hingga sampai ke jalan.

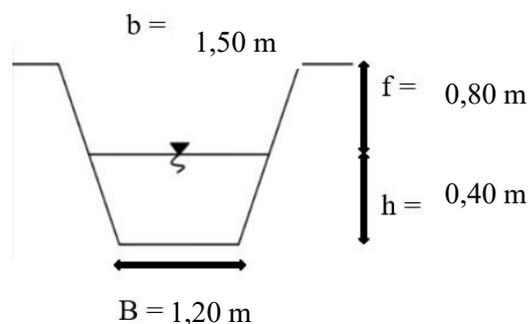
3. Pada Primer III (P19-P22) yaitu sangat cukup untuk menampung debit air hujan, tapi karena elevasi di saluran primer II bermasalah, pada primer III ini tidak bisa maksimal menampung dan mengalirkan air langsung ke sungai.

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

1. Perlu dilakukannya upaya pemulihan fungsi drainase dengan membersihkan sedimen atau sampah yang ada didalam sepanjang saluran drainase.
2. Mengubah dimensi saluran eksisting pada primer II. Dengan ukuran slope tetap agar mampu menampung dan mengalirkan debit banjir selama kala ulang 2-10 tahun.

Tabel 4. 31: Hasil perencanaan Saluran Primer (SP) di kawasan jalan Madio Santoso

No	Saluran	Ukuran Saluran			Panjang Saluran (km)	Kondisi Eksisting Saluran
		A (meter)	B (meter)	H (meter)		
1	Primer II	0,406	1,10	1,11	928	Pasangan Batu Diplaster



Gambar 4. 7 Perencanaan Saluran Primer II

- Luas Penampang (A)

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

$$A = (1,20 + 0,5 \times 0,40)0,40$$

$$A = 0,56 \text{ m}^2$$

- Keliling Basah (P)

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

$$P = 1,20 + 2(0,40) \sqrt{0,5^2 + 1}$$

$$P = 2,09443 \text{ m}$$

- Jari-Jari Hidraulis (R)

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

$$R = \frac{0,56}{2,09443}$$

$$R = 0,267376 \text{ m}$$

Menghitung Kecepatan Menggunakan Rumus Manning

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,267376^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$V = 0,524979 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan saluran adalah:

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = 0,56 \times 0,524979$$

$$Q = 0,29398824 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil Q rencana debit banjir dan Q analisa tampung penampung diatas dibuat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran draisnse seperti pada tabel 4.32

Tabel 4. 32: Perhitungan *Q* analisis tampung penampung dan *Q* analisis rancangan debit banjir di kawasan Kelurahan Pulo Brayon Darat I

SALURAN PRIMER				
No	Kala Ulang (Tahun)	Q Rencana Debit Banjir	Q Tampung	
			Primer II	Ket
1	2	0,131712923 m ³ /detik	0,29398 m ³ /detik	Aman
2	5	0,165490415 m ³ /detik	0,29398 m ³ /detik	Aman
3	10	0,18785064 m ³ /detik	0,29398 m ³ /detik	Aman

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

1. Dari hasil analisa distribusi frekuensi hujan dengan berbagai metode, maka yang akan digunakan periode ulang 10 tahun yaitu distribusi Gumbell sehingga distribusi inilah yang mengevaluasi data selanjutnya.
2. Dari hasil perhitungan debit banjir rencana didapat:
 - Kala ulang 2 Tahun : **0,131712923** m³ /detik
 - Kala ulang 5 Tahun : **0,165490415** m³ /detik
 - Kala ulang 10 Tahun : **0,18785064** m³ /detik
3. Dari pengamatan dan analisa yang dilakukan pada penelitian ini, diketahui penyebab terjadinya banjir di daerah tersebut dikarenakan sedimen dan sampah yang bertumpuk pada saluran primer II yang terlalu kecil dimensinya dan elevasi didaerah yang terjadi genangan itu rendah dari tempat lain, sehingga air hujan yang ditampung dan mengalir pada saluran drainase tersebut tidak dapat mengalirkan air dengan optimal.
4. Untuk mengendalikan banjir tersebut direncanakanlah sebuah saluran drainase primer II yang layak sekaligus aman terhadap debit banjir yaitu dengan dimensi saluran yang memiliki lebar 1,50 meter, tinggi 1,20 meter, dengan kemiringan slope 0,001 dan dapat menampung debit banjir sebesar 0,18785064 m³/detik.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil studi evaluasi sistem drainase di Jalan Sari Kelurahan Pulo Brayon Darat I Kecamatan Medan Timur, penulis mencoba mengemukakan beberapa saran diantaranya yaitu :

- 1) Dari analisa dan pengamatan dilapangan didapatkan bahwa adanya beberapa titik pada saluran drainase primer yang tidak berfungsi dengan normal, terlalu banyaknya bahan sedimen yang mengendap dan banyaknya sampah didalam drainase, sehingga perlu dilakukannya upaya pemulihan fungsi drainase, dengan membuat kolam lumpur permasing masing titik saluran, agar mempermudah mengumpulkan sampah yang ada pada saluran dan lebih menghemat biaya dalam pelaksanaannya.
- 2) Perlu dilakukannya perbesaran dimensi saluran primer II agar kapasitas penampungan air cukup menampung debit banjir
- 3) Perlu adanya kesadaran pada masyarakat untuk menjaga dan merawat saluran drainase agar tetap berfungsi dengan normal.
- 4) Hasil penulisan penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan kepada pihak terkait untuk merencanakan sistem saluran drainase pada daerah penelitian ini dikemudian hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Abda, J. (2021). Tinjauan Sistem Drainase Jalan. *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa Dan Sosial*, 17(2), 107–113.
- Abdul Kholiq, S. (2021). ANALISIS SALURAN DRAINASE DI PEMUKIMAN PADATPENDUDUK(Studi Kasus : Banjir di Jalan Lio Santa, Kecamatan Citamiyang, KotaSukabumi). *Jurnal Student Teknik Sipil*, 3(2), 374–386.
- Asmorowati, E. T., Rahmawati, A., Sarasanty, D., Kurniawan, A. A., Rudiyanto, M. A., Nadya, E., Nugroho, M. W., & Findia. (2021). Drainase Perkotaan. *Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia*, June, 161.
- Balahanti, R., Mononimbar, W., & Gosal, P. H. (2023). Analisis Tingkat Kerentanan Banjir Di Kecamatan Singkil Kota Manado. *Jurnal Spasial*, 11, 69–79.
- Enrekang, J. K. (2024). *Arus Jurnal Sains dan Teknologi (AJST) Studi Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan di Kelurahan*. 2(2), 0–5.
- Kuncoro, N. R., Sukaris, S., Widiharti, W., & Rahim, A. R. (2024). Analisis Dan Evaluasi Saluran Drainase Perkotaan Di Kawasan Kelurahan Kemuteran Kota Gresik. *DedikasiMU : Journal of Community Service*, 6(2), 211. <https://doi.org/10.30587/dedikasimu.v6i2.7748>
- Muhammad, R. (2022). Analisis Sistem Saluran Drainase Untuk Menanggulangi Banjir Di Area Perumahan Grand Azizi Kota Padang Panjang (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT). In *Braz Dent J.* (Vol. 33, Issue 1).
- Nasrudin, M. (2023). *Studi Evaluasi Saluran Drainase Perkotaan Pada Kelurahan Purwantoro Kecamatan Blimbing Kota Malang, Jawa Timur Menggunakan Program Epa-Swmm*.
- Nasution, A. T. A. (2022). *Evaluasi Sistem Drainase Untuk Menanggulangi Banjir (Studi Kasus Jalan Dr. Mansyur Depan Kampus Usu Fakultas Kedokteran)*. 1–56.
- Nurhamidin, A. E., Jasin, M. I., & Halim, F. (2015). Analisis Sistem Drainase Kota Tondano. *Jurnal Sipil Statik*, 3(9), 599–612.
- Suparyanto dan Rosad (2015). (2020). Bab 3 Landasan Teori. *Suparyanto Dan Rosad (2015, 5(3), 248–253*.

- El Mahmudi, M. R., & Bekti, H. (2022). Analisis Kesiapsiagaan Bencana Banjir Di Jakartafile:///Users/macbook/Downloads/literatur 1.pdf. *JANE - Jurnal Administrasi Negara*, 13(2), 302.
- Udiana, I. M (2020). P5_UDIANA_PerencanaanKolamRetensi. *Jurnal Teknik Sipil*, IX(2), 229–240.
- Wandra, H. (2022). *ANALISIS SISTEM DRAINASE (Studi Kasus Jalan Depati Parbo, Kota Sungai Penuh)*. 1–2.
- Nurhamidin, A. E., Jasin, M. I., & Halim, F. (2015). Analisis Sistem Drainase Kota Tondano. *Jurnal Sipil Statik*, 3(9), 599–612.

LAMPIRAN



Lampiran 1. Survey Drainase Primer I



Lampiran 2. Survey Drainase Primer II



Lampiran 3. Survey Drainase Primer III



Lampiran 4. Wilayah Kecamatan Medan Timur



DATA DIRI PENULIS

Nama Lengkap : Ahmad Raihan Haiqal Siregar
Tempat Tanggal Lahir : Medan, 01 Januari 2003
Alamat : DUSUN III JL. Banten Psr. VI ,Kec.
Labuhan Deli, Kab. Deli Serdang,
Sumatera Utara
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Safruddin Siregar, SH
Ibu : Heni Rustati, S.T., M.Si.
No. Telp : 0895351753235
Email : raihansrg01@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

SD Pertiwi Kota Medan	Tahun Lulus 2015
SMP Pertiwi Kota Medan	Tahun Lulus 2018
SMA Kartika I-2 Kota Medan	Tahun Lulus 2021
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	2021 - Selesai