

TUGAS AKHIR
KAJIAN KAPASITAS KOLAM RETENSI DALAM
MENGENDALIKAN BANJIR DI KAWASAN PERUMAHAN
PADAT PENDUDUK DI JALAN GRIYA MARTUBUNG

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

Disusun Oleh:

NURHAYATI SIREGAR

2207210146



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

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini ditujukan oleh :

Nama : Nurhayati Siregar

NPM : 2207210146

Pogram Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Kajian Kapasitas Kolam Retensi Dalam Mengendalikan Banjir Di
Kawasan Perumahan Padat Penduduk Di Jalan Griya Martubung

Bidang Ilmu : Struktur

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

Disetujui Untuk Disampaikan Kepada

Panitia Ujian Skripsi:

Medan, 29 Agustus 2026

Dosen Pembimbing



Rizki Efrida, S.T., M.T

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini ditujukan oleh :

Nama : Nurhayati Siregar

NPM : 2207210146

Pogram Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Kajian Kapasitas Kolam Retensi Dalam Mengendalikan Banjir Di Kawasan Perumahan Padat Penduduk Di Jalan Griya Martubung

Bidang Ilmu : Struktur

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

Medan, 29 Agustus 2026

Mengetahui dan menyetujui :

Dosen Pembimbing



Rizki Efrida, S.T., M.T

Dosen Pembanding I

Dosen Pembanding II

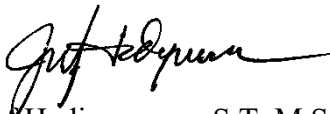


Ir. Ade Falsal, S.T.,M.Sc.,Ph.D,



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

Ketua Program Studi



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini ditujukan oleh :

Nama : Nurhayati Siregar
Tempat/Tanggal Lahir : Aek Nabara, 28 Agustus 2003
NPM : 2207210146
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sesjurnya, bahwa laporan Tugas Akhir berjudul:

“Kajian Kapasitas Kolam Retensi Dalam Mengendalikan Banjir Di Kawasan Perumahan Padat Penduduk Di Jalan Griya Martubung”

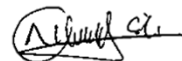
Bukan merupakan plagiatisme, pencurian, hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non material serta segala kemungkinan lain, yang pada hakikatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila dikemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi dengan sanksi terberat dengan pembatalan kelulusan atau keserjanaan saya.

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

Medan, 29 Agustus 2026

Saya Menyatakan,



Nurhayati Siregar

ABSTRAK

KAJIAN KAPASITAS KOLAM RETENSI DALAM MENGENDALIKAN BANJIR DI KAWASAN PERUMAHAN PADAT PENDUDUK DI JALAN GRIYA MARTUBUNG

Nurhayati Siregar

2207210146

Rizki Efrida, S.T., M.T

Kota Medan mengalami pertumbuhan penduduk dan pembangunan yang pesat, sehingga lahan resapan air semakin berkurang dan digantikan permukaan kedap air. Kondisi ini meningkatkan limpasan permukaan, terutama di kawasan permukiman padat penduduk seperti Jalan Griya Martubung, yang kerap mengalami genangan dan banjir akibat sistem drainase yang tidak memadai. Kolam retensi dibangun untuk menampung limpasan air hujan sementara sebelum dialirkan kembali ke saluran drainase, sehingga debit puncak banjir dapat ditekan. Penelitian ini bertujuan mengetahui kapasitas tampung kolam retensi yang tersedia serta merumuskan upaya optimalisasinya dalam mengendalikan banjir di kawasan tersebut. Data yang digunakan meliputi data primer berupa pengukuran dimensi fisik kolam retensi, dan data sekunder berupa curah hujan harian maksimum 10 tahun (2016–2025) dari Stasiun Klimatologi Deli Serdang. Curah hujan rencana dihitung menggunakan empat metode distribusi frekuensi (Normal, Log Normal, Log Pearson III, dan Gumbel), dengan metode terpilih ditentukan berdasarkan kesesuaian koefisien kemencengan, variasi, dan kurtosis data. Hasil penelitian menunjukkan kapasitas tampung kolam retensi sebesar 189.750 m³, diperoleh dari luas permukaan 82.500 m² dan kedalaman efektif 2,3 m. Distribusi Log Pearson III terpilih sebagai metode paling representatif, dengan curah hujan rencana meningkat dari 140,32 mm hingga 174,19 mm pada periode ulang 2–50 tahun. Optimalisasi kapasitas kolam direkomendasikan melalui pengerukan sedimen rutin, pemanfaatan ruang freeboard, dan pengendalian tata guna lahan di daerah tangkapan air.

Kata Kunci: kolam retensi, kapasitas tampung, curah hujan rencana, pengendalian banjir

ABSTRACT

ASSESSMENT OF RETENTION POND CAPACITY FOR FLOOD CONTROL IN A DENSELY POPULATED RESIDENTIAL AREA ON JALAN GRIYA MARTUBUNG

Nurhayati Siregar

2207210146

Rizki Efrida, S.T., M.T

The city of Medan is experiencing rapid population growth and urban development, leading to a reduction in permeable land and its replacement by impervious surfaces. This situation increases surface runoff, particularly in densely populated areas like Jalan Griya Martubung, which frequently suffers from inundation and flooding due to inadequate drainage systems. Retention ponds are constructed to temporarily store stormwater runoff before discharging it into drainage channels, thereby mitigating peak flood discharge. This study aims to determine the available retention capacity of the pond and outline optimization strategies for flood control in the area. The data used include primary data—measurements of the pond's physical dimensions—and secondary data comprising maximum daily rainfall over a 10-year period (2016–2025) from the Deli Serdang Climatology Station. Design rainfall was calculated using four frequency distribution methods (Normal, Log-Normal, Log-Pearson III, and Gumbel), with the selection based on the data's skewness, variation, and kurtosis coefficients. The results indicate a retention pond capacity of 189,750 m³, derived from a surface area of 82,500 m² and an effective depth of 2.3 m. The Log-Pearson III distribution was selected as the most representative method, with design rainfall values ranging from 140.32 mm to 174.19 mm for return periods of 2 to 50 years. Recommendations for optimizing pond capacity include routine sediment dredging, utilization of freeboard space, and land-use control within the catchment area.

Keywords: retention pond, storage capacity, design rainfall, flood control

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Kajian Kapasitas Kolam Retensi Dalam Mengendalikan Banjir Di Kawasan Perumahan Padat Penduduk Di Jalan Griya Martubung” sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU).

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

1. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil dan Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir.Ade Faisal, S.T.,M.Sc.,Ph.D, selaku Dekan dan Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu dan memberikan saran demi kelancaran penulisan dalam proses menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Josef Hadipramana, S.T.,M.Sc.,Ph.D, selaku Ketua Prodi Teknik Sipil dan Dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu dan memberikan saran demi kelancaran penulisan dalam proses menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Khairul Umurani, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Terima kasih kepada Tim BIO-JUTAWAN pada ajang PIMNAS (Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional) 2025 yang dilaksanakan di Universitas Hasanuddin, Makassar yang terdiri dari Ibu Rini Susanti, S.P.,M.P selaku dosen pendamping dan rekan saya Nurhalimah, Fitri Khairunnisa, Putri Rahayu, Dimas Aditia yang telah bersama-sama menjalani perjalanan panjang ini, dari awal persiapan hingga akhir kompetisi, dukungan, kerja keras, sehingga karya kita lolos ke

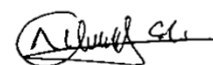
tingkat nasional, Prestasi ini memberikan penghargaan berupa pembebasan ujian skripsi.

6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipil kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Terima kasih yang sangat teristimewah kepada Ayahanda tercinta Hasan Siregar yang telah bersusah payah memberikan dukungan dan semangat kepada saya dalam menyusun Tugas Akhir ini hingga selesai.
9. Kepada Almarhumah Ibunda tercinta dan pintu surgaku, ibu Sopiana Rambe seseorang yang biasa saya sebut mama yang selalu penulis rindukan yang kini telah beristirahat di Surganya Allah. Walau tidak sempat menemani penulis setiap langkah dalam proses ini, penulis percaya bahwa doa dan kasih sayang mu masih menyertai setiap langkah penulis hingga mampu berada di titik ini.
10. Rekan-rekan mahasiswa/i seperjuangan Kelas D1 Pagi Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Stambuk 2022. Yang telah memberikan perhatian serta dukungan dalam menjalankan perkuliahan. Terimakasih saya ucapkan sudah menjadi bagian dari sebuah kisah yang takkan terlupakan.

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

Wassalamualaikum Wr. Wb

Medan, 29 Agustus 2026
Saya yang menyatakan



Nurhayati Siregar

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematis Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Banjir	6
2.1.1 Pengertian Banjir	6
2.1.2 Jenis-Jenis Banjir	7
2.1.3 Penyebab Banjir di Kawasan Perkotaan	9
2.1.4 Dampak Banjir	10
2.2 Kawasan Perumahan Padat Penduduk	10
2.2.1 Pengertian Kawasan Perumahan Padat Penduduk	10
2.2.2 Karakteristik Kawasan Perumahan Padat Penduduk	11
2.2.3 Pengaruh Kepadatan Penduduk terhadap Limpasan Permukaan	12
2.3 Sistem Drainase Perkotaan	13
2.3.1 Pengertian Drainase	13

2.3.2 Fungsi dan Jenis Drainase	14
2.3.3 Permasalahan Drainase di Kawasan Perumahan	16
2.4 Hidrologi	17
2.4.1 Curah Hujan	17
2.4.2 Analisis Curah Hujan Rencana	18
2.4.3 Intensitas Curah Hujan	23
2.5 Kolam Retensi	24
2.5.1 Pengertian Kolam Retensi	24
2.5.2 Fungsi dan Manfaat Kolam Retensi	25
2.5.3 Kapasitas Tampungan Kolam Retensi	25
2.5.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kapasitas Kolam Retensi	26
2.5.5 Efektivitas Kolam Retensi dalam Pengendalian Banjir	27
BAB 3 METODE PENELITIAN	29
3.1. Bagan Alir Penelitian	29
3.2. Lokasi Penelitian	30
3.3 Metode Penelitian	30
3.4 Teknik Pengumpulan Data	30
3.5 Pengolahan Data	31
BAB 4 HASIL & PEMBAHASAN	32
4.1. <i>Input Data</i>	32
4.2 Analisa Hidrologi	33
4.3 Pemilihan Metode Distribusi Terpilih	43
4.4 Perhitungan Volume Tampungan Kolam Retensi	44
4.5 Interpretasi Kritis terhadap Kapasitas Tampung	45
4.6 Peningkatan Curah Hujan Rencana	45
4.7 Upaya Optimalisasi Kapasitas Kolam Retensi dalam Mengendalikan Banjir	46
4.7.1 Upaya Optimalisasi Struktural (<i>Structural Measures</i>)	46
4.7.2 Upaya Optimalisasi Non-Struktural (<i>Non-Structural Measures</i>)	46
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47

DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	51
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1: Nilai koefisien untuk Distribusi Normal (Sumber : Lubis, F. 2016)	19
Tabel 2. 2: Nilai Koefisien Untuk Distribusi Log Normal (Sumber : Lubis, F. 2016)	19
Tabel 2. 3: Faktor k untuk sebaran Log Pearson III (Sumber : Lubis, F. 2016)	21
Tabel 2. 4: Reduced mean (Y_n)	22
Tabel 2. 5: Reduced standard deviasi (S_n)	23
Tabel 2. 6: Reduced variate (Y_t)	23
Lampiran Tabel 1: Data Curah Hujan Harian	52
Lampiran Tabel 2: Rekapitulasi Hasil Analisa Curah Hujan Rencana Maksimum	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1: Drainase Alami	15
Gambar 2. 2: Drainase Buatan	16
Gambar 3. 1: Bagan Alir Penelitian	29
Gambar 3. 2: Peta Lokasi Penelitian	30
Gambar 4. 1: Gambar Grafik Rekapitulasi	42
Lampiran Gambar 1: Kolam retensi penampakan dari atas	52

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 variable untuk periode ulang tahun
$\log \bar{X}$	= Harga rata-rata logaritmik
X_i	= Nilai curah hujan tiap-tiap
N	= Jumlah data
S	= Standar Deviasi
C_s	= Koefisien <i>Skewness</i>
K	= Harga yang diperoleh berdasarkan nilai C_s
Y_t	= Reduced variable, parameter Gumbel untuk untuk periode T tahun
Y_n	= Reduced mean, merupakan fungsi dari banyaknya data (n)
S_n	= Reduced standar deviasi, merupakan fungsi dari banyak data (n)
x_1	= Curah hujan maksimum (mm)
n	= Lama pengamatan
I	= Intensitas curah hujan (mm/jam)
R_{24}	= Curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)
t_c	= Waktu konsentrasi (jam)
V	= volume tampungan (m^3)
A	= luas tampungan (m^2)
h	= kedalaman tampungan (m)
Q	= debit puncak ($m^3/detik$)
C	= koefisien limpasan
I	= intensitas hujan (mm/jam)
A	= luas daerah tangkapan (km^2)

E_Q = efektivitas pengurangan debit (%)

$Q_{in,max}$ = debit puncak masuk (m³/detik)

$Q_{out,max}$ = debit puncak keluar (m³/detik)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Medan, sebagai ibu kota Sumatra Utara, sekarang berkembang pesat. Jumlah penduduknya terus naik, dan pertumbuhan kota ini benar-benar terasa, apalagi di beberapa wilayah yang berubah cepat banget. Tapi, ada konsekuensinya. Lahan hijau mulai hilang satu per satu. Dulu, banyak ruang terbuka yang bantu atur air hujan, sekarang berubah menjadi permukiman padat banyak aspal, beton, semuanya permukaan kedap air. Efeknya, tanah nggak bisa lagi menyerap air hujan kayak dulu. Begitu hujan deras turun, air langsung ngumpul di permukaan, volumenya melonjak dalam waktu singkat.

Sistem drainase di kota Medan semakin rusak karena usianya, terutama di wilayah yang padat. Setiap musim hujan, banyak genangan air hingga banjir selalu terjadi. Ironisnya, sebagian besar permukiman di wilayah griya martubung belum dilengkapi dengan fasilitas penampungan air yang memadai, sehingga limpasan air hujan tidak memiliki saluran pembuangan yang optimal dan cenderung menggenangi kawasan permukiman sekitarnya. Permasalahan tersebut terjadi secara berulang dari tahun ke tahun, dengan tingkat kompleksitas penanganan yang semakin meningkat seiring dengan bertambahnya intensitas pembangunan dan berkurangnya daerah resapan air. Banjir adalah peristiwa cuaca yang sering terjadi di berbagai kota di Indonesia dan memiliki dampak yang luas terhadap kehidupan masyarakat, perekonomian, serta lingkungan sekitarnya. Karena perubahan iklim menyebabkan hujan semakin deras, ditambah banyaknya bangunan yang terus berkembang, maka sistem drainase di kota sekarang tidak lagi mampu menyerap air yang mengalir dari permukaan secara efektif. Kondisi tersebut semakin memburuk karena semakin kurangnya area penyerapan air, karena lahan-lahan digunakan untuk membuat kawasan pemukiman dan infrastruktur. Perubahan cara penggunaan lahan di area perkotaan menyebabkan jumlah air yang mengalir

meningkat, sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya banjir, terutama di wilayah permukiman yang penduduknya padat (Priambodo, S., & Hamzah, Y. S. (2024).

Kolam retensi merupakan salah satu struktur rekayasa hidraulik yang dirancang untuk menampung limpasan air hujan dalam jumlah besar secara sementara sebelum dilepaskan secara terkontrol ke sistem drainase atau sungai utama. Fungsi utama kolam retensi adalah untuk mengurangi puncak debit banjir, menunda aliran puncak, dan mengatur waktu limpasan, sehingga sistem drainase perkotaan tidak cepat mengalami kelebihan beban saat hujan deras. Keberadaan kolam retensi secara efektif dapat membantu menurunkan frekuensi dan tingkat keparahan banjir di kawasan permukiman padat penduduk seperti di Medan, yang sering mengalami permasalahan genangan.

Namun demikian, efektivitas kolam retensi sangat bergantung pada kapasitas tampungan yang sesuai dengan karakteristik hidrologi daerah setempat, seperti curah hujan, luas daerah tangkapan, volume limpasan, dan debit rencana banjir. Jika desain dan kapasitas kolam retensi tidak mempertimbangkan data hidrologi dan hidraulika secara komprehensif, maka kolam tersebut berpotensi tidak mampu mengendalikan banjir secara optimal, sehingga kawasan padat penduduk tetap rawan genangan saat hujan ekstrem. Kondisi ini menunjukkan perlunya kajian teknis yang mendalam tentang kapasitas kolam retensi dalam mengendalikan banjir di kawasan perumahan padat penduduk di Kota Medan, agar solusi yang dihasilkan berbasis perhitungan ilmiah dan sesuai dengan kondisi nyata di lapangan.

Salah satu wilayah yang kerap mengalami permasalahan tersebut adalah Kawasan Jalan Griya Martubung, yang dikenal sebagai kawasan padat penduduk dengan sistem drainase yang relatif terbatas. Berdasarkan pengamatan awal dan laporan warga, setiap musim hujan, kawasan ini sering mengalami genangan dengan ketinggian air yang bervariasi. Kondisi ini mengganggu aktivitas masyarakat dan dapat menimbulkan kerugian ekonomi maupun risiko kesehatan lingkungan.

satu solusi yang dapat diterapkan untuk mengurangi risiko banjir di kawasan permukiman padat adalah pembangunan kolam retensi. Kolam retensi berfungsi sebagai tempat penampungan sementara air hujan sebelum dialirkan kembali ke sungai atau saluran utama. Efektivitas kolam retensi dalam mengendalikan banjir sangat bergantung pada kapasitas tampungnya serta kemampuan hidrolis dalam menahan debit air hujan yang masuk.

Oleh karena itu, kajian ini bertujuan untuk menilai kapasitas tampung kolam retensi yang ada (atau yang direncanakan) di kawasan Jalan Griya Martubung, serta mengevaluasi sejauh mana kolam tersebut mampu mengendalikan banjir berdasarkan kondisi hidrologi dan karakteristik wilayah setempat, dengan fokus menilai kemampuan aktual kolam dalam menahan debit limpasan hujan dan memberi rekomendasi peningkatan kapasitas jika diperlukan. Kajian kapasitas tampung kolam retensi diperlukan untuk mengurangi debit puncak banjir dengan menampung air sementara sebelum dialirkan secara bertahap.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, penulis merumuskan sebagai berikut :

1. Berapa kapasitas tampung kolam retensi yang tersedia di kawasan tersebut?
2. Bagaimana upaya optimalisasi kapasitas kolam retensi dalam mengendalikan banjir di kawasan Jalan Griya Martubung?

1.3 Ruang Lingkup

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

1. Kolam retensi yang diteliti adalah di kawasan perumahan padat penduduk yang berada di Jalan Griya Martubung, Kota Medan, Sumatera Utara.
2. Mengkaji kapasitas tampungan kolam retensi berdasarkan dimensi eksisting, meliputi luas permukaan, kedalaman, volume tampungan, serta kondisi fisik kolam.
3. Menganalisis hubungan antara kapasitas kolam retensi dengan debit limpasan permukaan yang dihasilkan dari kawasan perumahan padat penduduk.

4. Evaluasi dilakukan untuk mengetahui apakah kapasitas kolam retensi eksisting masih mampu mengendalikan debit banjir berdasarkan kondisi saat ini.
5. Melakukan evaluasi kapasitas kolam retensi untuk peningkatan efektivitas kolam retensi dalam mengurangi genangan dan banjir di kawasan Jalan Griya Martubung.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu, sebagai berikut :

1. Menghitung kapasitas tampung kolam retensi yang ada atau yang direncanakan.
2. Memberikan rekomendasi teknis untuk peningkatan fungsi kolam retensi agar lebih optimal dalam menahan limpasan air hujan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi ilmiah bagi pemerintah daerah terkait pengelolaan infrastruktur pengendalian banjir.
2. Menjadi acuan bagi perencanaan sistem drainase permukiman padat.
3. Menambah referensi akademik tentang efektivitas kolam retensi di kawasan urban.

1.6 Sistematis 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 landasan teori, penelitian terdahulu sebagai dasar dalam mengkaji permasalahan yang ada.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bagaian 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 Banjir

2.1.1 Pengertian Banjir

Banjir terjadi saat air meluap dan menutupi daerah yang biasanya kering. Ini biasanya karena volume air melebihi daya tampung sungai, saluran drainase, danau, atau sistem pengaliran lain. Penyebabnya bisa macam-macam—hujan deras, sungai yang meluap, air laut pasang, atau berkurangnya daerah resapan akibat perubahan tata guna lahan. Di kota, banjir jadi masalah besar. Soalnya, pembangunan yang padat sering bikin air hujan nggak bisa meresap dengan baik. Akhirnya, limpasan permukaan meningkat, sementara air yang masuk ke tanah malah semakin sedikit (Nomeritae et al., 2023).

Secara hidrologi, banjir muncul ketika volume air yang masuk ke satu wilayah jauh melebihi kapasitas sistem drainase atau sungainya. Kondisi tersebut menyebabkan air pun meluap ke mana-mana, membanjiri rumah, jalanan, dan fasilitas umum. Menurut Kurniawan et al. (2023), banjir di kawasan perkotaan tidak hanya dipengaruhi oleh tingginya intensitas hujan, tetapi juga dipengaruhi oleh kapasitas saluran drainase, sistem polder, pompa, dan bangunan pengendali banjir yang tidak mampu menampung debit banjir rencana

Dalam pandangan pengurangan risiko bencana, banjir ini termasuk bencana hidrometeorologi yang sebenarnya bisa dikurangi risikonya, melalui pembangunan infrastruktur atau pembenahan tata ruang dan perilaku manusia. Mitigasi struktural biasanya berbentuk kolam retensi, waduk, tanggul, pompa, atau memperbesar kapasitas drainase. Sementara itu, mitigasi nonstruktural meliputi penataan ruang yang lebih terencana, pengelolaan daerah aliran sungai, pengembangan sistem peringatan dini, sampai upaya bikin masyarakat lebih sadar dan paham risiko banjir (Setiobudi & Heryadi, 2023).

Perkembangan pesat di area perkotaan secara signifikan meningkatkan luas permukaan kedap air, seperti jalan aspal, area perumahan, dan bangunan komersial.

Kondisi ini mengurangi kemampuan tanah dalam menyerap air hujan, sehingga jika hujan, air langsung jadi aliran di permukaan yang akhirnya potensi terjadinya banjir. Oleh karena itu, pengelolaan sistem drainase dan penyediaan bangunan konservasi air, seperti kolam retensi, menjadi salah satu strategi penting dalam mengurangi risiko banjir di kawasan perkotaan (Sholikha et al., 2022; Nomeritae et al., 2023).

Dari penjelasan di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa banjir merujuk pada keadaan sebuah area yang terendam air akibat ketidakseimbangan antara jumlah air yang masuk dan kapasitas sistem drainase dalam menampung serta mengalirkannya. Dalam studi ini, banjir dimaknai sebagai hasil dari meningkatnya aliran permukaan dan terbatasnya kapasitas sistem drainase, sehingga diperlukan infrastruktur pengendali, seperti kolam retensi, untuk menampung air hujan sementara sebelum dialirkan secara bertahap ke saluran pembuangan. Definisi ini menjadi dasar teori dalam menilai kapasitas kolam retensi di kawasan Perumahan Jalan Griya Martubung.

2.1.2 Jenis-Jenis Banjir

Jenis banjir dapat digolongkan menjadi beberapa jenis sebagai berikut:

1. Banjir Lokal (*Pluvial Flood*)

Banjir lokal biasanya muncul saat hujan turun deras di suatu wilayah dan saluran drainasenya tidak mampu menampung semua air. Jenis banjir ini paling sering terjadi di kota-kota atau daerah yang penduduknya padat. Karena, banyaknya lahan yang tidak memungkinkan penyerapan air ke dalam tanah.

Di lingkungan perkotaan, pembangunan struktur seperti gedung, jalan yang dipadatkan dan makin berkurangnya ruang hijau menyebabkan air hujan langsung mengalir di permukaan. Akibatnya air hujan cenderung mengalir di atas tanah daripada meresap. Jika saluran air atau waduk retensi nggak cukup besar, maka akan terjadi genangan.

2. Banjir Sungai (*Fluvial Flood*)

Banjir sungai terjadi ketika air sungai melebihi kapasitas penampungnya sehingga air meluap ke daerah sekitar. Penyebabnya curah hujan lebat yang berkepanjangan, tumpukan sedimen di dasar sungai, penyempitan aluran sungai,

atau perubahan penggunaan lahan di hulu. Banjir sungai biasanya memiliki wilayah genangan yang lebih luas dibandingkan banjir lokal karena mengikuti daerah dataran banjir (*floodplain*).

3. Banjir Kiriman

Banjir kiriman merupakan banjir yang disebabkan karena aliran sungai naik akibat hujan lebat di wilayah hulu. Dalam situasi ini, daerah yang terkena dampak banjir tidak selalu mengalami hujan dengan intensitas yang tinggi. Air yang berasal dari hulu mengalir ke hilir, jika volume air sudah tidak dapat menampung aliran tersebut, akhirnya sungainya meluap dan banjir pun terjadi. Fenomena ini sering banget kejadian di kota-kota yang letaknya di bagian bawah aliran sungai.

4. Banjir Bandang

Banjir bandang adalah banjir yang datang secara tiba-tiba dengan arus yang sangat cepat dan memiliki potensi kerusakan yang besar. Biasanya, air banjir ini tidak hanya membawa air, tetapi juga membawa batu, lumpur, kayu, dan macam-macam puing lainnya, yang dapat mengakibatkan kerusakan infrastruktur dan menimbulkan korban jiwa. Banjir tipe ini sering muncul di daerah pegunungan atau tempat-tempat yang mempunyai lereng curam setelah curah hujan yang sangat tinggi.

5. Banjir Rob

Banjir rob terjadi ketika air laut naik dan menggenangi daratan di pesisir. Berbeda dengan banjir biasa yang biasanya terjadi karena hujan deras, banjir rob lebih banyak dipengaruhi oleh pasang tinggi air laut, ombak besar, penurunan tinggi tanah, dan naiknya permukaan laut karena perubahan iklim. Daerah pesisir timur Sumatera dan pantai utara Jawa sering mengalami banjir rob.

6. Banjir Akibat Jebolnya Bendungan atau Tanggul

Banjir karena bendungan atau tanggul jebol merupakan pelepasan air yang tidak terkontrol dengan baik yang langsung melaju deras ke hilir dan menghasilkan gelombang besar yang bisa menghancurkan permukiman, menutup transportasi Jalan utama, dan orang-orang terpaksa mengungsi karena lonjakan luar biasa dalam debit aliran sungai.

2.1.3 Penyebab Banjir di Kawasan Perkotaan

Beberapa penyebab banjir yang sering terjadi di kawasan perkotaan yaitu:

a. Curah hujan yang tinggi

Faktor alami yang paling sering menyebabkan banjir adalah hujan. Hujan dengan intensitas tinggi dapat menyebabkan limpasan permukaan yang besar. Apabila intensitas hujan melebihi kapasitas infiltrasi tanah dan sistem drainase, air akan mengalir di atas permukaan tanah dan menyebabkan genangan hingga banjir. Durasi hujan yang panjang juga meningkatkan volume air yang masuk ke sistem drainase dan memperbesar kemungkinan banjir (Asdak, 2023).

b. Perubahan tata guna lahan

Banyak lahan terbuka telah berubah menjadi permukiman, jalan, kawasan perdagangan, industri, dan fasilitas umum sebagai akibat dari pertumbuhan kota. Permukaan kedap air (*impervious surface*) menjadi lebih luas karena perubahan ini, sehingga kemampuan tanah untuk menyerap air hujan berkurang secara signifikan. Akibatnya, sebagian besar air hujan berubah menjadi limpasan permukaan yang membuat sistem drainase lebih berat. Semakin besar luas permukaan kedap air, semakin besar kemungkinan banjir (Asdak, 2023).

c. Kapasitas sistem drainase yang tidak memadai

Sistem drainase seharusnya mengalirkan air hujan ke badan air penerima. Namun, banyak saluran drainase di perkotaan dibangun berdasarkan tata guna lahan masa lalu, jadi tidak cocok untuk kondisi sekarang yang sudah jauh berbeda. Akhirnya, drainase tidak mampu menangani pertumbuhan wilayah yang terus berkembang. Air tidak dapat mengalir dengan baik dan menyebabkan genangan karena alasan seperti ukuran saluran yang terlalu kecil, dasar saluran yang terlalu datar, dan jaringan drainasenya yang tidak terhubung dengan baik (Suripin, 2004).

d. Sedimentasi pada saluran dan sungai

Sedimentasi adalah proses pengendapan bahan seperti pasir, lumpur, dan tanah di dasar sungai dan saluran. Ketika debit meningkat, air lebih mudah meluap karena endapan mengurangi kapasitas saluran. Sedimentasi biasanya dipengaruhi oleh erosi lahan di bagian hulu, sedikit vegetasi penutup tanah, dan kegiatan normalisasi saluran yang rendah (Suripin, 2004).

e. Topografi wilayah

Kemungkinan terjadinya banjir di suatu wilayah dipengaruhi oleh topografinya. Air hujan dari daerah yang lebih tinggi biasanya mengalir dan terkumpul di dataran rendah atau daerah cekungan. Kalau sistem drainasenya buruk atau salurannya kecil, air akan menggenang lebih lama dan banjir pun sulit dihindari (Triatmodjo, 2019).

2.1.4 Dampak Banjir

Banjir di perkotaan beragam dimensi yang berdampak luas pada banyak hal, seperti kehidupan sosial, ekonomi, kesehatan, lingkungan, infrastruktur, dan layanan publik. Semakin sering atau semakin lama air tidak surut, kerugiannya pun semakin besar. Oleh karena itu, mengatur banjir dilakukan dengan memperbaiki saluran air dan membuat kolam retensi. Terutama di pemukiman kawasan padat seperti Jalan Griya Martubung. Beberapa dampak banjir sebagai berikut:

- Kerugian material adalah kerugian yang berkaitan dengan rusak atau hilangnya harta benda masyarakat akibat kejadian banjir, seperti bangunan, kendaraan, dan perabotan rumah tangga.
- Kerusakan infrastruktur adalah kerusakan yang terjadi pada fasilitas fisik penunjang aktivitas masyarakat, seperti jalan, saluran drainase, dan fasilitas umum, sebagai akibat langsung dari terjangan air banjir.
- Risiko kesehatan adalah potensi timbulnya gangguan kesehatan masyarakat pascabanjir, seperti penyakit diare, infeksi kulit, dan penyakit lain yang timbul akibat kontaminasi air banjir terhadap lingkungan permukiman.
- Kerugian ekonomi adalah dampak banjir yang berkaitan dengan terhambatnya aktivitas ekonomi masyarakat, baik dalam skala rumah tangga maupun usaha, akibat terganggunya akses maupun rusaknya sarana produksi.

2.2 Kawasan Perumahan Padat Penduduk

2.2.1 Pengertian Kawasan Perumahan Padat Penduduk

Kawasan perumahan padat penduduk merupakan salah satu bentuk kawasan permukiman yang memiliki tingkat kepadatan bangunan dan jumlah penduduk yang tinggi pada luasan wilayah tertentu. Kondisi tersebut ditandai dengan

dominasi bangunan yang berdekatan, keterbatasan ruang terbuka hijau, tingginya persentase permukaan kedap air (*impervious surface*), serta terbatasnya kapasitas infrastruktur dasar, seperti sistem drainase, sanitasi, penyediaan air bersih, dan jaringan jalan. Oleh karena itu, untuk membantu menciptakan lingkungan hunian yang aman, nyaman, sehat, dan berkelanjutan, pengelolaan kawasan perumahan yang padat penduduk memerlukan perencanaan yang baik (BPS, 2023; Kementerian PUPR, 2022).

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2011 tentang Perumahan dan Kawasan Permukiman, kawasan perumahan adalah bagian dari kawasan permukiman yang terdiri atas lebih dari satu satuan perumahan yang dilengkapi dengan prasarana, sarana, utilitas umum, serta mempunyai penunjang kegiatan fungsi lain di kawasan perkotaan maupun perdesaan. Definisi tersebut menunjukkan bahwa kawasan perumahan tidak hanya dipandang sebagai kumpulan bangunan tempat tinggal, tetapi juga sebagai suatu sistem yang mendukung kehidupan masyarakat melalui penyediaan berbagai fasilitas dasar.

Kawasan perumahan semakin padat karena urbanisasi. Banyak orang yang berpindah dari desa ke kota, sehingga permintaan lahan buat tempat tinggal pun naik pesat. Jika pertumbuhan kota tidak diatur dengan perencanaan ruang dan infrastruktur yang jelas, maka pembangunan semakin tak terarah dan kota bisa meluas sampai ke pinggiran (*urban sprawl*).

Tingkat populasi menunjukkan beban yang dialami masyarakat terkait dengan akses lahan dan sumber daya di area tersebut (BPS, 2024). Kepadatan yang tinggi menunjukkan bahwa daerah itu dihuni oleh banyak orang, yang dapat menimbulkan permasalahan sosial dan lingkungan seperti macet, pencemaran, dan kekurangan sarana publik (Effendi, 2022).

2.2.2 Karakteristik Kawasan Perumahan Padat Penduduk

Di perumahan yang padat penduduk, pembangunan tumbuh cepat dan sedikit ruang terbuka, baik ruang publik atau privat. Karena lingkungannya tertekan dan lahannya terbatas, area yang awalnya dirancang untuk fasilitas bersama, seperti jalan lingkungan, secara tidak sengaja digunakan oleh penghuni untuk keperluan pribadi sehingga membentuk teritori masing-masing rumah tangga (Neliti, 2022).

Pada akhirnya, kondisi ini menyebabkan tatanan bangunan yang tidak teratur, jarak antar bangunan yang sangat rapat, dan jaringan jalan di sekitarnya yang sempit.

Karakteristik kawasan perumahan yang padat penduduk biasanya dipenuhi bangunan dan kepadatan penduduk, hampir semua permukaan ditutup beton atau aspal, ruang terbuka hijauanya minim, dan limpasan air hujan semakin tinggi karena saluran drainasenya terbatas. Akibatnya, kawasan seperti ini rentan terkena banjir. Seluruh karakteristik tersebut saling berkaitan dengan meningkatnya risiko banjir di perkotaan. Oleh karena itu, upaya mengendalikan banjir tidak cukup dengan memperbesar saluran drainase saja. Tetapi juga membuat kolam retensi, menambah ruang terbuka hijau, menerapkan sistem drainase berkelanjutan, dan mengelola tata ruang agar memperhatikan aspek hidrologi kawasan.

Permukiman padat penduduk merupakan area yang memiliki pemakaian lahannya yang sangat tinggi. Terlihat bangunan yang banyak, jumlah penduduk yang padat, dan aktivitas harian yang tinggi. Ciri-ciri kawasan ini tidak hanya berhubungan dengan aspek fisik dari bangunan, tetapi juga meliputi keadaan lingkungan, jaringan infrastruktur, aspek hidrologi, dan perencanaan ruang yang saling terkait.

2.2.3 Pengaruh Kepadatan Penduduk terhadap Limpasan Permukaan

Limpasan permukaan punya peran besar dalam siklus hidrologi karena, limpasan air hujan yang tidak dapat masuk ke tanah, tetapi langsung mengalir di atas permukaan, lalu masuk ke saluran drainase, sungai, atau badan air lainnya. Banyak hal yang membuat limpasan ini naik-turun, seperti curah dan lama hujan, kemiringan tanah, bentuk wilayah, jenis tanah, penggunaan lahan, sampai kondisi sistem drainasenya. Saat jumlah penduduk makin padat, penggunaan lahan berubah, jalan dan bangunan semakin banyak, lapisan aspal dan beton semakin luas, dan sistem drainase alami sering diganti dengan yang buatan.

Salah satu cara utama yang menghubungkan peningkatan limpasan permukaan dengan peningkatan kepadatan penduduk adalah konversi lahan. Akibatnya, karena populasi yang meningkat, lahan pertanian, vegetasi alami, dan area hijau terbuka diubah menjadi kawasan permukiman, bisnis, dan infrastruktur jalan (Alivio et al., 2024, dalam kajian SNTI UGM, 2026). Konversi ini secara langsung meningkatkan proporsi lahan yang kedap air. Akibatnya, lebih banyak

curah hujan berubah menjadi limpasan permukaan daripada terinfiltrasi ke dalam tanah.

2.3 Sistem Drainase Perkotaan

2.3.1 Pengertian Drainase

Drainase berasal dari bahasa Inggris yang berarti mengalirkan, mengeringkan, atau membuang kelebihan air dari suatu tempat. Drainase merupakan salah satu komponen terpenting dalam sistem infrastruktur sumber daya air yang berfungsi mengendalikan kelebihan air di suatu wilayah agar tidak menimbulkan gangguan terhadap aktivitas manusia maupun kerusakan lingkungan. Keberadaan sistem drainase menjadi aspek fundamental dalam perencanaan kawasan perkotaan, kawasan permukiman, kawasan industri, lahan pertanian, hingga pembangunan infrastruktur transportasi seperti jalan raya, rel kereta api, dan bandar udara.

Menurut Butler et al. (2024), drainase merupakan bagian dari urban water management, yaitu sistem yang mengintegrasikan pengelolaan air hujan, air permukaan, dan kualitas air dalam satu kesatuan untuk menciptakan lingkungan perkotaan yang aman dan berkelanjutan. Dengan demikian, fungsi drainase tidak lagi terbatas pada pengaliran air, tetapi juga sebagai instrumen adaptasi terhadap perubahan iklim melalui pengurangan risiko banjir dan peningkatan ketahanan kota (*urban resilience*).

Drainase perkotaan (*urban drainage*) adalah sistem infrastruktur yang dirancang untuk mengelola air hujan dan limpasan permukaan di kawasan perkotaan melalui jaringan saluran, bangunan pelengkap, kolam retensi, kolam detensi, pompa, pintu air, serta berbagai infrastruktur pengendalian air lainnya. Sistem ini bertujuan mengurangi risiko banjir, mencegah genangan, menjaga kualitas lingkungan, serta menjamin kelancaran aktivitas sosial dan ekonomi masyarakat perkotaan (Butler et al., 2024).

Seiring kota berkembang, permukaan kedap air seperti jalan aspal, permukiman, pusat bisnis, dan kawasan industri semakin meluas. Akibatnya, tanah makin sulit menyerap air. Air hujan yang dulunya meresap ke dalam tanah sekarang justru mengalir cepat di permukaan, menambah beban sistem drainase kota. Kalau

saluran airnya nggak mampu menahan limpahan ini, genangan dan banjir pasti terjadi. Ujung-ujungnya, kota harus menghadapi kerugian ekonomi, kemacetan, infrastruktur rusak, dan lingkungan yang memburuk (Kansal & Bisht, 2024).

2.3.2 Fungsi dan Jenis Drainase

Fungsi drainase tidak berdiri sendiri, melainkan saling terkait dalam menjaga keseimbangan antara kebutuhan manusia dan daya dukung lingkungan. Secara luas, fungsi tersebut dapat dirinci menjadi:

1) Mengendalikan genangan dan banjir

Drainase berfungsi mengalirkan kelebihan air hujan menuju badan air penerima sehingga dapat mengurangi risiko terjadinya genangan dan banjir di kawasan perkotaan (Rentachintala et al., 2022).

2) Mengurangi limpasan permukaan (*surface runoff*)

Sistem drainase mengendalikan volume, arah, dan kecepatan aliran permukaan sehingga mampu mengurangi dampak limpasan terhadap kawasan perkotaan dan menurunkan potensi erosi (Ferrans et al., 2022).

3) Melindungi infrastruktur

Drainase menjaga jalan, jembatan, bangunan, serta utilitas perkotaan dari kerusakan akibat genangan dan aliran air yang berlebihan sehingga umur layanan infrastruktur menjadi lebih panjang (Chapman & Hall, 2022).

4) Menjaga stabilitas tanah

Pengelolaan air yang baik melalui sistem drainase dapat mencegah kejenuhan tanah, mengurangi risiko erosi, serta menjaga kestabilan lereng dan pondasi bangunan (Rentachintala et al., 2022).

5) Meningkatkan kualitas lingkungan

Sistem drainase membantu mengurangi pencemaran air, mengendalikan sedimentasi, serta mencegah terbentuknya genangan yang dapat menjadi habitat vektor penyakit sehingga kualitas lingkungan perkotaan tetap terjaga (García & Santamarta, 2022).

6) Mendukung konservasi sumber daya air

Penerapan drainase berkelanjutan memungkinkan air hujan diserap kembali ke dalam tanah melalui berbagai fasilitas infiltrasi, sehingga membantu

meningkatkan cadangan air tanah sekaligus mengurangi debit limpasan (García & Santamarta, 2022).

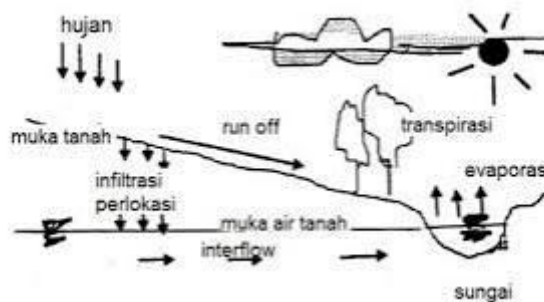
7) Mendukung aktivitas sosial dan ekonomi

Drainase yang berfungsi dengan baik menjaga kelancaran transportasi, perdagangan, serta aktivitas masyarakat dengan meminimalkan gangguan akibat banjir maupun genangan (Chapman & Hall, 2022).

Beberapa jenis drainase menurut asal terbentuknya yaitu:

a) Drainase alami

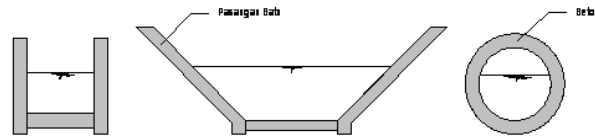
Sistem pengaliran air terbentuk begitu saja tanpa bantuan manusia. Sungai, lembah, rawa, dan anak sungai adalah contoh saluran alami yang langsung mengalirkan air hujan ke tempat yang lebih besar, seperti danau atau laut. Cara kerja sistem ini mengikuti permukaan tanah dan proses alam sekitar. Kapasitasnya sangat bergantung pada karakter aliran sungai di wilayah itu, berikut contoh drainase alami terdapat pada gambar 2.1



Gambar 2. 1: Drainase Alami

b) Drainase buatan

Drainase buatan merupakan sistem yang dibuat manusia untuk mengatur kelebihan air. Sistem ini bisa berupa saluran terbuka atau tertutup, gorong-gorong, kolam retensi, pompa, pintu air, dan berbagai bangunan kontrol lainnya. Drainase ini sering digunakan di kawasan perkotaan karena banyak permukaan kedap air, air hujan tidak dapat lagi meresap ke tanah seperti di alam (Kansal & Bisht, 2024), berikut contoh drainase buatan terdapat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2: Drainase Buatan

2.3.3 Permasalahan Drainase di Kawasan Perumahan

Permasalahan drainase di kawasan perumahan merupakan hasil interaksi antara faktor teknis, hidrologi, lingkungan, tata ruang, serta perilaku masyarakat. Beberapa permasalahan utama dapat dijelaskan sebagai berikut:

1) Kapasitas Saluran Drainase yang Tidak Memadai

Saluran drainase yang terlalu kecil untuk menampung air hujan jadi penyebab utama genangan di kawasan perumahan. Masalahnya, saat saluran dibuat, ukurannya sering dihitung berdasarkan kondisi awal saja, tanpa memperhitungkan perkembangan wilayah atau perubahan fungsi lahan ke depannya. Seiring padatnya bangunan dan berkurangnya area resapan, volume air yang harus dialirkan juga bertambah terus sehingga kapasitas saluran tidak memadai.

2) Meningkatnya Luas Permukaan Kedap Air (*Impervious Surface*)

Pembangunan kawasan perumahan sering bikin lahan yang tadinya bisa menyerap air hujan jadi tambah sedikit. Biasanya, lahan itu diganti jalan aspal, trotoar, area parkir, halaman beton, dan berbagai bangunan permanen. Menurut Fletcher et al. (2023), salah satu alasan utama karakteristik hidrologi kota berubah karena semakin banyak permukaan kedap air. Air hujan yang sebelumnya meresap ke tanah sekarang mengalir di permukaan. Debit aliran naik dalam waktu yang cukup singkat. Proses *runoff* kota menjadi alasan utama peningkatan risiko banjir di perkotaan makin.

3) Penyumbatan Saluran Drainase

Penyumbatan saluran drainase sering menjadi masalah di kompleks perumahan. Biasanya, saluran tersumbat karena sampah rumah tangga, tanah, atau tumbuhan liar yang numpuk. Plastik, daun, ranting, dan berbagai macam material

masuk ke saluran mengakibatkan air tidak dapat mengalir lancar. Menurut UN-Habitat (2023), saluran tersumbat adalah penyebab utama genangan air di daerah permukiman, terutama di negara berkembang yang pengelolaan sampahnya masih berantakan.

4) Perubahan Tata Guna Lahan

Mengubah lahan terbuka menjadi area tempat tinggal sangat berdampak besar pada sistem drainase. Lahan yang dulunya seperti sawah, kebun, atau ruang terbuka hijau memiliki kapasitas besar untuk menyerap air. Setelah berubah menjadi kawasan terbangun, kemampuan itu menurun secara signifikan, sehingga volume limpasan meningkat.

5) Pengaruh Perubahan Iklim

Perubahan iklim menyebabkan hujan ekstrem meningkat di beberapa tempat di seluruh dunia. Menurut data sebelumnya, hujan yang lebih intens menyebabkan limpasan yang lebih besar daripada kapasitas drainase yang direncanakan. Laporan Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2023) menyatakan bahwa peningkatan jumlah hujan ekstrim menyebabkan peningkatan kemungkinan banjir di daerah perkotaan. Oleh karena itu, sistem drainase masa depan harus dirancang secara adaptif untuk mengantisipasi perubahan iklim yang tidak pas

2.4 Hidrologi

2.4.1 Curah Hujan

Jumlah air hujan yang turun pada suatu tempat dalam kurun waktu tertentu disebut curah hujan. Ini diukur dalam milimeter (mm) dan digunakan sebagai data dasar dalam analisis hidrologi untuk keperluan perencanaan dan evaluasi bangunan pengendali banjir. Besar curah hujan sangat memengaruhi proses limpasan permukaan (*surface runoff*), infiltrasi, evapotranspirasi, pengisian air tanah (*groundwater recharge*), dan debit aliran sungai. Oleh karena itu, data curah hujan sangat penting untuk berbagai analisis hidrologi, termasuk pengendalian banjir, pengelolaan sumber daya air, dan perancangan bangunan air (Morbidelli et al., 2021).

Selain curah hujan total, pola distribusi hujan di ruang dan waktu memengaruhi besarnya limpasan yang terbentuk. Ketika intensitas hujan lebih tinggi daripada kapasitas tanah untuk menyerap air, hujan dengan intensitas tinggi biasanya menghasilkan limpasan yang lebih besar dibandingkan hujan dengan intensitas rendah meskipun curah hujannya sama. Selain itu, distribusi limpasan di aliran sungai dipengaruhi oleh variasi spasial curah hujan, terutama di daerah perkotaan dengan tata guna lahan yang beragam (Zhang et al., 2021).

2.4.2 Analisis Curah Hujan Rencana

Analisis curah hujan rencana menjadi salah satu bagian penting dalam studi hidrologi. Tujuannya untuk mengetahui jumlah curah hujan yang turun dalam periode ulang tertentu. Nilai curah hujan rencana digunakan dasar perancangan sistem drainase kota, saluran irigasi, gorong-gorong, kolam retensi, bendung, embung, sampai sistem pengendalian banjir. Dengan hasil analisis ini dapat disesuaikan kapasitas bangunan hidraulik agar sesuai dengan tingkat risiko yang dianggap aman untuk menghadapi hujan ekstrim (Ming et al., 2022; Morbidelli et al., 2021).

Ada empat metode distribusi frekuensi yang paling umum digunakan dalam analisis curah hujan rencana di Indonesia:

1. Distribusi Normal

Dalam analisis hidrologi distribusi normal sering digunakan untuk menganalisis frekuensi curah hujan, analisis statistik dari distribusi curah hujan tahunan, debit rata-rata tahunan. Sebaran normal atau kurva normal disebut pula sebaran Gauss.

Rumus dapat ditentukan menggunakan pers 2.1 dibawah ini :

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

Keterangan:

X_t = Curah Hujan Rencana (mm/hari)

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

S_x = Standar Deviasi

$$= \sqrt{\frac{1}{1-n} \sum (X_1 - \bar{X})^2}$$

Z = Faktor Frekuensi

Tabel 2. 1: Nilai koefisien untuk Distribusi Normal (Sumber : Lubis, F. 2016)

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

2. Metode Distribusi Log Normal Distribusi

Log Normal merupakan hasil transformasi dari distribusi normal, yaitu dengan mengubah varian X menjadi nilai logaritmik varian X. Rumus dapat ditentukan menggunakan pers 2.2 dibawah ini :

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

Keterangan:

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

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

S_x = Standar Deviasi

$$= \sqrt{\frac{1}{1-n} \sum (X_1 - \bar{X})^2}$$

K_t = Standar variable untuk periode ulang tahun

Tabel 2. 2: Nilai Koefisien Untuk Distribusi Log Normal (Sumber : Lubis, F. 2016)

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

3. Distribusi Log Pearson Tipe - III

Distribusi Log Pearson Tipe III digunakan dalam analisis Hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk sebaran Log Pearson Tipe III merupakan hasil transformasi dari sebaran Pearson Tipe III dengan menggantikan varian menjadi nilai logaritmik. Langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut (Soemarto C.D.,1995) :

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

- Menghitung harga rata-ratanya dengan rumus pers 2.3 berikut :

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

Keterangan:

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

X_i = Nilai curah hujan tiap-tiap

n = Jumlah data

- Menghitung logaritma hujan rencana dengan periode ulang T tahun dengan rumus pers 2.4 dibawah ini

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

Keterangan:

S = Standar Deviasi

- Menghitung koefisien skewness (C_s) dengan rumus pers 2.5 berikut :

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

Keterangan:

C_s = Koefisien *Skewness*

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

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

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

Keterangan:

X_t = Curah hujan rencana periode ulang T tahun

K = Harga yang diperoleh berdasarkan nilai C_s

S = Standar Deviasi

Tabel 2. 3: Faktor k untuk sebaran Log Pearson III (Sumber : Lubis, F. 2016)

Kemencengan (CS)	Periode Ulang (tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
3.0	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970	7.250
2.5	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652	6.600
2.2	-0.330	0.574	1.840	2.240	2.970	3.705	4.444	6.200
2.0	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298	5.910
1.8	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147	5.660
1.6	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	6.990	5.390
1.4	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828	5.110
1.2	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661	4.820
1.0	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489	4.540
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401	4.395
0.8	-0.132	0.780	1.336	1.998	2.453	2.891	3.312	4.250
0.7	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223	4.105
0.6	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132	3.960
0.5	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041	3.815
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949	3.670
0.3	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.556	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	0.798	0.799	0.800	0.807
-3.0	0.396	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667	0.667	0.668

Distribusi Log Pearson III, mempunyai koefisien kemencengan (Coefisien of skewnnes) atau Cs 0. Setelah pemilihan jenis sebaran dilakukan maka prosedur

selanjutnya yaitu mencari curah hujan rencana periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun.

- Distribusi Gumbel Tipe - I

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

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

Keterangan:

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

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

S_x = Standar deviasi

$$= \sqrt{\frac{1}{1-n} \sum (X_1 - \bar{X})^2}$$

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

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

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

x_1 = 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	0.5070	0.5100	0.5128	0.5157	0.5181	0.5202	0.5220
20	0.5236	0.5252	0.5268	0.5283	0.5296	0.5300	0.5820	0.5882	0.5343	0.5353
30	0.5363	0.5371	0.5380	0.5388	0.5396	0.5400	0.5410	0.5418	0.5424	0.5430
40	0.5463	0.5442	0.5448	0.5453	0.5458	-	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	0.5530	0.5533	0.5535	0.5538	0.5540	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.5550	0.5552	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.5570	0.5572	0.5574	0.5576	0.5578	0.5580	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	1.1080
30	1.1124	1.1159	1.1193	1.1226	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.1388
40	1.1413	1.1436	1.1458	1.1480	1.1499	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.1590
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	1.1770	1.1782	1.1793	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1844
70	1.1854	1.1863	1.1873	1.1881	1.1890	1.1898	1.1906	1.1915	1.1923	1.1930
80	1.1938	1.1945	1.1953	1.1959	1.1967	1.1973	1.1980	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	1.2060
100	1.2065									

Tabel 2. 6: Reduced variate (Y_i)

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

2.4.3 Intensitas Curah Hujan

Intensitas Hujan adalah besaran curah hujan yang turun dalam satuan waktu tertentu, biasanya dinyatakan dalam mm/jam, dan digunakan sebagai salah satu parameter utama dalam perhitungan debit banjir rencana. intensitas hujan jangka pendek umumnya dihitung menggunakan metode mononobe, yaitu metode empiris yang mengonversi curah hujan harian maksimum menjadi intensitas hujan untuk berbagai durasi. Analisis hidrologi dan perencanaan sistem drainase di Indonesia banyak menggunakan metode ini karena dapat mengubah data hujan harian menjadi

intensitas hujan sesuai dengan durasi hujan yang diinginkan (Widyasari & Achmad, 2023).

Rumus Mononobe :

$$I = \left(\frac{R_{24}}{24} \right) \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2.8)$$

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

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

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

2.5 Kolam Retensi

2.5.1 Pengertian Kolam Retensi

Kolam Retensi (*Retention Pond*) adalah bangunan air yang berfungsi menampung sementara limpasan air hujan sebelum dialirkan ke saluran pembuang, dengan tujuan utama mereduksi debit puncak banjir pada suatu kawasan. Di kalangan masyarakat Indonesia, istilah kolam retensi kerap disamakan dengan embung, meskipun keduanya memiliki karakteristik teknis dan fungsi operasional yang sedikit berbeda tergantung pada konteks perencanaannya (Mutu Utama Geoteknik, 2024).

Kolam retensi biasanya dibangun di daerah dengan tingkat kerentanan genangan tinggi. Ini termasuk daerah permukiman padat penduduk, area perkotaan dengan proporsi lahan kedap air yang tinggi karena pembangunan infrastruktur dan perumahan, serta kawasan hilir DAS yang menerima limpasan dari wilayah hulu (Nugraha, 2022, sebagaimana dikutip dalam Jurnal Intelek dan Cendekiawan Nusantara, 2025).

Keberadaan kolam retensi sangat penting pada kawasan perkotaan dan kawasan perumahan padat penduduk karena perkembangan kawasan terbangun menyebabkan meningkatnya luas permukaan kedap air. Kondisi tersebut menyebabkan air hujan lebih sedikit meresap ke dalam tanah dan lebih banyak menjadi limpasan permukaan yang masuk ke jaringan drainase.

2.5.2 Fungsi dan Manfaat Kolam Retensi

Kolam retensi mengurangi debit puncak limpasan dengan menahan sebagian air selama hujan. Air yang masuk ke kolam tidak dialirkan ke saluran hilir secara langsung. Sebaliknya, air disimpan untuk waktu yang singkat sebelum secara bertahap dilepaskan melalui struktur outlet. Dengan bantuan mekanisme ini, kolam retensi dapat mengurangi beban debit saluran drainase di bagian hilirnya. Menurut hasil penelitian Kurnia et al. (2025), volume tampungan, debit masuk, dan kemampuan sistem untuk mengontrol banjir harus dipertimbangkan saat menganalisis kapasitas kolam retensi. Selain mengurangi debit puncak, kolam retensi juga memperlambat waktu maksimum debit. Penundaan ini meningkatkan aliran sistem drainase hilir, yang sangat penting dalam cuaca hujan yang lama karena kolam dapat menyimpan limpasan sementara sebelum air secara bertahap dilepaskan.

Kolam retensi dapat mengurangi kedalaman dan luas genangan. Dalam daerah yang mengalami limpasan dan genangan, bagian tertentu dapat digunakan dalam sistem pengendalian banjir (Syafei et al. 2025). Kolom retensi tidak hanya mengontrol jumlah air. Jika dirancang dan dikelola dengan baik, mereka dapat menjadi bagian dari sistem pengelolaan lingkungan perkotaan. Mereka dapat memberikan manfaat ekologis dan lingkungan jika digunakan bersama dengan ruang terbuka hijau, kawasan vegetasi, dan fasilitas pengelolaan air lainnya.

2.5.3 Kapasitas Tampungan Kolam Retensi

Kapasitas tampungan kolam adalah volume air maksimal yang dapat ditahan oleh kolam berdasarkan luas dan kedalaman (Dwi Kurnia et al., 2025). Kapasitas ini digunakan untuk mengetahui seberapa baik kolam dapat menampung limpasan hujan dalam jangka waktu tertentu. Secara matematis, kapasitas tampungan dihitung melalui pendekatan volume sederhana:

$$V = A \times h \quad (2.9)$$

Keterangan:

V = volume tampungan (m^3)

A = luas tampungan (m^2)

h = kedalaman tampungan (m)

Menurut Lempadeli et.al (2025), pola limpasan air dan volume tampungan sangat penting saat merancang kolam retensi. Dengan demikian, kapasitas kolam yang dirancang benar-benar dapat mengontrol banjir. Kapasitas tampungan kolam dibagi menjadi dua kategori. Kapasitas efektif adalah volume air yang benar-benar dapat ditampung kolam dalam kondisi normal. Kapasitas teoritis adalah volume dasar yang dihitung berdasarkan ukuran desain kolam.

2.5.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kapasitas Kolam Retensi

Kapasitas kolam retensi dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berkaitan. Faktor tersebut tidak hanya berupa dimensi fisik kolam, tetapi juga karakteristik hujan, kondisi daerah tangkapan, jaringan drainase, dan pemeliharaan kolam.

1. Curah Hujan

Curah hujan merupakan faktor utama yang menentukan jumlah air yang berpotensi masuk ke kolam. Semakin tinggi curah hujan dan intensitas hujan, semakin besar limpasan yang dihasilkan. Efektivitas kolam retensi sangat bergantung pada hasil analisis hidrologi yang mencakup data curah hujan, luas daerah tangkapan, koefisien aliran, dan kondisi topografi.

2. Luas Daerah Tangkapan

Luas daerah tangkapan menentukan jumlah wilayah yang memberikan kontribusi limpasan menuju kolam. Semakin luas daerah tangkapan, semakin besar volume limpasan yang berpotensi masuk. Debit puncak dapat dihitung menggunakan metode Rasional:

$$Q = 0,278CIA \quad (2.10)$$

Keterangan:

Q = debit puncak (m³/detik)

C = koefisien limpasan

I = intensitas hujan (mm/jam)

A = luas daerah tangkapan (km²)

3. Tata Guna Lahan

Besar limpasan berkorelasi langsung dengan tata guna lahan. Limpasan lebih tinggi di daerah dengan banyak ruang terbuka dan vegetasi daripada daerah yang didominasi rumah, jalan, beton, dan permukaan kedap air.

Alia et al. (2025) menunjukkan bahwa peningkatan debit limpasan dapat dipengaruhi oleh perubahan tutupan lahan. Hal ini menunjukkan bahwa dalam menilai kapasitas pengendalian banjir, perubahan penggunaan lahan harus dipertimbangkan.

4. Dimensi Kolam

Dimensi kolam yang meliputi panjang, lebar, kedalaman, kemiringan dinding, serta elevasi dasar dan tanggul menentukan volume tampungan yang tersedia. Semakin besar dimensi efektif kolam, semakin besar pula volume air yang dapat ditampung.

5. Kondisi Jaringan Drainase

Kolam retensi adalah bagian dari sistem drainase dan tidak dapat dipisahkan dari kondisi saluran. Ada kemungkinan bahwa aliran ke kolam terhambat oleh penyumbatan, sedimentasi, kerusakan, atau kapasitas saluran yang tidak mencukupi. Shaskia et al. (2026) menemukan bahwa model profil muka air kolam retensi dapat digunakan untuk mengevaluasi upaya untuk mengurangi genangan. Hal ini menunjukkan betapa pentingnya memahami cara kolam dan jaringan drainase bekerja sama.

2.5.5 Efektivitas Kolam Retensi dalam Pengendalian Banjir

Efektivitas kolam retensi dalam pengendalian banjir dapat didefinisikan sebagai tingkat keberhasilan suatu kolam retensi dalam menampung, menahan, dan mengurangi debit puncak limpasan air hujan, sehingga volume air yang mengalir ke sistem drainase atau badan air penerima dapat ditekan hingga berada pada batas kapasitas yang aman. Secara operasional, efektivitas kolam retensi umumnya diukur melalui perbandingan antara kapasitas tampungan kolam dengan volume debit banjir rencana yang harus ditangani, atau melalui simulasi pemodelan hidrolika terhadap penurunan debit puncak pada saluran yang dilayani (Kurnia et.al 2025).

Pengukuran efektivitas kolam retensi tidak dapat dilakukan secara tunggal dari satu parameter saja, melainkan memerlukan rangkaian tahapan analisis hidrologi-hidraulika yang saling berkaitan, mulai dari analisis curah hujan rencana, debit puncak limpasan, hingga perbandingan akhir terhadap kapasitas tampungan aktual kolam.

Salah satu indikator efektivitas yang dapat digunakan adalah persentase pengurangan debit puncak:

$$E_Q = \frac{Q_{in,max} - Q_{out,max}}{Q_{in,max}} \times 100\% \quad (2.11)$$

Keterangan:

E_Q = efektivitas pengurangan debit (%)

$Q_{in,max}$ = debit puncak masuk (m³/detik)

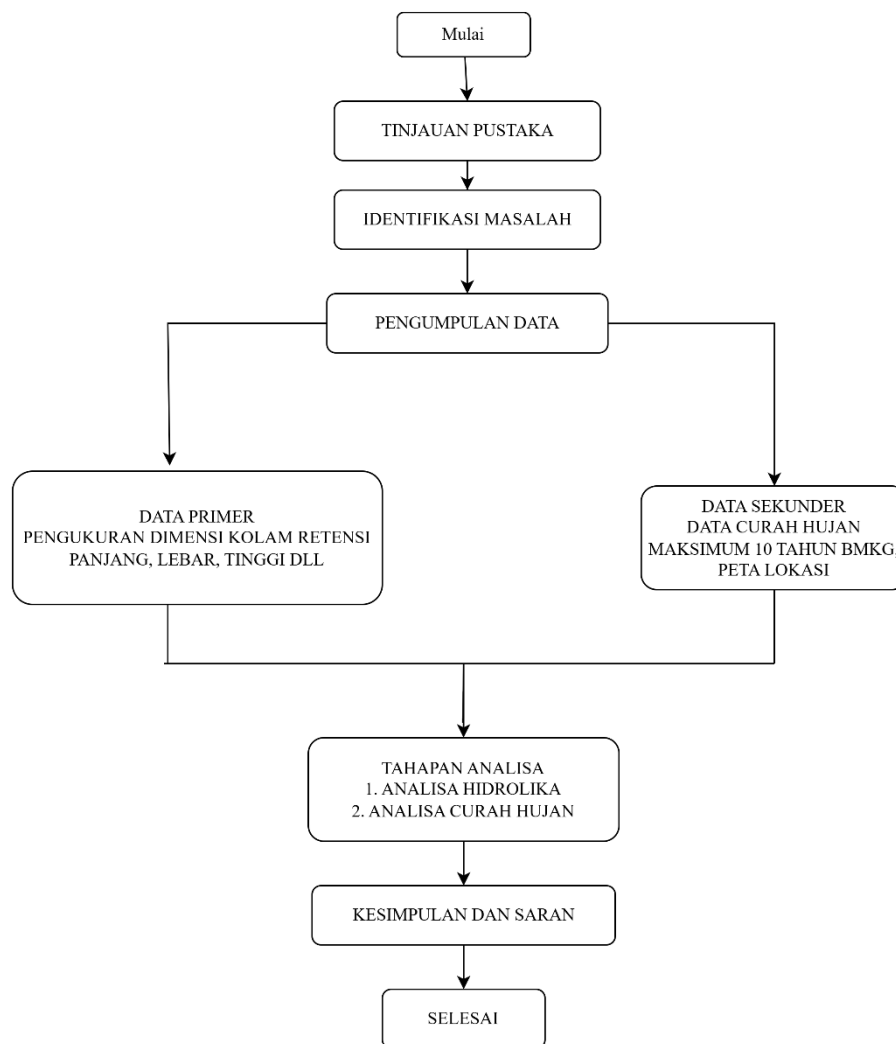
$Q_{out,max}$ = debit puncak keluar (m³/detik)

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Bagan Alir Penelitian

Adapun untuk mengetahui tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1: Bagan Alir Penelitian

3.2. Lokasi Penelitian

Dalam penelitian pada tugas akhir ini, lokasi wilayah studi berada di Jalan Tangguk Raya No.37 Griya I, Martubung, Kecamatan Medan Labuhan pada titik $3^{\circ}41'46.20415''\text{N}$ dan $98^{\circ}41'27.33756''\text{E}$. Lokasi penelitian merupakan salah satu daerah yang memiliki kolam retensi untuk pengendali banjir dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3. 2: Peta Lokasi Penelitian

3.3 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode deskriptif kuantitatif. Metode ini akan menjabarkan perhitungan dan hasil pengelolaan data di lapangan. Adapun beberapa metode pendukung seperti studi literatur, kepustakaan dengan mengutip dari buku, jurnal, berita dan survei lapangan dengan melakukan observasi langsung ke lokasi yang akan dikaji.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Dalam tahap penelitian ini dilakukan pengumpulan bahan dan data yang berhubungan dengan permasalahan yang akan di teliti yaitu:

1. Data primer

Data primer adalah data yang didapatkan secara langsung dari hasil penelitian dilapangan. Data yang diambil di dalam penelitian lapangan yaitu panjang, lebar, dan elevasi hulu-hilir kolam retensi.

2. Data sekunder

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

3.5 Pengolahan Data

Dalam tahap pengolahan data yang digunakan untuk melakukan penelitian yaitu:

1. Menentukan curah hujan maksimum selama 10 tahun terakhir mulai dari tahun 2016-2025 yang di ambil dari data BMKG.
2. Menganalisis data diantaranya yaitu:
 - a. Analisa hidrologi
 - Distribusi Normal
 - Distribusi Log Normal
 - Distribusi Log Person III
 - Distribusi Gumbel
 - b. Analisa hidrolika
 - Analisa terhadap kapasitas penampang saluran
3. Mengevaluasi hasil perhitungan dengan saluran dimensi yang sudah ada.

BAB 4

HASIL & PEMBAHASAN

4.1. *Input Data*

Data-data yang digunakan untuk penelitian ini yaitu :

- Data Primer

Data Primer adalah data yang diperoleh langsung dari survey ke lokasi penelitian di Jalan Tangguk Raya Nomor 37, Komplek Griya Martubung (Griya 1), Kelurahan Besar, Kecamatan Medan Labuhan, Kota Medan. Mengumpulkan data tentang keseluruhan kolam retensi berupa ukuran panjang, lebar, dan elevasi hulu-hilir kolam retensi.

- Panjang = 500 m
- Lebar = 165 m
- Tinggi = 2,30 – 3,76 m
- Elevasi Tanggul = 2,60 mdpl
- Elevasi Dasar = 2,40 mdpl
- Kapasitasb Tampung Kolam = 189.750

- Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang dikumpulkan dari instansi yang relevan dengan penelitian. Oleh karena itu, data penelitian ini hanya mencakup Curah Hujan Harian Maksimum selama 10 tahun terakhir, dari tahun 2016 hingga 2025, terlihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1: Data curah hujan harian maksimum stasiun Klimatologi Deli Serdang

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
2016	84
2017	135
2018	147
2019	159
2020	146
2021	124
2022	132
2023	160

Tabel 4. 2: lanjutan

2024	110
2025	166
N = 10 tahun	Total = 1364

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

4.2 Analisa Hidrologi

Dalam ilmu statistic dinela beberapa macam distribusi curah hujan yang digunakan untuk memperoleh probabilitas besaran curah hujan rencana dalam periode ulang. Ada empat jenis metode yang paling banyak digunakan dalam menganalisis hidrologi sebagai berikut:

1. Distribusi Normal

Tabel 4. 3: Analisis Curah Hujan Distribusi Normal

Tahun	Curah Hujan (mm)	(Xi-X)	(Xi-X) ²	(Xi-X) ³	(Xi-X) ⁴
	Xi				
2016	84	-52.15	2719.62	-141828.31	7396346.54
2017	135	-1.55	2.40	-3.72	5.77
2018	147	10.65	113.42	1207.95	12864.66
2019	159	22.85	522.12	11930.50	272611.91
2020	146	9.65	93.12	898.63	8671.80
2021	124	-11.95	142.80	-1706.49	20392.55
2022	132	-3.95	15.60	-61.63	243.44
2023	160	23.65	559.32	13227.98	312841.66
2024	110	-26.85	720.92	-19356.77	519729.25
2025	166	29.65	879.12	26065.98	772856.37
Jumlah	1364		5768.47	-109625.89	9316563.96
$\bar{X}$	136.4				
S	25.32				
N	10				

Dari data di atas di dapat:

- Rata-rata Curah Hujan ($\bar{X}$)

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{1364}{10} = 136,4$$

- Standart Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{5768,47}{10 - 1}} = 25,32$$

- Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{25,32}{136,4} = 0,186$$

- Koefisien Swekness (Cs)

$$Cs = \frac{n \times \sum (X_i - \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 2)S^3} = \frac{10 \times (-109625,89)}{9 \times 8 \times 25,32^3} = -0,938$$

- Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \times \sum (X_i - \bar{X})^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)S^4} = \frac{10^2 \times 9316563,96}{9 \times 8 \times 7 \times 25,32^4} = 4,5$$

Perhitungan analisis curah hujan rencana dengan distribusi normal:

$$X_t = \bar{X} + z \cdot S_x$$

Maka untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

- T = 2 Tahun

$$X_t = 136,4 + (0 \times 25,32) = 136,35 \text{ mm}$$

- T = 5 Tahun

$$X_t = 136,4 + (0,84 \times 25,32) = 157,62 \text{ mm}$$

- T = 10 Tahun

$$X_t = 136,4 + (1,28 \times 25,32) = 168,76 \text{ mm}$$

- T = 25 Tahun

$$X_t = 136,4 + (1,71 \times 25,32) = 179,64 \text{ mm}$$

- T = 50 Tahun

$$X_t = 136,4 + (2,05 \times 25,32) = 188,25 \text{ mm}$$

Tabel 4. 4: Hasil analisis curah hujan dengan menggunakan distribusi normal

No	Periode Ulang Tahun (T)	z	$\bar{X}$	S_x	Curah Hujan (X_t)(mm)
1	2	0	136.4	25.32	136.35
2	5	0.84	136.4	25.32	157.62
3	10	1.28	136.4	25.32	168.76
4	25	1.71	136.4	25.32	179.64
5	50	2.05	136.4	25.32	188.25

2. Distribusi Log Normal

Data-data yang digunakan untuk perhitungan parameter statistic dengan sebaran logaritmatik dapat dilihat pada tabel

Tabel 4. 5: Hasil analisis curah hujan dengan menggunakan distribusi log normal

Tahun	Xi	Log Xi	(Log Xi-Log X)	(Log Xi-Log X) ²	(Log Xi-Log X) ³	(Log Xi-Log X) ⁴
2016	84	1.93	-0.2016	0.0406	-0.0082	0.0017
2017	135	2.13	0.0028	0.0000	0.0000	0.0000
2018	147	2.17	0.0404	0.0016	0.0001	0.0000
2019	159	2.20	0.0750	0.0056	0.0004	0.0000
2020	146	2.16	0.0375	0.0014	0.0001	0.0000
2021	124	2.09	-0.0321	0.0010	0.0000	0.0000
2022	132	2.12	-0.0050	0.0000	0.0000	0.0000
2023	160	2.20	0.0772	0.0060	0.0005	0.0000
2024	110	2.04	-0.0875	0.0077	-0.0007	0.0001
2025	166	2.22	0.0932	0.0087	0.0008	0.0001
Jumlah	1364	21.27	0.0000	0.0727	-0.0071	0.0019
X	136.4	2.13				
S	0.09					
n	10					

Dari data-data diatas didapat:

- Rata-rata Curah Hujan ($\bar{X}$)

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum_1^n = 1 \log X_i}{n} = \frac{21,27}{10} = 2,13 \text{ mm}$$

b. Standart Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_1^n = 1 \{(\log(X_i) - \log(\bar{X}))^2\}}{n - 1}} = \sqrt{\frac{0,0727}{9}} = 0,09$$

c. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\text{Log } \bar{X}} = \frac{0,09}{2,13} = 0,042$$

d. Koefisien Swekness (Cs)

$$Cs = \frac{n \times \sum (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 2)S^3} = \frac{10 \times (-0,0071)}{9 \times 8 \times 0,09^3} = -1,36$$

e. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \times \sum (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)S^4} = \frac{100 \times 0,0019}{9 \times 8 \times 7 \times 0,09^4} = 5,66$$

Menentukan nilai factor frekuensi (Z) dengan rumus:

Perhitungan analisis curah hujan dengan metode distribusi log normal:

$$\text{Log } X_t = \text{Log } \bar{X} + z \cdot S_x$$

Maka untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

- T = 2 Tahun

$$\text{Log } X_t = 2,13 + (0 \times 0,09) = 2,13$$

$$X_2 = 133,94 \text{ mm}$$

- T = 5 Tahun

$$\text{Log } X_t = 2,13 + (0,84 \times 0,09) = 2,20$$

$$X_5 = 159,36 \text{ mm}$$

- T = 10 Tahun

$$\text{Log } X_t = 2,13 + (1,28 \times 0,09) = 2,24$$

$$X_{10} = 174,55 \text{ mm}$$

- T = 25 Tahun

$$\text{Log } X_t = 2,13 + (1,71 \times 0,09) = 2,28$$

$$X_{25} = 190,79 \text{ mm}$$

- T = 50 Tahun

$$\text{Log } X_t = 2,13 + (2,05 \times 0,09) = 2,31$$

$$X_{50} = 204,70 \text{ mm}$$

Tabel 4. 6: Hasil analisis curah hujan dengan distribusi log normal

No	Periode Ulang Tahun (T)	Z	Log X	Log S	Log Xt	Curah Hujan (Xt)
1	2	0	2.13	0.09	2.13	133.94
2	5	0.84	2.13	0.09	2.20	159.36
3	10	1.28	2.13	0.09	2.24	174.55
4	25	1.71	2.13	0.09	2.28	190.79
5	50	2.05	2.13	0.09	2.31	204.70

3. Distribusi log pearson III

Tabel 4. 7: Data-data yang digunakan dalam perhitungan parameter statistic dengan sebaran log pearson III

Tahun	Xi	Log Xi	(Log Xi- Log X)	(Log Xi- Log X) ²	(Log Xi- Log X) ³	(Log Xi- Log X) ⁴
2016	84	1.93	-0.2016	0.0406	-0.0082	0.0017
2017	135	2.13	0.0028	0.0000	0.0000	0.0000
2018	147	2.17	0.0404	0.0016	0.0001	0.0000
2019	159	2.20	0.0750	0.0056	0.0004	0.0000
2020	146	2.16	0.0375	0.0014	0.0001	0.0000
2021	124	2.09	-0.0321	0.0010	0.0000	0.0000
2022	132	2.12	-0.0050	0.0000	0.0000	0.0000
2023	160	2.20	0.0772	0.0060	0.0005	0.0000
2024	110	2.04	-0.0875	0.0077	-0.0007	0.0001
2025	166	2.22	0.0932	0.0087	0.0008	0.0001
Jumlah	1364	21.27	0.0000	0.0727	-0.0071	0.0019
X	136.4	2.13				
S	0.09					
n	10					

Dari data-data diatas didapat:

- a. Rata-rata Curah Hujan ($\bar{X}$)

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum_1^n = 1 \log X_i}{n} = \frac{21,27}{10} = 2,13 \text{ mm}$$

- b. Standart Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_1^n = 1 \{(\log(X_i) - \log(\bar{X}))^2\}}{n - 1}} = \sqrt{\frac{0,0727}{9}} = 0,09$$

- c. Koefisien kemencengan (G)

$$G = \frac{n \times \sum (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 2)S^3} = \frac{10 \times (-0,0071)}{9 \times 8 \times 0,09^3} = -1,36$$

- d. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\text{Log } \bar{X}} = \frac{0,09}{2,13} = 0,042$$

- e. Koefisien Sweekness (Cs)

$$Cs = \frac{n \times \sum (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 2)S^3} = \frac{10 \times (-0,0071)}{9 \times 8 \times 0,09^3} = -1,36$$

- f. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \times \sum (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)S^4} = \frac{100 \times 0,0019}{9 \times 8 \times 7 \times 0,09^4} = 5,66$$

Menentukan nilai factor frekuensi (Z) dengan rumus:

Perhitungan analisis curah hujan dengan metode distribusi log pearson III:

$$\text{Log } X_t = \text{Log } \bar{X} + z \cdot S_x$$

Maka untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

- T = 2 Tahun

$$\text{Log } X_t = 2,13 + (0,225 \times 0,09) = 2,15$$

$$X_2 = 140,32 \text{ mm}$$

- T = 5 Tahun

$$\text{Log } X_t = 2,13 + (0,832 \times 0,09) = 2,20$$

$$X_5 = 159,10 \text{ mm}$$

- T = 10 Tahun

$$\text{Log } X_t = 2,13 + (1,041 \times 0,09) = 2,22$$

$$X_{10} = 166,13 \text{ mm}$$

- T = 25 Tahun

$$\text{Log } X_t = 2,13 + (1,198 \times 0,09) = 2,23$$

$$X_{25} = 171,61 \text{ mm}$$

- T = 50 Tahun

$$\text{Log } X_t = 2,13 + (1,270 \times 0,09) = 2,24$$

$$X_{50} = 174,19 \text{ mm}$$

Tabel 4. 8: Hasil analisis curah hujan dengan distribusi log pearson III

No	Periode Ulang Tahun (T)	Z	Log X	Log S	Log Xt	Curah Hujan (Xt)
1	2	0.225	2.13	0.09	2.15	140.32
2	5	0.832	2.13	0.09	2.20	159.10
3	10	1.041	2.13	0.09	2.22	166.13
4	25	1.198	2.13	0.09	2.23	171.61
5	50	1.270	2.13	0.09	2.24	174.19

4. Distribusi Gumbel

Data-data yang digunakan dalam perhitungan parameter statistic dengan sebaran distribusi Gumbell.

Tabel 4. 9: Hasil analisis frekuensi curah hujan dengan menggunakan metode distribusi gumbell

Tahun	Curah Hujan (mm)	(Xi-X)	(Xi-X) ²	(Xi-X) ³	(Xi-X) ⁴
	Xi				
2016	84	-52.15	2719.62	-141828.31	7396346.54
2017	135	-1.55	2.40	-3.72	5.77
2018	147	10.65	113.42	1207.95	12864.66
2019	159	22.85	522.12	11930.50	272611.91
2020	146	9.65	93.12	898.63	8671.80
2021	124	-11.95	142.80	-1706.49	20392.55
2022	132	-3.95	15.60	-61.63	243.44
2023	160	23.65	559.32	13227.98	312841.66
2024	110	-26.85	720.92	-19356.77	519729.25
2025	166	29.65	879.12	26065.98	772856.37

Tabel 4. 10: Lanjutan

Jumlah	1364		5768.47	-	9316563.96
$\bar{x}$	136.4				
S	25.32				
N	10				

Dari data di atas di dapat:

- Rata-rata Curah Hujan ($\bar{X}$)

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{1364}{10} = 136,4$$

- Standart Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{5768,47}{10 - 1}} = 25,32$$

- Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{25,32}{136,4} = 0,186$$

- Koefisien Sweekness (Cs)

$$Cs = \frac{n \times \sum (X_i - \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 2)S^3} = \frac{10 \times (-109625,89)}{9 \times 8 \times 25,32^3} = -0,938$$

- Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \times \sum (X_i - \bar{X})^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)S^4} = \frac{10^2 \times 9316563,96}{9 \times 8 \times 7 \times 25,32^4} = 4,50$$

Setelah mendapat nilai rata-rata curah hujan dan simpangan bakunya, maka didapatkan nilai Reduced Mean (Yn), Reduced Standard Deviasi (Sn) dan Reduced Variate (Yt). Pada tabel didapat nilai Yn, Sn dan Yt sebagai berikut:

Tabel 4. 11: Nilai Yn, Sn dan Yt

No	Periode Ulang Tahun (T)	Yn	Sn	Yt
1	2	0.4952	0.9496	0.3665
2	5	0.4952	0.9496	1.4999
3	10	0.4952	0.9496	2.2502
4	25	0.4952	0.9496	3.1985
5	50	0.4952	0.9496	3.9019

Menentukan nilai factor frekuensi (K_t) dengan rumus:

$$K_T = \left(\frac{Y_t - Y_n}{S_n} \right)$$

$$X_t = \bar{X} + (K_T * S)$$

Maka untuk periode ulang 2,5,10,25,50 didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

- T = 2 Tahun

$$K_T = \left(\frac{Y_t - Y_n}{S_n} \right) = \left(\frac{0,3665 - 0,4952}{0,9496} \right) = -0,136$$

$$X_t = \bar{X} + (K_T * S)$$

$$T_2 = 136,35 + (-0,136 \times 25,32) = 132,919 \text{ mm}$$

- T = 5 Tahun

$$K_T = \left(\frac{Y_t - Y_n}{S_n} \right) = \left(\frac{1,4999 - 0,4952}{0,9496} \right) = 1,058$$

$$X_t = \bar{X} + (K_T * S)$$

$$T_2 = 136,35 + (1,058 \times 25,32) = 163,136 \text{ mm}$$

- T = 10 Tahun

$$K_T = \left(\frac{Y_t - Y_n}{S_n} \right) = \left(\frac{2,2502 - 0,4952}{0,9496} \right) = 1,848$$

$$X_t = \bar{X} + (K_T * S)$$

$$T_2 = 136,35 + (1,848 \times 25,32) = 183,139 \text{ mm}$$

- T = 25 Tahun

$$K_T = \left(\frac{Y_t - Y_n}{S_n} \right) = \left(\frac{3,1985 - 0,4952}{0,9496} \right) = 2,847$$

$$X_t = \bar{X} + (K_T * S)$$

$$T_2 = 136,35 + (2,847 \times 25,32) = 208,421 \text{ mm}$$

- T = 50 Tahun

$$K_T = \left(\frac{Y_t - Y_n}{S_n} \right) = \left(\frac{3,9019 - 0,4952}{0,9496} \right) = 3,588$$

$$X_t = \bar{X} + (K_T * S)$$

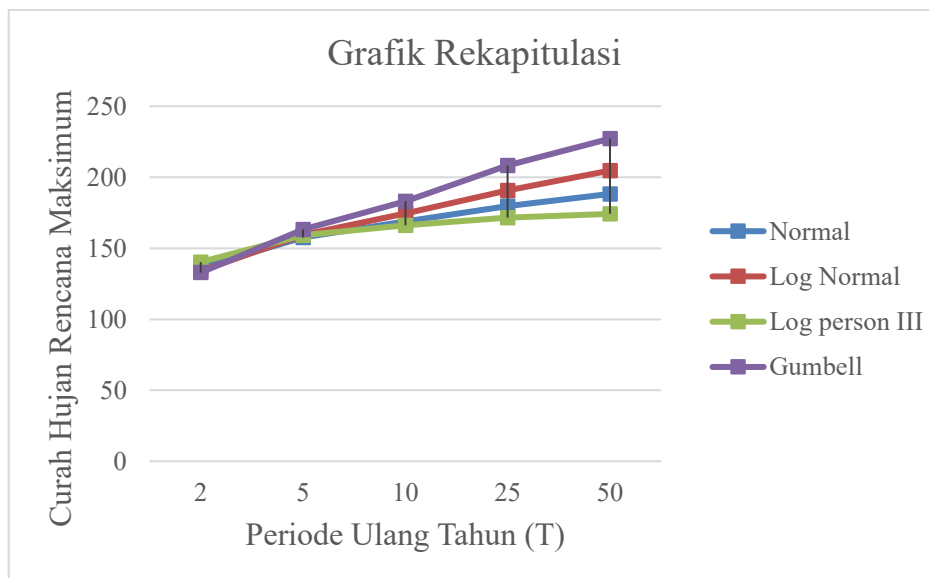
$$T_2 = 136,35 + (3,588 \times 25,32) = 227,174 \text{ mm}$$

Tabel 4. 12: Analisa curah hujan Distribusi Gumbell

No	Periode Ulang Tahun (T)	Y_n	S_n	Y_t	K_t	X	S	Curah Hujan (X_t)
1	2	0.4952	0.9496	0.3665	$\frac{1}{0.136}$	136.35	25.32	132.9188
2	5	0.4952	0.9496	1.4999	1.058	136.35	25.32	163.1358
3	10	0.4952	0.9496	2.2502	1.848	136.35	25.32	183.1392
4	25	0.4952	0.9496	3.1985	2.847	136.35	25.32	208.4213
5	50	0.4952	0.9496	3.9019	3.588	136.35	25.32	227.1743

Tabel 4. 13: Rekapitulasi hasil Analisa curah hujan rencana maksimum

No	Periode Ulang Tahun (T)	Normal	Log Normal	Log person III	Gumbell
1	2	136.35	133.94	140.32	132.9188
2	5	157.62	159.36	159.1	163.1358
3	10	168.76	174.55	166.13	183.1392
4	25	179.64	190.79	171.61	208.4213
5	50	188.25	204.7	174.19	227.1743



Gambar 4. 1: Gambar Grafik Rekapitulasi

4.3 Pemilihan Metode Distribusi Terpilih

Pemilihan metode distribusi yang paling representatif dilakukan dengan membandingkan nilai koefisien kemencengan (C_s), koefisien variasi (C_v), dan koefisien kurtosis (C_k) hasil perhitungan data terhadap syarat statistik masing-masing distribusi. Berdasarkan data curah hujan pada Tabel 4.1, diperoleh nilai sebagai berikut:

Tabel 4. 14: Parameter Statistik Data Curah Hujan

Parameter	Data Asli (X_i)	Data Logaritmik ($\log X_i$)
Koefisien Kemencengan (C_s)	-0,938	-1,353
Koefisien Variasi (C_v)	0,186	-
Koefisien Kurtosis (C_k)	4,497	5,746

Tabel 4. 15: Perbandingan Syarat Statistik dengan Hasil Perhitungan

Distribusi	Syarat Teoretis	Hasil Perhitungan	Kesesuaian
Normal	$C_s \approx 0$; $C_k \approx 3$	$C_s = -0,938$; $C_k = 4,497$	Tidak memenuhi
Log Normal	$C_s \approx 3C_v + C_v^3$ (positif) ; $C_k \approx 3$	$C_s(\log) = -1,353$	Tidak memenuhi
Gumbel	$C_s \approx 1,14$; $C_k \approx 5,4$	$C_s = -0,938$; $C_k = 4,497$	Tidak memenuhi
Log Pearson III	$C_s \neq 0$ (bebas)	$C_s(\log) = -1,353 (\neq 0)$	Memenuhi

Berdasarkan Tabel 4.15, hasil perhitungan menunjukkan bahwa data curah hujan harian maksimum pada kawasan penelitian tidak memenuhi syarat statistik ideal Distribusi Normal (C_s seharusnya mendekati nol), Distribusi Log Normal (C_s

logaritmik seharusnya bernilai positif), maupun Distribusi Gumbel (C_s seharusnya mendekati 1,14). Nilai koefisien kemencengan yang diperoleh justru bernilai negatif dan relatif besar ($C_s = -0,938$ untuk data asli; $C_s = -1,353$ untuk data logaritmik), yang mengindikasikan bahwa sebaran data curah hujan pada kawasan ini condong ke kanan (right-skewed secara terbalik/negatively skewed), yaitu lebih banyak tahun dengan curah hujan mendekati atau di atas rata-rata dibandingkan tahun dengan curah hujan jauh di bawah rata-rata.

Sesuai dengan prinsip pemilihan distribusi dalam analisis frekuensi hidrologi, apabila data tidak memenuhi syarat ketiga distribusi lainnya, maka Distribusi Log Pearson III dipilih sebagai metode representatif, karena distribusi ini secara statistik dirancang untuk mengakomodasi berbagai bentuk kemencengan data ($C_s \neq 0$, tanpa syarat nilai tertentu), sehingga lebih fleksibel digunakan pada data dengan pola sebaran tidak simetris seperti yang ditemukan pada penelitian ini. Dengan demikian, curah hujan rencana yang digunakan sebagai dasar analisis selanjutnya dalam penelitian ini adalah hasil perhitungan Distribusi Log Pearson III.

4.4 Perhitungan Volume Tampungan Kolam Retensi

Berdasarkan hasil pengukuran lapangan, kolam retensi di kawasan Griya Martubung memiliki panjang 500 m, lebar 165 m, sehingga luas permukaan kolam (A) adalah:

$$A = \text{panjang} \times \text{lebar} = 500 \text{ m} \times 165 \text{ m} = 82.500 \text{ m}^2$$

Kedalaman efektif tampungan (h) diambil berdasarkan selisih antara kondisi tinggi minimum kolam yaitu 2,30 m, sebagai pendekatan konservatif terhadap kapasitas tampungan yang dapat diandalkan (reliable storage) dalam kondisi operasional sehari-hari. Dengan demikian, volume atau kapasitas tampungan kolam retensi (V) dihitung sebagai berikut:

$$V = A \times h = 82.500 \text{ m}^2 \times 2,3 \text{ m} = 189.750 \text{ m}^3$$

Hasil perhitungan ini konsisten dengan data kapasitas tampung yang dilaporkan pada hasil survei lapangan (Tabel 4.1), yaitu sebesar 189.750 m³, sehingga dapat

disimpulkan bahwa kapasitas tampung kolam retensi yang tersedia di kawasan Jalan Griya Martubung saat ini adalah 189.750 m³.

4.5 Interpretasi Kritis terhadap Kapasitas Tampung

Nilai kapasitas tampung sebesar 189.750 m³ perlu diinterpretasikan tidak hanya sebagai angka tunggal, tetapi juga dikaitkan dengan karakteristik curah hujan rencana. Sebagai perbandingan kontekstual, penelitian Syofyan (2022) pada Daerah Aliran Sungai Batang Pangian menetapkan bahwa dibutuhkan volume kolam retensi minimal sebesar 35.620 m³ untuk mencapai efektivitas penggunaan di atas 75% pada karakteristik DAS yang dikaji. Apabila dibandingkan secara nominal, kapasitas tampung kolam retensi Griya Martubung (189.750 m³) jauh lebih besar dari ambang batas tersebut, yang secara awal mengindikasikan bahwa kolam retensi pada kawasan penelitian memiliki kapasitas fisik yang relatif besar untuk ukuran infrastruktur pengendali banjir skala kawasan permukiman.

Perbandingan ini tidak dapat langsung dijadikan kesimpulan akhir mengenai kecukupan kapasitas, karena volume kebutuhan tampungan idealnya dihitung berdasarkan debit banjir rencana spesifik pada kawasan penelitian yang diperoleh dari perkalian intensitas curah hujan rencana, koefisien limpasan, dan luas daerah tangkapan air (*catchment area*).

4.6 Peningkatan Curah Hujan Rencana

Hasil analisis pada Tabel 4.13 menunjukkan bahwa curah hujan rencana terpilih (Log Pearson III) meningkat dari 140,32 mm pada periode ulang 2 tahun menjadi 174,19 mm pada periode ulang 50 tahun. Peningkatan ini, meskipun secara matematis moderat dibandingkan hasil Distribusi Gumbel, tetap mengindikasikan bahwa kawasan penelitian berpotensi menghadapi kejadian hujan dengan intensitas lebih tinggi pada periode ulang yang lebih panjang. Data curah hujan turut memperkuat indikasi ini, di mana dua nilai curah hujan harian maksimum tertinggi dalam periode pengamatan (160 mm pada 2023 dan 166 mm pada 2025) justru tercatat pada tahun-tahun terakhir, sehingga optimalisasi kapasitas kolam retensi perlu diarahkan secara antisipatif, bukan hanya reaktif terhadap kondisi rata-rata historis semata.

4.7 Upaya Optimalisasi Kapasitas Kolam Retensi dalam Mengendalikan Banjir

4.7.1 Upaya Optimalisasi Struktural (*Structural Measures*)

- Pemeliharaan kedalaman efektif tampungan melalui pengerukan sedimen secara berkala, guna mempertahankan kedalaman tampungan pada kisaran 2,30–3,76 m sesuai kondisi eksisting, mengingat penurunan kedalaman akibat sedimentasi akan mengurangi volume 189.750 m³.
- Optimalisasi pemanfaatan ruang freeboard antara elevasi dasar (2,40 mdpl) dan elevasi tanggul (2,60 mdpl) melalui pemantauan rutin muka air kolam, agar kapasitas cadangan tampungan pada kondisi hujan ekstrem (periode ulang 25–50 tahun) dapat dimanfaatkan secara optimal tanpa risiko limpasan (overtopping) pada tanggul kolam.
- Perbaikan dan pemeliharaan struktur inlet-outlet kolam retensi, untuk memastikan proses pengisian dan pengosongan volume tampungan berjalan efisien, khususnya pada saat kawasan menghadapi curah hujan mendekati nilai rencana periode ulang panjang (171,61–174,19 mm).

4.7.2 Upaya Optimalisasi Non-Struktural (*Non-Structural Measures*)

- Penyusunan jadwal operasi dan pemeliharaan (OP) kolam retensi secara berkala, minimal menjelang dan setelah musim hujan puncak, untuk menjaga konsistensi kapasitas tampung 189.750 m³ dari waktu ke waktu.
- Pemantauan curah hujan berkala menggunakan data pembaruan dari Stasiun Klimatologi Deli Serdang, untuk memperbarui estimasi curah hujan rencana secara periodik (misalnya setiap 5 tahun).
- Pengendalian tata guna lahan pada daerah tangkapan air di sekitar kolam retensi, untuk mencegah peningkatan koefisien limpasan akibat pertumbuhan permukiman padat penduduk yang tidak terkendali di kawasan Griya Martubung.
- Edukasi dan pelibatan masyarakat sekitar kawasan dalam menjaga kebersihan kolam retensi dan saluran penghubungnya, guna mencegah penyempitan kapasitas akibat sampah maupun aktivitas non-teknis lainnya.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan keseluruhan hasil analisis pada perhitungan kolam retensi dan Efektivitas Kolam Retensi dalam Mengendalikan Banjir maka penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Hasil kapasitas tampung kolam retensi yang tersedia di kawasan Jalan Griya Martubung adalah sebesar 189.750 m³, dihitung dari luas permukaan 82.500 m² dan kedalaman efektif 2,3 m.
- 2) Upaya optimalisasi kapasitas kolam retensi dalam mengendalikan banjir di kawasan tersebut perlu difokuskan pada pemeliharaan kedalaman tampungan melalui pengerukan sedimen rutin, pemantauan dan pemanfaatan ruang *freeboard* hingga elevasi tanggul, serta pengendalian tata guna lahan di daerah tangkapan air dengan mempertimbangkan peningkatan curah hujan rencana hasil Distribusi Log Pearson III dari 140,32 mm (periode ulang 2 tahun) hingga 174,19 mm (periode ulang 50 tahun) sebagai dasar antisipasi jangka panjang.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil studi evaluasi sistem kolam retensi di Jalan Tangguk Raya No.37 Griya I, Martubung, Kecamatan Medan Labuhan, penulis mencoba mengemukakan beberapa saran diantaranya yaitu :

- 1) Bagi Pemerintah Kota Medan/Dinas terkait, disarankan melakukan audit dan pengerukan sedimen kolam retensi secara rutin (minimal dua kali setahun, sebelum dan sesudah musim hujan), guna menjaga konsistensi kapasitas tampung sebesar 189.750 m³ dari waktu ke waktu, mengingat kapasitas tampungan aktual dapat menyusut signifikan apabila terjadi pendangkalan.
- 2) Bagi pemerintah dan pengelola kawasan, disarankan melakukan pengendalian tata guna lahan pada daerah tangkapan air di sekitar kolam retensi, untuk mencegah peningkatan koefisien limpasan akibat pertumbuhan permukiman padat penduduk yang tidak terkendali di kawasan Griya Martubung.

- 3) Bagi peneliti selanjutnya, disarankan menggunakan data curah hujan dengan periode pengamatan yang lebih panjang (minimal 15-20 tahun), serta melengkapi uji kesesuaian distribusi dengan uji Chi-Kuadrat dan uji Smirnov-Kolmogorov secara eksplisit, untuk memperkuat validitas pemilihan Distribusi Log Pearson III sebagai metode representatif.
- 4) Bagi masyarakat sekitar kawasan Griya Martubung, disarankan untuk berpartisipasi aktif dalam menjaga kebersihan kolam retensi dan saluran penghubungnya, misalnya melalui kegiatan gotong royong rutin, guna mencegah penyempitan kapasitas tampungan akibat sampah maupun aktivitas non-teknis lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alia, F., Hakki, H., Jati, S. N., & Fakhriansyah, M. (2025). Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Rawa dan Ruang Terbuka Hijau Terhadap Peningkatan Debit Limpasan di Kota Palembang. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 15(2), 389-404.
- Asdak, C. (2023). *Hidrologi dan pengelolaan daerah aliran sungai*. Ugm Press.
- Burhanuddin, B. (2010). Karakteristik teritorialitas ruang pada permukiman padat di perkotaan. *Ruang: Jurnal Arsitektur*, 2(1), 220937.
- Effendi, J. (2022). Pengantar Geografi Regional Dunia. Jakarta: Eureka Media Aksara.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2022). *Modul Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan*. Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia, Kementerian PUPR.
- Kurnia, D., Syarifudin, A., Mulyati, E., & Prawira, W. Y. (2025). Analisis Kemampuan Kolam Retensi Brimob di Jalan Demang Lebar Daun Sebagai Tampungan Pengendali Banjir. *Sultra Civil Engineering Journal (SCiEJ)*, 6(2), 569-576.
- Kurniawan, V., Pranoto, W. A., & Ongga, F. P. (2023). PENINJAUAN SISTEM POLDER GROGOL DALAM MENGHADAPI BANJIR. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 719-730.
- Lempadeli, D. R., Udiana, I. M., Sir, T. M., & Hangge, E. E. (2025, August). Desain Kolam Retensi untuk Optimalisasi Pengendalian Banjir di Kawasan Kampus Undana Kota Kupang. In *JURNAL FORUM TEKNIK SIPIL (J-ForTekS)* (Vol. 5, No. 1, pp. 13-24).
- Lubis, F. (2016). Analisa frekuensi curah hujan terhadap kemampuan drainase pemukiman di kecamatan kandis. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*, 2(1), 34-46.
- Nomeritae, N., Alexsander, S., Suyanto, H., & Wiryanto, Y. H. (2023). Integrasi SIG, pemodelan hidrologi, dan pemodelan hidraulika untuk penentuan elevasi muka air banjir. *Jurnal Teknika: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Keteknikan*, 6(2), 1-13.

- Nomor, U. U. R. I. (1). *tahun 2011 tentang Perumahan dan Kawasan Permukiman*.
- Priambodo, S., & Hamzah, Y. S. (2024). Kajian terhadap Pengendalian Puncak Banjir dengan Menggunakan Kolam Retensi pada DAS Bekala di Kota Medan. *PORTAL*, 16(2).
- Sari, M. P., Syafitri, M., Ulumuddin, M. F., & Alfayed, M. F. (2025). Analisis Alternatif Kebijakan Drainase Perkotaan Dan Kolam Retensi Dalam Mengurangi Banjir Di Flyover Simpang Polda Palembang. *Jurnal Intelek Dan Cendikiawan Nusantara*, 2(6), 11911-11916.
- SETIOBUDI, A., & HERYADI, F. H. (2023). Tinjauan Teori Efektivitas Mitigasi Bencana Banjir. *Prosiding FTSP Series*, 1623-6127.
- Shaskia, N., Azmeri, A., Ziana, Z., & Salsabila, M. (2026). Mitigasi Bencana Banjir Genangan pada Blok Drainase Lhok Banie Kota Langsa Melalui Pemodelan Profil Muka Air dan Kolam Retensi. *Jurnal Teknik Hidraulik*, 17(1), 1-12.
- Shaskia, N., Azmeri, A., Ziana, Z., & Salsabila, M. (2026). Mitigasi Bencana Banjir Genangan pada Blok Drainase Lhok Banie Kota Langsa Melalui Pemodelan Profil Muka Air dan Kolam Retensi. *Jurnal Teknik Hidraulik*, 17(1), 1-12.
- Sholikha, D. E. Z., Sutoyo, S., & Rau, M. I. (2022). Pemodelan Sebaran Genangan Banjir Menggunakan HEC-RAS di Sub DAS Cisadane Hilir: Flood Inundation Modelling Using HEC-RAS in the Cisadane Hilir Sub-watershed.
- Statisik, B. P. (2023). Statistik Perumahan dan Permukiman 2022. *Badan Pusat Statistik. Jakarta-Indonesia*.
- Suripin, S., & Eng, M. (2004). Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan. *Yogyakarta: Andi*.
- SYAFEI, R. J. (2025). *ANALISIS PENGGUNAAN POLDER DAN KOLAM RETENSI PADA KAWASAN TANJUNG SENAI KABUPATEN OGAN ILIR* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS BINA DARMA).
- Triatmodjo, B. (2008). Hidrologi Terapan, Beta Offset. *Yogyakarta. Hal*, 195-273.

LAMPIRAN



Lampiran Gambar 1: Kolam retensi penampakan dari atas

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
2016	84
2017	135
2018	147
2019	159
2020	146
2021	124
2022	132
2023	160
2024	110
2025	166
N = 10 tahun	Total = 1364

Lampiran Tabel 1: Data Curah Hujan Harian

No	Periode Ulang Tahun (T)	Normal	Log Normal	Log person III	Gumbell
1	2	136.35	133.94	140.32	132.9188
2	5	157.62	159.36	159.1	163.1358
3	10	168.76	174.55	166.13	183.1392
4	25	179.64	190.79	171.61	208.4213
5	50	188.25	204.7	174.19	227.1743

Lampiran Tabel 2: Rekapitulasi Hasil Analisa Curah Hujan Rencana Maksimum

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PENULIS

Nama Lengkap : Nurhayati Siregar
Tempat Tanggal Lahir : Aek Nabara, 28 Agustus 2003
Alamat : Aek Nabara Kec. Simangambat Kab. Padang
Lawas Utara
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Hasan Siregar
Ibu : Sopiana Rambe
No.Telp : 085262637329
Email : hayatinur7918@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Lulus
1	SD	SDN 102050 Simangambat Julu	2016
2	SMP	MTS Darul Ulum Sipaho	2019
3	SMA	MAS Al Washliyah Deli km 6	2022
4	Perguruan Tinggi	Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	2022 - sekarang

