

**DESAIN KOLAM RETENSI UNTUK PENANGANAN BANJIR
DI KECAMATAN MEDAN LABUHAN**

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

Disusun Oleh:

JEFRI ALRIDO TELAUMBANUA
1707210031



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Jefri Alrido Telaumbanua
NPM : 1707210031
Program Studi : Teknik Sipil
Bidang Ilmu : Transportasi
Judul Skripsi : Desain Kolam Retensi Untuk Penanganan Banjir Di
Kecamatan Medan Labuhan

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

Medan, 27 September 2022

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing/Penguji



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

Dosen Pembanding I



Randi Gunawan, S.T., MSi

Dosen Pembanding II



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

Ketua Prodi Teknik Sipil



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Jefri Alrido Telaumbanua
Tempat /Tanggal Lahir : Saombo, 13 Desember 1998
NPM : 1707210031
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Desain Kolam Retensi Untuk Penanganan Banjir Di Kecamatan Medan Labuhan”

Bukan merupakan plagiarism, 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 hakekatnya karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat serupa pembatalan kelulusan/kesarjana saya.

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

Medan, 27 September 2022



Saya yang menyatakan,

Jefri Alrido
Jefri Alrido Telaumbanua

ABSTRAK

DESAIN KOLAM RETENSI UNTUK PENANGANAN BANJIR DI KECAMATAN MEDAN LABUHAN

Jefri Alrido Telaumbanua

1707210031

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

Di Indonesia sering terjadi bencana yang berulang, salah satunya adalah bencana banjir. Banjir terjadi dikarenakan saluran pengairan tidak dapat menampung air sehingga terjadi luapan. Daerah Martubung yang terletak di Medan Labuhan tercatat berulang kali mengalami bencana banjir, dan yang terparah menurut survei langsung dilapangan dan data terjadi di tahun 2014. Sesuai dengan perencanaan sistem polder dan kolam retensi yang disusun oleh Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Cipta Karya, kolam Penampungan berfungsi untuk menyimpan sementara debit sungai sehingga puncak banjir dapat dikurangi. Kolam penahan adalah kolam/waduk untuk menampung air hujan dalam jangka waktu tertentu. Kolam retensi adalah cekungan atau kolam yang dapat menampung atau menyerap air di dalamnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui luas kolam retensi yang diperlukan untuk menahan debit banjir pada daerah aliran sungai yang masuk dalam kompleks Griya Martubung dan mengetahui desain yang di perlukan untuk menahan laju banjir pada daerah atau lokasi genangan. Dari hasil penelitian didapatkan hasil debit banjir sebesar $T_{10} = 96,72$, $T_{20} = 106,29$, $T_{25} = 111,42$, dan $T_{50} = 122,98$ Debit rencana yang di pakai untuk kolam retensi adalah $Q_{20} = 106.29$ m³ /detik sehingga menghasilkan dimensi kolam sebesar: Panjang = 500 m, Lebar = 165 m, Elevasi Tanggul = 2,60 mdpl, Elevasi Dasar = 2,40 mdpl, Tebal Air Tersedia = 2,30 m dan Kapasitas Tampung Kolam = 189.750 m³. Dimensi waduk sebesar: Volume Banjir Selama t waktu = 24.491385 m³, Elevasi tanggul = 2,76 mdpl, Elevasi Freeboard = 2,3 mdpl, Elevasi Dasar = 1,5 Mdpl, Tebal Air Tersedia = 3,76 m, Luas Dibutuhkan = 6.513.666 m² atau 651,37 ha dan Luas setelah kolam griya martubung = 646,32 ha.

Kata Kunci: Debit Banjir, Kolam Retensi, Waduk.

ABSTRACT

DESIGN OF A RETENTION POOL FOR FLOOD MANAGEMENT IN MEDAN LABUHAN DISTRICT

Jefri Alrido Telaumbanua

1707210031

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

In Indonesia, disasters often occur repeatedly, one of which is a flood disaster. Floods occur because the irrigation canal cannot accommodate water so that it overflows. The Martubung area, which is located in Medan Labuhan, was recorded to have repeatedly experienced floods, and the worst according to direct field surveys and data occurred in 2014. In accordance with the planning of the polder system and retention pond prepared by the Ministry of Public Works, Directorate General of Human Settlements, the Shelter pool serves to temporarily store river discharge so that the peak of flooding can be reduced. Retaining pond is a pond/reservoir to accommodate rainwater for a certain period of time. Retention pond is a basin or pond that can accommodate or absorb water in it. This study aims to determine the area of the retention pond required to withstand flood discharge in the watershed that is included in the Griya Martubung complex and to determine the design required to withstand the flood rate in the inundation area or location. From the results of the study, it was found that the flood discharge was $T 10 = 96.72$, $T 20 = 106.29$, $T 25 = 111.42$, and $T 50 = 122.98$. The planned discharge used for the retention pond was $Q 20 = 106.29 \text{ m}^3/\text{second}$ so that the dimensions of the pool are: Length = 500 m, Width = 165 m, Embankment Elevation = 2.60 masl, Base Elevation = 2.40 masl, Available Water Thickness = 2.30 m and Pond Storage Capacity = 189,750 m^3 . The dimensions of the reservoir are: Flood Volume During t time = 24.491385 m^3 , Embankment elevation = 2.76 mdpl, Freeboard elevation = 2.3 mdpl, Base Elevation = 1.5 mdpl, Available water thickness = 3.76 m, Required area = 6.513 .666 m^2 or 651.37 ha and area after the Griya Martubung pool = 646.32 ha.

Keywords: Flood Discharge, Retention Pond, Reservoir.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia Nya kepada saya sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Desain Kolam Retensi Untuk Penanganan Banjir Di Kecamatan Medan Labuhan”** ini dengan baik.

Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah SAW yang telah mengantarkan umat manusia dari zaman kegelapan ke zaman yang terang benderang seperti saat ini. Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian syarat-syarat guna mencapai gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Saya menyadari bahwa skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini terutama kepada:

1. Bapak Sayed Iskandar Muda, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan bimbingan, saran, motivasi untuk menyelesaikan tugas akhir penulis.
2. Bapak Randi Gunawan, S.T., MSi., selaku Dosen Penguji I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain S.T, MSc selaku Dosen Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan Pembanding II yang telah mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T., selaku sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik sipilan kepada saya.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang banyak membantu penulis untuk melengkapi administrasi selama penulisan Tugas Akhir ini.
8. Teristimewa sekali kepada kedua orang tua saya Bapak (alm) Akhiruddin Telaumbanua, dan Ibu Ratna Harefa, serta nana saya Ibu Dasmawati Telaumbanua yang telah mendukung saya dan bersusah payah membesarkan dengan kasih sayang yang tiada habisnya dan menagantarkan saya ke tingkat Perguruan tinggi.
9. Kepada kakak saya Ainun Silvi Telaumbanua,S.Si dan seluruh keluarga besar saya yang telah memberi motivasinya sampai saat ini.
10. Sahabat seperjuangan yang selalu menyemangatin Dahril Jamil Hulu, S.Pt, Rizka Mei Shella, Amd, RMIK, Aldi Bayu Fahmi S.Ds, Ismayanti Polem S.Ak CAP, Nafhatil Riski Hulu, S.Tr.Keb, CBMT, Selvi Dwi Rahman Nur Telaumbanua.
11. Teman dan abang-abangan saya Syahri Ramadhan S.T, Gilang Mahardika S.T, Aris Malajogi S.T, Andra Ayunda, Arimbi Artika Surbakti, Muhammad Hafizni Wardan Purba, Diajeng Merry dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu-persatu.
12. Dan teman-teman di Himpunan Mahasiswa Sipil Fakultas Tekni UMSU (HMS-FT-UMSU).

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu saya berharap kritik dan masukan yang membangun untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia Transportasi Teknik Sipil.

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

Medan, 27 September 2022

Penulis



Jefri Alrido Telaumbanua
NPM.1707210031

DAFTAR ISI

COVER	
HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Pembahasan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kolam Retensi	5
2.2.1 Kapasitas Kolam Retensi	6
2.2.2 Tipe-Tipe Kolam Retensi	6
2.3 Hidrologi	9
2.3.1 Siklus Hidrologi	9
2.3.2 Macam-Macam Siklus Hidrologi	10
2.3.3 Analisis Curah Hujan	12
2.3.4 Distribusi Curah Hujan	13
2.3.5 Uji Distribusi Probabilitas	18
2.3.6 Intensitas Curah Hujan	23
2.3.7 Debit Rencana Dengan Metode Rasional	23
2.4 Banjir	24
2.5 Hidrolika	27
2.5.1 Jenis-Jenis Aliran	28

2.5.2	Debit Aliran	30
2.5.3	Kecepatan Aliran	30
2.5.4	Bentuk-Bentuk Saluaran	31
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1	Bagan Alir Penelitian	33
3.2	Lokasi Penelitian	34
3.3	Peralatan Penelitian	34
3.4	Metode Penelitian	35
3.5	Pengumpulan Data	35
3.5.1	Data Primer	35
3.5.2	Data Sekunder	37
BAB 4	PEMBAHASAN DAN HASIL	38
4.1	Pengolahan Data	38
4.2	Analisa Hidrologi	38
4.2.1	Curah Hujan	38
4.2.2	Mengurutkan Data Curah Hujan Dari Terbesar Ke Terkecil	39
4.2.3	Analisis Frekuensi Curah Hujan Periodik Kala Ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, & 100 Tahun	39
4.2.4	Menghitung Curah Hujan Kala Ulang Dengan Logaritmik 2, 5, 10, 20, 25, 50, & 100 Tahun	44
4.2.5	Rekapitulasi Analisis Curah Hujan Rencana Maksimum	46
4.2.6	Uji Distribusi Probabilitas	47
4.2.7	Intensitas Curah Hujan	51
4.2.8	Debit Metode Rasional	54
4.3	Desain	55
4.3.1	Desain Parit	55
4.3.1	Desain Kolam Retensi	56
4.3.2	Desain Waduk	59
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1	Kesimpulan	62
5.2	Saran	63
	DAFTAR PUSTAKA	64
	LAMPIRAN	
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1:	Kolam retensi tipe disamping badan sungai.	7
Gambar 2.2:	Kolam retensi tipe didalam badan sungai.	7
Gambar 2.3:	Kolam Retensi Tipe Storage Memanjang.	8
Gambar 2.4:	Proses Perjalanan Air Dalam Siklus Hidrologi.	10
Gambar 2.5:	Proses perjalanan air siklus pendek.	10
Gambar 2.6:	Proses perjalanan air siklus sedang.	11
Gambar 2.7:	Proses perjalanan air siklus panjang.	11
Gambar 2.8:	(a) Aliran Seragam (b) Aliran Tak Seragam.	29
Gambar 3.1:	Bagan Alir Penelitian.	33
Gambar 3.2:	Lokasi Penelitian.	34
Gambar 4.1:	Grafik Rekapitulasi Kala Ulang Curah Hujan.	46
Gambar 4.2:	Grafik Nilai Probabilitas Uji Smirnov Kolmogrov.	50
Gambar 4.3:	Curva Intensitas Curah Hujan $R_{24} = 396,95$.	52
Gambar 4.4:	Intensitas Curah Hujan.	53
Gambar 4.5:	Grafik Kapasitas Kolam Retensi.	58
Gambar 4.6:	Grafik Kapasitas Waduk.	60
Gambar 4.7:	Sekema Aliran.	61
Gambar L.1:	Kolam retensi dari pengambilan drone.	
Gambar L.2:	Wawancara.	
Gambar L.3:	Banjir Komplek KPR BTN TNI AL Martubung.	
Gambar L.4:	Banjir Komplek KPR BTN TNI AL Martubung.	
Gambar L.5:	Inlate kolam retensi.	
Gambar L.6:	Pintu Outlate Kolam Retensi.	
Gambar L.7:	Ketinggian banjir di komplek KPR BTN TNI AL Martubung.	
Gambar L.8:	Pengukuran dimensi parit cina.	
Gambar L.9:	Ketinggian saat banjir.	
Gambar L.10:	Pengukuran kedalaman kolam retensi.	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1:	Variasi Reduksi.	12
Tabel 2.2:	Nilai Variabel Reduksi Gauss.	14
Tabel 2.3:	Reduced Mean, Y_n .	16
Tabel 2.4:	Reduced Standard Deviation, S_n .	16
Tabel 2.5:	Reduced Variate, Y_{Tr} Sebagai Fungsi Periode Ulang.	16
Tabel 2.6:	Nilai K untuk distribusi Log-Person III.	18
Tabel 2.7:	Tabel nilai parameter chi-kuadrat kritis.	20
Tabel 2.8:	Lanjutan.	21
Tabel 2.9:	Nilai kritis smirnov-kolgomorof.	22
Tabel 3.1:	Pertanyaan wawancara.	36
Tabel 4.1:	Data curah hujan maksimum stasiun sampali (mm/hari).	38
Tabel 4.2:	Urutan curah hujan terbesar ke terkecil.	39
Tabel 4.3:	Harga parameter statistik.	40
Tabel 4.4:	Analisa curah hujan rencana dengan distribusi Normal.	43
Tabel 4.5:	Analisa curah hujan rencana dengan distribusi Gumbel.	43
Tabel 4.6:	Analisa curah hujan kala ulang dengan logaritmik.	44
Tabel 4.7:	Analisa curah hujan kala ulang metode distribusi Log Normal.	45
Tabel 4.8:	Analisis curah hujan rencana dengan distribusi Log Pearson III.	46
Tabel 4.9:	Rekapitulasi kala ulang curah hujan.	46
Tabel 4.10:	Rekapitulasi kala ulang curah hujan.	47
Tabel 4.11:	Tabel data curah hujan terbesar ke terkecil.	47
Tabel 4.12:	Perhitungan uji kesesuaian metode Chi-Kuadrat.	48
Tabel 4.13:	Hasil data dengan uji Chi-Kuadrat.	49
Tabel 4.14:	Tabel data curah hujan terbesar ke terkecil.	49
Tabel 4.15:	Hasil pembacaan Probabilitas III.	50
Tabel 4.16:	Intensitas curah hujan $R_{24} = 396,95$.	51
Tabel 4.17:	Perhitungan intensitas curah hujan.	53
Tabel 4.18:	Perhitungan debit metode Rasional.	54
Tabel 4.19:	Perhitungan kapasitas kolam retensi.	57
Tabel 4.20:	Lanjutan.	58

DAFTAR NOTASI

s	= Standar deviasi
Cv	= koefisien varians
Cs	= Koefisien skewness
Ck	= Koefisien skewness
X_t	= Curah Hujan Rencana (mm/hari)
\bar{x}	= Curah Hujan Maksimum rata-rata (mm/hari)
K_t	= Faktor Frekuensi
X^2	= Parameter chi-kuadrat terhitung
E_f	= Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya
O_f	= Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama
D_k	= Derajat Kebebasan
R_{24}	= Curah Hujan Maksimum Dalam 24 Jam
L_h	= Panjang lintasan
S	= Kemiringan Daerah Saluran
t_c	= Waktu Konsentrasi
I	= Intensitas Curah Hujan
Q_t	= Debit Banjir Rencana
C	= Koefisien Aliran
I	= Kemiringan Aliran
A	= Luas Daerah Aliran
Q_{20}	= Debit Banjir 20 Tahun
Q_{kolam}	= Debit banjir kolam retensi
V_t	= Kapasitas tampung
T_c	= Waktu konsentrasi
α	= Nilai probabilitas kala ulang
G	= Faktor Frekuensi

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Indonesia sering terjadi bencana yang berulang, salah satunya adalah bencana banjir. Banjir terjadi dikarenakan saluran pengairan tidak dapat menampung air sehingga terjadi luapan. Khususnya pada musim hujan mengingat hampir semua kota di Indonesia mengalami bencana banjir, peristiwa ini hampir setiap tahun terulang namun permasalahan ini sampai saat ini belum terselesaikan, bahkan cenderung makin meningkat, baik frekuensinya, luasnya, kedalamannya maupun durasinya (Suhudi & Irvani, 2019).

Daerah Martubung yang terletak di Medan Labuhan tercatat berulang kali mengalami bencana banjir, dan yang terparah menurut survey langsung dilapangan dan data terjadi di tahun 2014. Menurut hasil dari Pantauan Medan Bisnis, banjir terparah terjadi di kawasan belakang Blok XI Gria Martubung. Di tempat ini ketinggian air hingga diatas lutut orang dewasa.

Akibat tak mampunya parit busuk atau parit besar di Jalan Rawe menampung air hujan yang turun terutama di bagian hulu Jumat tengah malam, air pun meluber hingga ke jalan raya dan meluap hingga ke Blok XI Griya Martubung (Medan Bisnisdaily,2010).

Sejak tahun 2013 pemko medan telah berencana untuk membangun Islamic center di jalan rawe VII, griya Martubung III, kelurahan Tangkahan, kecamatan medan martubung, mengutip berita dari tegar.id, ustad hasan megatakan, kawasan tangkahan, martubung dan sekitarnya adalah daerah bersejarah. Dari daerah ini lah banyak lahir pejuang kemerdekaan. Namun sayang kondisinya kini tertinggal dari daerah lain. Sejak tahun 1996 ustad hasan sudah tinggal di kelurahan Tangkahan, dia mangatakan beberapa tahun belakangan permasalahan utama adalah banjir, setahun beberapa kali pasti terjadi banjir.

Peneliti sebelumnya Syahreza,P 2017 menyatakan Salah satu metode tepat guna untuk penanggulangan banjir adalah sumur resapan. Sumur resapan adalah sumur atau lubang yang dibuat untuk menampung air hujan atau aliran air permukaan agar mengalir ke tanah yang dapat mempertahankan bahkan

meningkatkan tinggi muka air tanah dan mengurangi laju air permukaan (*surface runoff*) karena air langsung terserap. Pembangunan sumur-sumur resapan adalah merupakan salah satu alternative mengurangi defesit air tersebut. Kendati demikian, banjir masih tetap melanda daerah Martubung. Dikarenakan pembuatan sumur resapan masih sedikit dan hanya berlokasi di Perumnas Martubung II (Syahreza,P.2017).

Menurut Widiati (2008), risiko bahaya dan kerugian dapat dikurangi dengan menerapkan manajemen risiko bencana. Salah satu caranya adalah dengan mengoptimalkan saluran drainase untuk mengurangi limpasan dan menanggulangi potensi terjadinya banjir. Limpasan dan genangan akibat hujan dapat menyebabkan kerusakan kontruksi bila tidak ditanggulangi dengan tindakan preventif maupun adaptif (Qintana et al., 2018).

Penanggulangan banjir dilakukan secara bertahap, dari pencegahan sebelum banjir (*prevention*), penanganan saat banjir (*response/intervention*), dan pemulihan setelah banjir (*recovery*). 3 Tahapan tersebut berada dalam suatu siklus kegiatan penanggulangan banjir yang berkesinambungan. Kegiatan penanggulangan banjir mengikuti suatu siklus (*life cycle*), yang dimulai dari banjir, kemudian mengkajinya sebagai masukan untuk pencegahan (*prevention*) sebelum bencana banjir terjadi kembali. Pencegahan dilakukan secara menyeluruh, berupa kegiatan fisik seperti pembangunan pengendali banjir di wilayah sungai sampai wilayah dataran banjir, dan kegiatan non-fisik seperti pengelolaan tata guna lahan sampai sistem peringatan dini bencana banjir. (BAPPENAS, 2010).

Dari uraian di atas, peneliti melakukan penelitian mengenai *DESAIN KOLAM RETENSI UNTUK PENANGANAN BANJIR DI KECAMATAN MEDAN LABUHAN*

1.2 Rumusan Masalah

1. Mengetahui jumlah debit banjir untuk memperkirakan luas kolam retensi yang akan direncanakan.
2. Mengetahui dimensi yang diperlukan untuk kolam retensi serta infrastrukturnya dengan metode analisa hidrolika.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui luas kolam retensi yang diperlukan untuk menahan debit banjir pada daerah aliran sungai yang masuk dalam kompleks Griya Martubung.
2. Untuk mengetahui desain yang di perlukan untuk menahan laju banjir pada daerah atau lokasi genangan.

1.4 Batasan Penelitian

1. Pada penelitian ini di lakukan analisa hidrologi pada lingkup kawasan untuk mendapatkan debit banjir.
2. Pada penelitian ini di lakukan analisa hidrolika pada lingkup kawasan untuk mengetahui luas kolam yang mampu mengendalikan banjir.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Dapat mengetahui dimendi bangunan air apa yang diperlukan untuk menahan debit banjir di sekitar kolam retensi martubung.
2. Sebagai bahan masukan (referensi) untuk penelitian lebih lanjut perencanaan drainase dan studi-studi terkait drainase lainnya.

1.6 Sistematika Pembahasan

Ada pun sistematika penulisan yang digunakan pada tugas akhir ini ialah sebagai berikut:

- BAB 1 : PENDAHULUAN**
Membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan masalah, manfaat masalah, dan sistematika penulisan.
- BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA**
Bab landasan teori merupakan tinjauan pustaka, menguraikan teori yang mendukung judul penelitian, dan mendasari pembahasan secara detail.
- BAB 3 : METODE PENELITIAN**
Menjelaskan rencana atau prosedur yang dilakukan penulis untuk memperoleh jawaban yang sesuai dengan kasus permasalahan.
- BAB 4 : HASIL DAN PEMBAHASAN**
Menguraikan hasil pembahasan analisis mengenai penelitian yang dilakukan.
- BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN**
Berisi kesimpulan sesuai dengan analisis terhadap penelitian dan beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut yang lebih baik dimasa yang akan data.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kolam Retensi

Sesuai dengan perencanaan sistem polder dan kolam retensi yang disusun oleh Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Cipta Karya, kolam Penampungan berfungsi untuk menyimpan sementara debit sungai sehingga puncak banjir dapat dikurangi. Tingkat pengurangan banjir tergantung pada karakteristik hidrograf banjir, volume kolam dan dinamika beberapa bangunan outlet. Areal yang digunakan untuk cadangan tambak biasanya di dataran rendah atau rawa-rawa (Alia et al., 2018).

Kolam penahan adalah kolam/waduk untuk menampung air hujan dalam jangka waktu tertentu. Fungsinya untuk memutus puncak banjir yang terjadi di dalam badan air/sungai. Kolam retensi adalah cekungan atau kolam yang dapat menampung atau menyerap air di dalamnya. Kolam retensi dapat dibagi menjadi 2 macam, yaitu kolam alami dan kolam non alami (Kementrian PUPR, 2018).

a. Kolam alami

Kolam alami adalah kolam retensi berbentuk kolam atau lahan resapan yang sulit ditemukan keberadaannya secara alami, dan dapat digunakan dalam kondisi aslinya atau dilakukan modifikasi. Secara umum kolam jenis ini memadukan fungsi sebagai kolam penampungan air yang digunakan oleh masyarakat sekitar dan kondisi lingkungan. Kolam alami ini juga berfungsi sebagai tempat penyimpanan air, dan berfungsi untuk menyerap air pada tanah atau kolam pervious, seperti lapangan sepak bola (ditutupi dengan rumput) dan danau alami, seperti yang ada di taman hiburan dan kolam rawa (Kementrian PUPR, 2018).

b. Kolam Non Alami

Kolam non alami adalah kolam retensi yang dibuat atau dirancang dengan sengaja dengan kapasitas dan bentuk tertentu di lokasi yang telah direncanakan sebelumnya dengan lapisan kaku. Pada kolam non alami ini, air yang masuk ke kolam melalui inlet harus mampu menahan air sesuai dengan kapasitas yang direncanakan sehingga dapat mengurangi debit puncak banjir (*peak flow*) saat

luapan terlalu banyak, sehingga kolam berfungsi sebagaimana mestinya. tepat untuk mengurangi debit banjir Karena penambahan waktu sebelum banjir air dan alirannya ke permukaan (Kementrian PUPR, 2018).

Daerah dengan muka tanah yang lebih rendah dari muka air laut dan muka air banjir di sungai menyebabkan daerah tersebut tidak dapat menggunakan sistem drainase gravitasi. Sehingga daerah tersebut membutuhkan stasiun pompa yang berfungsi untuk membantu mengeluarkan air dari kolam gantung atau langsung dari saluran pembuangan saat air tidak lagi mengalir secara gravitasi. (Alia et al., 2018).

2.2.1 Kapasitas Kolam Retensi

Kapasitas kolam retensi yang dapat menampung volume air pada saat puncak debit banjir, dihitung dengan persamaan umum seperti dibawah ini:

$$V = \int_{t_0}^t (Q_{in} - Q_{out}) dt \quad (2.1)$$

Dimana:

V = Volume Kolam

t = Waktu Awal Air Muka Ke Dalam Inlet

t_0 = Waktu Air Keluar Dari Outlet

Q_{in} = Debit Inflow

Q_{out} = Debit Outflow.

2.2.2 Tipe-Tipe Kolam Retensi

1. Kolam Retensi Tipe Di Samping Badan Sungai

Tipe ini memiliki bagian-bagian berupa kolam retensi, pintu inlet, bangunan pelimpah samping, pintu outlet, jalan akses menuju kolam retensi, ambang rendah di depan pintu outlet, saringan sampah dan kolam penangkap sedimen. Kolam retensi jenis ini cocok diterapkan apabila tersedia lahan yang luas untuk kolam retensi sehingga kapasitasnya bisa optimal. Keunggulan dari tipe ini adalah tidak mengganggu sistem aliran yang ada, mudah dalam pelaksanaan dan pemeliharaan (Rio Novi Awan, Imam Suprayogi, 2017).



Gambar 2.1: Kolam retensi tipe disamping badan sungai.
 Sumber: (Kementrian PUPR, 2018).

2. Kolam Retensi Tipe Di Dalam Badan Sungai

Kolam retensi jenis ini memiliki bagian-bagian berupa tanggul keliling, pintu outlet, bendung, saringan sampah dan kolam sedimen. Tipe ini diterapkan bila lahan untuk kolam retensi sulit didapat. Kelemahan dari tipe ini adalah kapasitas kolam yang terbatas, harus menunggu aliran air dari hulu, pelaksanaan sulit dan pemeliharaan yang mahal (Rio Novi Awan, Imam Suprayogi, 2017).



Gambar 2.2: Kolam retensi tipe didalam badan sungai.
 Sumber: (Kementrian PUPR, 2018).

3. Kolam Retensi Tipe Storage Memanjang

Kelengkapan sistem dari kolam retensi tipe ini adalah saluran yang lebar dan dalam serta cek dam atau bendung setempat. Tipe ini digunakan apabila lahan tidak tersedia sehingga harus mengoptimalkan saluran drainase yang ada. Kelemahan dari tipe ini adalah kapasitasnya terbatas, menunggu aliran air yang ada dan

pelaksanaannya lebih sulit. Ukuran ideal suatu kolam retensi adalah dengan perbandingan panjang/lebar lebih besar dari 2:1. Sedang dua kutub aliran masuk (*inlet*) dan keluar (*outlet*) terletak kira-kira di ujung kolam berbentuk bulat telur itulah terdapat kedua "mulut" masuk dan keluarnya (aliran) air. Keuntungan yang diperoleh adalah bahwa dengan bentuk kolam yang memanjang semacam itu, ternyata sedimen relatif lebih cepat mengendap dan interaksi antar kehidupan (proses aktivitas biologis) di dalamnya juga menjadi lebih aktif karena terbentuknya air yang terus bergerak, namun tetap dalam kondisi tenang, pada saatnya tanaman dapat pula menstabilkan dinding kolam dan mendapat makanan (*nutrient*) yang larut dalam air (Rio Novi Awan, Imam Suprayogi, 2017).



Gambar 2.3: Kolam Retensi Tipe Storage Memanjang.
Sumber: (Kementrian PUPR, 2018).

2.3 Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang seluk beluk dan perjalanan air di permukaan bumi. Hidrologi dipelajari orang untuk memecahkan masalah-masalah yang berhubungan dengan keairan, seperti manajemen air, pengendalian banjir, dan perencanaan bangunan air (Mustofa et al., 2015).

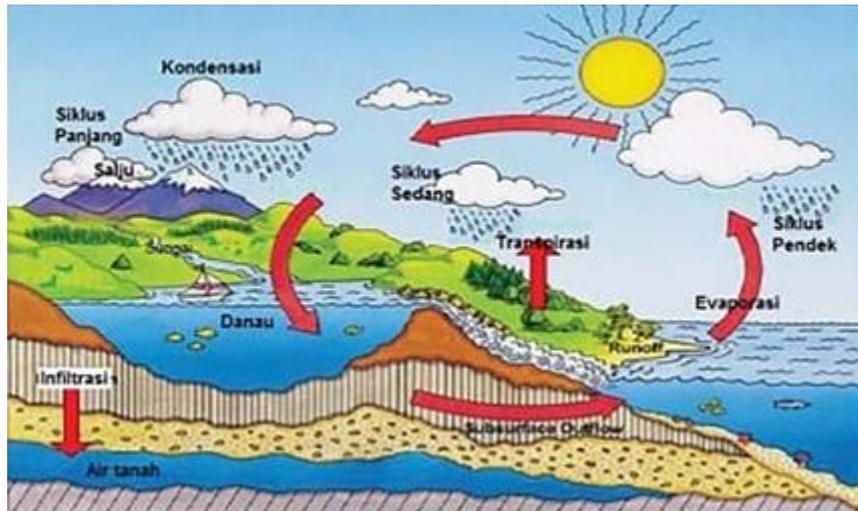
2.3.1 Siklus Hidrologi

Menurut (Kodoatie 2010) air secara alami mengalir dari hulu ke hilir, dari daerah yang lebih tinggi ke daerah yang lebih rendah. Air mengalir di atas permukaan tanah namun air juga mengalir di dalam tanah. Air dapat juga berupa air tawar (*fresh water*) dan dapat pula berupa air asin (air laut) yang merupakan bagian terbesar di bumi ini. Di dalam lingkungan alam proses, perubahan wujud, gerakan aliran air (di permukaan tanah, di dalam tanah dan di udara) dan jenis air mengikuti siklus keseimbangan dan dikenal istilah siklus hidrologi (Sudirman et al., 2014).

Siklus hidrologi adalah sirkulasi air yang tetap mulai dari lautan sampai ke udara dan kembali ke lautan. Proses yang terjadi pada siklus hidrologi adalah evaporasi, transpirasi, presipitasi, pergerakan massa udara, kondensasi, dan pergerakan air tanah (Sudirman et al., 2014).

Penguapan dari laut (evaporasi) dan tanaman (evapotranspirasi) akan membentuk uap air. Uap air tersebut membentuk awan serta mengemban di udara (kondensasi) dan pada akhirnya cenderung menimbulkan hujan (presipitasi) dan apabila telah terlalu berat maka turunlah hujan. Air hujan ada yang jatuh lagi ke laut, sedang yang jatuh ke daratan meresap ke dalam tanah (infiltrasi). Air dalam tanah sebagian diserap oleh akar tanaman dan sebagian lagi membentuk mata air. Karena pengaruh radiasi matahari terjadi lagi penguapan, demikianlah terjadinya siklus tersebut. Pergerakan air dalam tanah disebut perkulasi, sedangkan aliran air di permukaan tanah disebut *run off* (Sudirman et al., 2014).

Dalam siklus hidrologi diperlukan panas dan kelembapan tertentu, apabila panas dan kelembapan tersedia maka siklusnya aktif.



Gambar 2.4: Proses Perjalanan Air Dalam Siklus Hidrologi.
 Sumber: (Sudirman et al., 2014)

2.3.2 Macam-Macam Siklus Hidrologi

Proses terjadinya siklus hidrologi dibedakan menjadi 3 jenis atau macam siklus hidrologi seperti yang ada dibawah ini.

a. Siklus Pendek

Menguapnya air laut menjadi uap gas karna panas dari matahari lalu terjadi kondensasi membentuk awan yang pada akhirnya jatuh ke permukaan laut.



Gambar 2.5: Proses perjalanan air siklus pendek.
 Sumber: (Sudirman et al., 2014)

b. Siklus Sedang

Menguapnya air laut menjadi uap gas karna panas dari matahari lalu terjadi evaporasi yang terbawa angin lalu membentuk awan yang pada akhirnya jatuh ke permukaan daratan dan kembali ke lautan.



Gambar 2.6: Proses perjalanan air siklus sedang.
Sumber: (Sudirman et al., 2014)

c. Siklus Panjang

Menguapnya air laut menjadi uap gas karna panas dari matahari lalu uap air mengalami sublimasi membentuk awan yang mengandung kristal es dan pada akhirnya jatuh dalam bentuk salju kemudian akan membentuk gletser yang mencair membentuk aliran sungai dan kembali kelaut.



Gambar 2.7: Proses perjalanan air siklus panjang.
Sumber: (Sudirman et al., 2014)

2.3.3 Analisis Curah Hujan

Hujan merupakan komponen masukan yang paling penting dalam proses analisis hidrologi, karena kedalaman curah hujan (*rainfall depth*) yang turun dalam suatu DAS akan dialihgramkan menjadi aliran di sungai, baik melalui limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran antara (*interflow, sub-surface runoff*), maupun sebagai aliran air tanah (*groundwater flow*) (Harto,1993). Untuk meperoleh besaran hujan yang dapat dianggap sebagai kedalaman hujan, diperlukan sejumlah stasiun hujan dengan pola penyebaran yang telah diatur oleh WMO (*World Metereological Organization*). Alat pengukur hujan terdiri dari dua jenis, yaitu alat ukur hujan biasa (*manual rain gauge*) dan alat ukur hujan otomatis (*automatic rain gauge*) (Harto, 1993) (Ardian et al., 2016).

Tujuan utama dalam peristiwa hidrologi adalah untuk menentukan periode ulang tertentu. Periode ulang adalah interval waktu rata-rata dari suatu peristiwa hujan yang akan terjadi rata-rata satu kali setiap tahun (Yulius, 2018).

Untuk nilai variasi reduksi (YT) pada periode ulang (T) dapat di lihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Variasi Reduksi.

Periode ulang (T) (tahun)	YT
2	0,3665
5	14,990
10	22,502
20	29,606
25	31,985
30	39,019
40	46,001
50	52,960
100	62,140
200	69,190
500	85,390
1000	99,210

Sumber: Bambang Triatmodjo, 2000

Adapun rumus yang dipakai adalah sebagai berikut:

$$Xr = x + K \times S \quad (2.2)$$

Dimana:

X_r = Variate yang diekstrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun

\bar{x} = Harga rata-rata dari data (mm) = $\frac{1}{n} \times \sum_1^n X_i$

S = Standart Deviasi = $\sqrt{\frac{\sum_1^n (x - \bar{x})^2}{n-1}}$

K = Faktor Frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang dan tipe distribusi frekuensi = $\frac{Y_T - Y_n}{S_n}$

2.3.4 Distribusi Curah Hujan

Menurut (Lubis, 2016) Analisa distribusi curah hujan dari data hujan yang tersedia dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain Normal, log normal, log Pearson III dan Gumbel. Berikut ini adalah beberapa macam distribusi yang digunakan dalam penelitian ini untuk menganalisis probabilitas debit rencana, yaitu:

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 yang digunakan dalam perhitungan adalah :

$$X_t = \bar{x} + z \times S_x \quad (2.3)$$

Dimana:

X_t = Curah Hujan Rencana (mm/hari)

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

S_x = Setandar Deviasi

$$= \sqrt{\frac{1}{1-n} \sum (x_1 - \bar{x})^2}$$

z = Faktor Frekuensi

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 yang digunakan dalam perhitungan metode ini adalah sebagai berikut :

$$X_t = \bar{x} + K_t \times S_x \quad (2.4)$$

Dimana:

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

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

S_x = Setandar Deviasi

$$= \sqrt{\frac{1}{1-n} \sum (x_1 - \bar{x})^2}$$

K_t = Standar variabel untuk periode ulang tahun

Untuk mempermudah perhitungan, nilai faktor frekuensi K_t umumnya sudah tersedia dalam tabel, disebut sebagai tabel nilai variabel reduksi gauss, seperti pada tabel berikut.

Tabel 2.2: Nilai Variabel Reduksi Gauss.

No.	Periode ulang,T (tahun)	Peluang	K_T
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,010	0,990	-2,33
4	1,050	0,950	-1,64
5	1,110	0,900	-1,28
6	1,250	0,800	-0,84
7	1,330	0,750	-0,67
8	1,430	0,700	-0,52
9	1,670	0,600	-0,25
10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0,25
12	3,330	0,300	0,52
13	4,000	0,250	0,67
14	5,000	0,200	0,84
15	10,000	0,100	1,28
16	20,000	0,050	1,64
17	50,000	0,020	2,05
18	100,000	0,010	2,33
19	200,000	0,005	2,58
20	500,000	0,002	2,88
21	1000,000	0,001	3,09

Sumber: Suripin (2004)

3. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel digunakan untuk analisis data maksimum, misal untuk analisis frekuensi banjir.

$$X = \bar{x} + S_x \cdot K \quad (2.5)$$

Dimana:

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

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

S_x = Setandar Deviasi

K = Faktor Probabilitas

Nilai K (faktor probabilitas) untuk harga-harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$Kt = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \quad (2.6)$$

Dimana:

Kt = Faktor Frekuensi

Y_n = reduced mean yang tergantung jumlah sample/data n (Tabel 2.3)

S_n = reduced standard deviation yang juga tergantung pada jumlah sample/data n (Tabel 2.4)

Y_{Tr} = reduced variate, yang dapat dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$Y_{Tr} = -\ln \left\{ -\ln \frac{T_r - 1}{T_r} \right\} \quad (2.7)$$

Berikut memperlihatkan hubungan antara reduced variate dengan periode ulang.

Tabel 2.3: Reduced Mean, Yn.

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	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,2090	1,2093	1,2096

Sumber : Suripin (2004)

Tabel 2.4: Reduced Standard Deviation, Sn.

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	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,8396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	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	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

Sumber : Suripin (2004)

Tabel 2.5: Reduced Variate, YTr Sebagai Fungsi Periode Ulang.

Periode Ulang, Tr (tahun)	Reduced variate Ytr	Periode ulang, Tr (tahun)	Reduced variate Ytr
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,2510	250	5,5206
20	2,9709	500	6,2149
25	3,1993	1000	6,9087
50	3,9028	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121

Sumber : Suripin (2004)

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) :

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

$$\log \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n \log(X_i)}{n} \quad (2.8)$$

Dimana:

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

X_i = nilai curah hujan tiap-tiap

n = Jumlah data

- c. Menghitung logaritma hujan rencana dengan periode ulang T tahun dengan rumus :

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \log(\bar{x})\}^2}{n-1} \quad (2.9)$$

Dimana:

S = Standar deviasi

- d. Menghitung koefisien *skewness* (C_s) dengan rumus :

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \log(\bar{x})\}^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (2.10)$$

Dimana:

C_s = koefisien *skewness*

- e. Menghitung logaritma hujan rencana dengan periode ulang T tahun dengan rumus :

$$\log Y = \log \bar{x} + k.S \quad (2.11)$$

$$X_t = 10^{(\log Y)} \quad (2.12)$$

Dimana:

X_t = Curah hujan rencana periode ulang T tahun

k = Herga yang diperoleh berdasarkan nilai C_s

S = Standar deviasi

Dimana K adalah variabel standar (*standardized variable*) untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan G. tabel 2.8 memperlihatkan harga k untuk berbagai nilai kemencengan G.

Tabel 2.6: Nilai K untuk distribusi Log-Person III.

	Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun periode ulang							
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
	Koef,G Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,192	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087

Sumber : Suripin (2004)

2.3.5 Uji Distribusi Probabilitas

Uji distribusi probabilitas dimaksudkan untuk mengetahui apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Dalam hal ini digunakan metode Chi-Kuadrat dan metode Smirnov Kolmogorov (I.M.Kamiana, 2011).

1. Metode chi-kuadrat

Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan metode uji chi-kuadrat adalah sebagai berikut:

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f} \quad (2.13)$$

Dimana:

X^2 = Parameter chi-kuadrat terhitung.

E_f = Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya.

O_f = Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama.

n = jumlah sub kelompok.

Derajat nyata atau derajat kepercayaan (α) tertentu yang sering diambil adalah 5%. Derajat kebebasan (Dk) dihitung dengan rumus:

$$Dk = K - (p + 1) \quad (2.14)$$

$$K = 1 + 3,322 \text{ Log } n \quad (2.15)$$

Dimana:

Dk = Derajat Kebebasan

p = banyaknya parameter, untuk chi-kuadrat adalah 2

K = jumlah kelas distribusi

n = banyaknya data

Selanjutnya distribusi probabilitas yang dipakai untuk menentukan curah hujan rencana adalah distribusi probabilitas yang mempunyai simpangan maksimum terkecil dan lebih kecil dari simpangan kritis atau dirumuskan sebagai berikut:

$$X^2 < X_{cr}^2 \quad (2.16)$$

Dimana:

X^2 = parameter chi-kuadrat terhitung

X_{cr}^2 = parameter chi-kuadrat kritis

Tabel 2.7: Tabel nilai parameter chi-kuadrat kritis.

DK	Distribusi X^2_{kritik}											
	0.99	0.95	0.90	0.80	0.70	0.50	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
1	0,0016	0.004	0.0158	0.0642	0.148	0.455	1.074	1.642	2.706	3.841	6.635	10.827
2	0,0201	0.103	0,211	0,446	0,713	1,386	2,408	3,219	4,604	5,991	9,210	13.815
3	0,115	0,352	0,584	1,005	1,424	2,366	3,665	4,642	6,251	7,815	11,345	16,268
4	0,297	0,711	1,084	1,649	2,195	3,357	4,878	5,989	7,779	9,488	13,277	18,465
5	0,554	1,145	1,610	2,343	3,000	4,351	6,064	7,289	9,236	11,070	15,089	20,517
6	0,872	1,635	2,204	3,070	3,828	5,348	7,231	8,558	10,645	12,592	16,812	22,457
7	1,239	2,167	2,833	3,822	4,671	6,346	8,383	9,803	12,017	14,067	18,475	24,322
8	1,646	2,733	3,290	4,594	5,527	7,344	9,524	11,030	13,362	15,507	20,090	26,425
9	2,038	3,325	4,168	5,380	6,393	8,343	10,656	12,242	14,684	16,919	21,666	27,877
10	2,558	3,940	4,791	6,179	7,267	9,342	11,781	13,442	15,987	18,307	23,209	29,588
11	3,053	4,575	5,578	6,989	8,148	10,341	12,899	14,641	17,275	19,675	24,725	31,264
12	3,571	5,226	6,304	7,807	9,034	11,340	14,011	15,812	18,549	21,026	26,217	32,909
13	4,107	5,892	7,042	8,634	9,926	12,340	15,119	16,985	19,812	22,362	27,688	34,528
14	4,660	6,571	7,790	9,467	10,821	13,339	16,222	18,151	21,064	23,685	29,141	36,123
15	5,229	7,261	8,547	10,307	11,721	14,339	17,322	19,311	22,307	24,996	30,578	37,697
16	5,812	7,962	9,312	11,152	12,624	15,338	18,418	20,465	23,542	26,296	32,000	39,252
17	6,408	8,672	10,085	12,002	13,531	16,338	19,511	21,615	24,769	27,587	33,409	40,790
18	7,005	9,390	10,865	12,857	14,440	17,338	20,601	22,760	25,989	28,869	34,809	42,312
19	7,635	10,117	11,651	13,716	15,352	18,338	21,689	23,900	27,204	30,141	36,191	43,820
20	8,260	10,851	12,443	14,578	16,266	19,337	22,775	25,038	28,412	31,410	37,566	45,315
21	8,897	11,501	13,240	15,445	17,182	20,337	23,858	26,171	29,615	32,671	38,932	46,797
22	9,542	12,338	14,041	16,314	18,101	21,337	24,939	27,301	30,823	33,924	40,289	48,268
23	10,196	13,091	14,848	17,187	19,021	22,337	26,018	28,429	32,007	35,175	41,638	49,728
24	10,856	13,848	15,659	18,062	19,943	23,337	27,096	29,553	33,196	36,415	42,980	51,179
25	11,524	14,611	16,473	18,940	20,867	24,337	28,172	30,675	34,382	37,652	44,314	52,620

Tabel 2.8: Lanjutan.

DK	Distribusi X^2_{kritik}											
	0.99	0.95	0.90	0.80	0.70	0.50	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
26	12.198	15.379	17.292	19.820	21.792	25.336	19.246	31.795	35.563	38.885	45.642	54.052
27	12.879	16.151	18.114	20.703	22.719	26.336	30.319	32.912	36.741	40.113	46.963	55.476
28	13.565	16.928	18.939	21.588	23.647	27.336	31.391	34.027	37.916	41.337	48.278	56.893
29	14.256	17.708	19.768	22.457	14.577	28.336	32.461	35.139	39.087	42.557	49.588	58.302
30	15.953	18.493	20.599	23.364	25.508	29.336	33.530	36.250	40.256	43.773	50.892	59.703

Sumber: (Sri Harto, 1993)

2. Metode Smirnov-Kolmogorof

Pengujian distribusi probabilitas dengan Metode Smirnov-Kolmogorof dilakukan dengan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut:

- Urutkan data (X) dari besar ke kecil atau sebaliknya.
- Tentukan peluang empiris masing-masing data yang sudah diurut tersebut $P(X)$ dengan rumus tertentu, rumus Weibull misalnya :

$$P(X_i) = \frac{m}{n+1} \quad (2.17)$$

Dimana:

m = Jumlah data

n = nomor urut data

- Tentukan peluang teoritis masing – masing data yang sudah di urut tersebut $P'(X_i)$ berdasarkan persamaan distribusi probabilitas yang dipilih.
- Hitung selisih (ΔP) antara peluang empiris dan teoritis untuk setiap data:

$$\Delta P = P(X <) - P'(X <) \quad (2.18)$$
- Tentukan apakah $\Delta P_i < \Delta P$ kritis, jika “tidak” artinya distribusi probabilitas yang dipilih tidak dapat diterima, demikian sebaliknya.
- Nilai kritis Smirnov-Kolmogorof

Tabel 2.9: Nilai kritis smirnov-kolmogorof.

n	(α) Derajat Kepercayaan			
	0,2	0,1	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
n>50	1,07/n	1,22/n	1,36/n	1,693/n

Sumber: Suripin (2004)

2.3.6 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu dimana air tersebut berkonsentrasi. Analisis intensitas curah hujan ini dapat diproses dari data curah hujan yang telah terjadi pada masa lampau. Menurut Dr. Mononobe jika data curah hujan yang ada hanya curah hujan harian. Rumus yang digunakan :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t_c}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (2.19)$$

Dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t_c = Lamanay curah hujan (menit)

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

2.3.7 Debit Rencana Dengan Metode Rasional

Debit rencana untuk daerah perkotaan umumnya dikehendaki pembuangan air yang secepatnya, agar jangan ada genangan air yang berarti. Untuk memenuhi tujuan ini saluran-saluran harus dibuat cukup sesuai dengan debit rancangan. Besarnya debit rancangan dapat dihitung dengan menggunakan metode rasional menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q = \alpha \cdot \beta \cdot I \cdot A \quad (2.20)$$

Dimana:

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

α = Koefisien pengaliran

β = koefisien penyebaran hujan

I = Intensitas selama waktu kosentrasi dalam mm/jam

A = Luas daerah aliran

2.4 Banjir

Bencana alam yang sering terjadi di Indonesia adalah banjir, khususnya pada wilayah dengan kondisi curah hujan tinggi dan topografi yang relatif datar. Dampak dari bencana banjir yang diberikan terlebih pada wilayah yang terdapat aktivitas manusia yaitu dapat menimbulkan korban jiwa, kerugian material dan efek psikologi atau trauma (Seniarwan dkk., 2013). Pengertian banjir merunut batasan sebagai laju aliran di sungai yang lebih tinggi dari biasanya; genangan yang terjadi didaratan; kenaikan, penambahan dan melimpasnya air yang tidak biasanya terjadi didaratan. Secara umum banjir dapat diartikan sebagai suatu peristiwa dimana air menggenangi daratan atau lahan yang semstinya kering sehingga menimbulkan kerugian fisik dan berdampak pada bidang sosian dan ekonomi (Sudirman et al., 2014).

Banjir dapat diklasifikasikan berdasarkan : sumber air, mekanisme, posisi dan berdasarkan aspek penyebabnya (Ferad Puturuhi 2015), sebagai berikut:

1. Klasifikasi banjir berdasarkan sumber air

Klasifikasi banjir berdasarkan sumber air yang menjadi penampung di bumi, pendapat dibedakan menjadi tiga, yaitu :

- A. Banjir sungai; terjadi karena air sungai meluap;
- B. Banjir danau; terjadi karena air danau meluap atau bendungannya jebol;
- C. Banjir laut pasang; terjadi antara lain akibat adanya badai dan gempa bumi.

2. Klasifikasi banjir berdasarkan mekanisme terjadinya

Banjir dapat dikategorikan berdasarkan mekanisme terjadinya dan berdasarkan posisi dari sumber banjir terhadap daerah yang digenangnya. Berdasarkan mekanisme terjadinya, banjir dapat dibedakan menjadi :

- A. Banjir biasa (*regular*); banjir regular terjadi akibat jumlah limpasan yang sangat banyak sehingga melampaui kapasitas dari pembuangan air yang ada (*existing drainage*);
- B. Banjir tidak biasa (*irregular*); banjir irregular terjadi akibat tsunami, gelombang pasang, atau keruntuhan dam (*dam break*).

3. Klasifikasi banjir berdasarkan posisi sumber banjir

Berdasarkan posisi sumber banjir terhadap daerah yang digenangnya, banjir dapat dibedakan menjadi:

- A. Banjir lokal; banjir lokal didefinisikan sebagai banjir yang diakibatkan oleh hujan lokal;
 - B. Banjir bandang (*flash flood*); banjir bandang dapat diartikan banjir yang diakibatkan oleh propagasi limpasan dari daerah hulu pada suatu daerah tangkapan.
4. Klasifikasi banjir berdasarkan aspek penyebabnya

Dilihat dari aspek penyebabnya, jenis banjir yang ada dapat diklasifikasikan menjadi 4 jenis yaitu :

- A. Banjir yang disebabkan oleh hujan yang lama, dengan intensitas rendah (hujan siklonik atau frontal) selama beberapa hari;
- B. Banjir karena salju yang mengalir, terjadi karena mengalirnya tumpukan salju dan kenaikan suhu udara yang cepat di atas lapisan salju;
- C. Banjir bandang (*flash flood*), disebabkan oleh tipe hujan konvensional dengan intensitas yang tinggi dan terjadi pada tempat-tempat dengan topografi yang curam di bagian hulu sungai;
- D. Banjir yang disebabkan oleh pasang surut atau air balik (*back water*) pada muara sungai atau pada pertemuan dua sungai.

Definisi lain dari banjir menurut BAKORNAS PB (2007) adalah aliran air sungai yang tingginya melebihi muka air normal sehingga melimpas dari palung sungai menyebabkan adanya genangan pada lahan rendah di sisi sungai. Bencana banjir dapat menimbulkan berbagai macam kerugian di antaranya wilayah yang terkena dampak banjir akan mengalami kerusakan fungsi lahan. Banjir bisa disebabkan oleh 2 (dua) jenis faktor penyebab, di antaranya :

1. Faktor alam seperti topografi dan geofisik sungai, curah hujan yang tinggi, penurunan tanah, kerusakan bangunan pengendali banjir, erosi dan sedimentasi kapasitas sungai dan drainase yang tidak memadai, dan sebagainya;
2. Faktor manusia seperti pembuangan sampah sembarangan, perencanaan sistem pengendalian banjir tidak tepat, perubahan tata guna lahan, kawasan kumuh di sepanjang sungai, dan sebagainya (Razikin dkk., 2017).

Pada negara tropis, berdasarkan sumber airnya, banjir dapat dikategorikan menjadi empat kategori di antaranya:

1. Banjir yang disebabkan oleh hujan lebat yang melebihi kapasitas penyaluran sistem pengaliran air yang terdiri dari sistem sungai alamiah dan sistem drainase buatan manusia.
2. Banjir yang disebabkan meningkatnya muka air di sungai sebagai akibat pasang lau maupun meningginya gelombang laut akibat badai.
3. Banjir yang disebabkan oleh kegagalan bangunan air buatan manusia seperti bendungan, bendung, tanggul, dan bangunan pengendalian banjir.
4. Banjir akibat kegagalan bendungan alam atau penyumbatan aliran sungai akibat runtuhnya/longsornya tebing sungai (BAKORNAS PB, 2007).

2.5 Hidrolika

Hidrolik berasal dari kata Yunani *hydraulikos*, yang merupakan gabungan dari hidrolika yang berarti air dan oles yang berarti tabung, dan hidrolika adalah ilmu terapan dan teknik yang berhubungan dengan sifat mekanik fluida, yang mempelajari perilaku aliran air pada kedua tingkat mikro dan makro. Mekanika fluida meletakkan dasar bagi teori hidrolik yang berfokus pada rekayasa sifat-sifat fluida. Dalam tenaga fluida, hidrolika digunakan untuk menghasilkan, mengontrol, dan mengirimkan daya menggunakan fluida bertekanan. Topik hidrolika mencakup banyak aspek sains dan teknik, yang mencakup konsep-konsep seperti aliran tertutup (pipa), desain bendungan, pompa, turbin, tenaga air, perhitungan dinamika fluida, flowmetri, dan perilaku aliran saluran terbuka seperti sungai dan limbah (Hartini, 2017).

Air mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah, karena air mengalir dari atas sungai ke bawah sampai mencapai ketinggian tertentu dari permukaan air, kecuali ada tekanan atau gaya yang menyebabkan aliran mengalir ke arah yang berlawanan. . Aliran air dapat ditingkatkan melalui struktur buatan manusia seperti saluran irigasi, pipa, gorong-gorong, selokan, gudang, dan saluran buatan atau saluran air lainnya. Secara umum, konsep hidrolika untuk karakteristik saluran buatan ditampilkan, tetapi juga dapat diterapkan dengan baik pada saluran alami (Hartini, 2017).

Hidrolika juga merupakan bagian dari hidrodinamika yang terkait dengan gerak air mekanika aliran. Terdapat dua macam aliran yang ditinjau dari mekanika aliran yaitu aliran saluran terbuka dan aliran saluran tertutup. Kedua macam aliran tersebut mempunyai banyak kesamaan tetapi berbeda dalam satu ketentuan penting. Perbedaan tersebut ada pada permukaan bebas, aliran saluran terbuka mempunyai permukaan bebas, sedangkan aliran saluran tertutup tidak mempunyai permukaan bebas karena air mengisi seluruh penampang saluran.

Dengan demikian aliran saluran terbuka mempunyai permukaan yang bergubungan dengan atmosfer atau aliran permukaan bebas seperti sungai, kanal, gorong-gorong, sedangkan aliran saluran tertutup tidak mempunyai hubungan langsung dengan tekanan atmosfer atau aliran penuh seperti pipa.

2.5.1 Jenis-Jenis Aliran

A. Berdasarkan waktu pemantauan:

1. Aliran tetap (*steady flow*)

Aliran tetap adalah aliran yang terjadi jika kedalaman aliran atau debit aliran (Q) yang melalui suatu penampang melintang aliran merupakan dalam keadaan konstan atau tetap terhadap waktu ($dv/dt = 0$), contoh: Saluran irigasi

2. Aliran tak tetap (*unsteady flow*)

Aliran tak tetap adalah aliran yang jika debit aliran (Q) berubah dengan waktu aliran ($dv/dt \neq 0$), contoh: Aliran muara yang dipengaruhi pasang surut, banjir dan gelombang (Daud et al., 2018).

B. Berdasarkan Ruang Pemantauan:

1. Aliran Seragam (*Uniform Flow*)

Dikatakan seragam bila kedalaman aliran sama pada setiap penampang saluran. Aliran seragam adalah aliran mantap dan satu dimensi yang berarti kecepatan aliran di setiap titik pada penampang lintang tidak berubah, seperti pada saluran irigasi yang begitu panjang dan tidak ada perubahan penampang. Umumnya aliran seragam pada saluran terbuka dengan penampang lintang prisma adalah aliran dengan kecepatan dan kedalaman air konstan. Disamping itu permukaan aliran sejajar dengan permukaan dasar saluran, sehingga kecepatan dan kedalaman aliran disebut dalam kondisi seimbang (kondisi *equilibrium*) (Harseno, 2007).

2. Aliran Tak Seragam (*Varied Flow*)

Aliran tak seragam merupakan aliran disepanjang saluran yang tidak konstan baik dari kedalaman maupun kecepatan, dimana garis tenaga tidak sejajar dengan garis muka air dan dasar saluran. Analisis aliran tak seragam bertujuan untuk mengetahui profil aliran disepanjang saluran atau sungai dan banyak dilakukan dalam perencanaan perbaikan sungai atau penanggulangan banjir elevasi jembatan dan sebagainya. Hal ini juga analisis aliran menjadi jauh lebih mudah dan hasil

hitungan akan lebih aman, karena debit yang diperhitungkan adalah debit puncak yang sebenarnya terjadi sesaat, tetapi dalam analisis ini dianggap terjadi dalam waktu yang lama (Harseno, 2007).

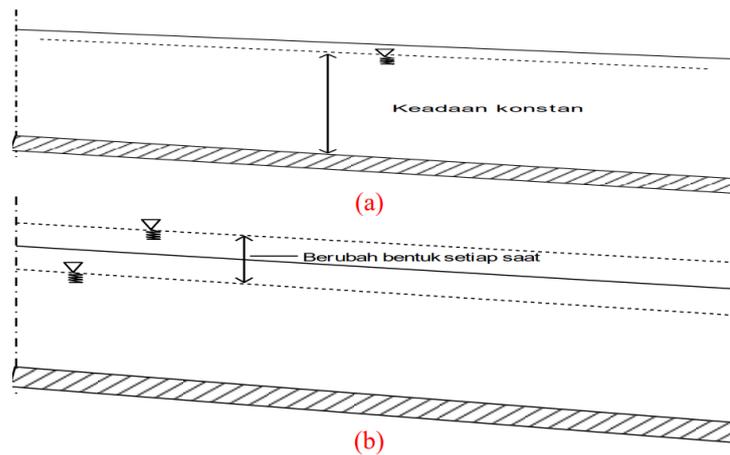
Aliran tak seragam dibagi menjadi dua kelompok:

1. Aliran Berubah Beraturan (*Gradually Varied Flow*)

Aliran berubah beraturan terjadi apabila parameter hidraulis (tempang basah, kecepatan) berubah secara progresif dari satu tempat ketempat yang lain. Apabila diujung hilir terdapat bangunan sungai seperti bendung maka akan terjadi profil muka air pembendungan dimana kecepatan aliran akan berkurang atau diperlambat, sedangkan apa bila terdapat terjun maka profil aliran akan menurun dan kecepatan aliran akan bertambah atau dipercepat, contohnya pada aliran sungai.

2. Aliran Berubah Cepat (*Rapidly Variead Flow*)

Aliran berubah cepat terjadi jika parameter hidraulis berubah secara mendadak atau saluran transisi, contohnya seperti loncat air, terjun, aliran melalui bangunan pelimpah atau pintu air.



Gambar 2.8: (a) Aliran Seragam (b) Aliran Tak Seragam.
 Sumber: (Harseno, 2007)

Kecepatan rata-rata aliran seragam turbulen pada saluran terbuka dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$V = C R^x S^y \tag{2.21}$$

Dimana:

V = kecepatan rata-rata ($m^3/detik$)

C = koefisien aliran rata-rata

R^x = jari-jari hidrolik (m)

S^y = kemiringan energi

2.5.2 Debit Aliran

Debit aliran adalah besarnya aliran setiap satuan waktu, debit aliran akan bergantung terhadap luas penampang aliran dan kecepatan aliran rata-rata. Pendekatan nilai debit dapat dilakukan dengan cara mengukur penampang aliran dan mengukur kecepatan aliran, dan debit aliran disimbolkan sebagai Q (Agustianto, 2014).

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

Dimana:

Q = Debit

A = Luas Penampang

V = Kecepatan Aliran

2.5.3 Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran atau disimbolkan V dari suatu aliran tidak sama di seluran penampang, tetapi bervariasi menurut tempatnya. Apabila air berdentuhan dengan dinding saluran dan dasar saluran kecepatan aliran adalah nol. Hal ini sering membuat kompleksnya analisa, oleh karena itu untuk keperluan praktis biasanya digunakan harga rata-rata dari kecepatan suatu penampang aliran kecepatan rata-rata ini didefinisikan sebagai debit aliran dibagi luas penampang aliran, oleh karena itu satuannya adalah panjang per satuan waktu.

$$V = \frac{Q}{A} \quad (2.23)$$

Dimana:

V = Kecepatan Aliran

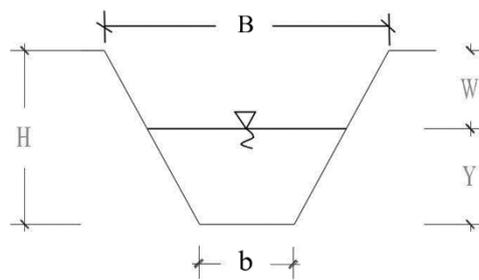
Q = Debit

V = Kecepatan Aliran

2.5.4 Bentuk-Bentuk Saluaran

A. Bentuk Saluran Trapesium

Saluran trapesium biasanya terbuat dari tanah dan tidak tertutup kemungkinan dibuat dari pasangan batu dan beton, memerlukan ruang yang cukup dan berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan serta air buangan domestik dengan debit yang besar. Biasanya digunakan untuk saluran-saluran irigasi atau drainase, karena mempunyai bentuk saluran alam, dimana kemiringan tebing menyesuaikan dengan sudut lereng alam dari tanah yang digunakan untuk saluran tersebut (Hartini, 2017).



Keterangan:

H = tinggi saluran

b = lebar dasar saluran

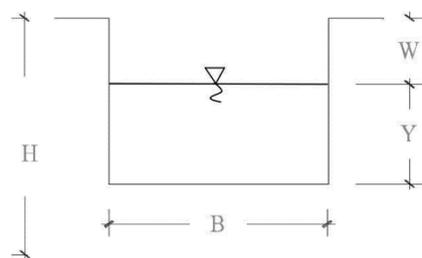
B = lebar atas saluran

W = tinggi jagaan

Y = tinggi muka air

B. Bentuk Saluran Segiempat

Bentuk saluran segiempat ini merupakan penyederhanaan dari bentuk saluran trapesium, saluran segiempat dapat menampung dan mengalirkan limpasan air hujan dengan debit yang besar, sifat alirannya terus menerus dengan frekuensi yang kecil. Biasanya digunakan pada saluran drainase yang melalui lahan-lahan yang sempit.



Keterangan:

H = tinggi saluran

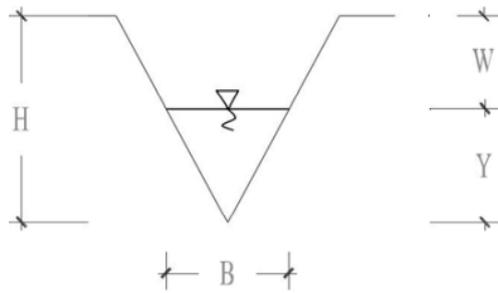
B = lebar saluran

W = tinggi jagaan

Y = tinggi muka air

C. Bentuk Saluran Segitiga

Bentuk saluran segitiga sangat jarang digunakan tetapi mungkin digunakan dalam kondisi tertentu. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan untuk debit yang kecil. Biasanya digunakan pada lahan yang cukup terbatas.



Keterangan:

H = tinggi saluran

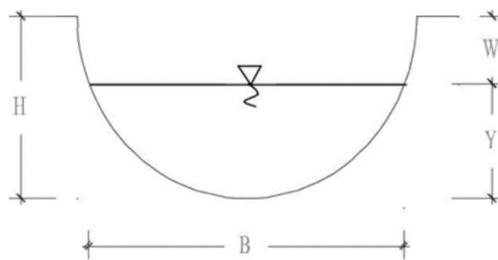
B = lebar saluran

W = tinggi jagaan

Y = tinggi muka air

D. Bentuk Saluran Setengah Lingkaran

Bentuk saluran setengah lingkaran ini terbuat dari pasangan batu atau beton dengan cetakan yang telah tersedia, berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan serta buangan domestik dengan debit yang besar. Biasanya digunakan untuk saluran rumah penduduk dan pada sisi jalan perumahan padat.



Keterangan:

H = tinggi saluran

B = lebar saluran

W = tinggi jagaan

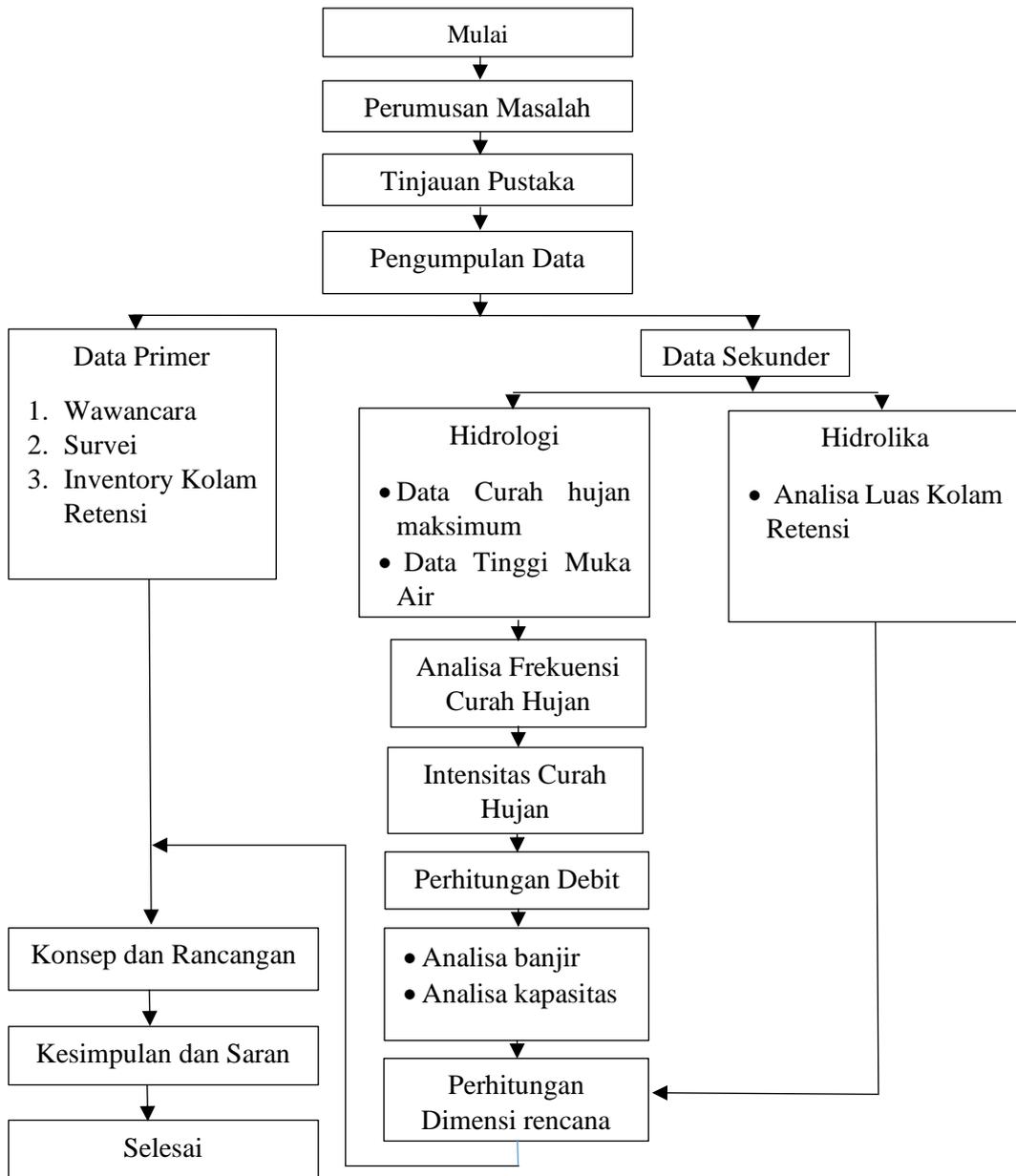
Y = tinggi muka air

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

Berdasarkan studi pustaka yang telah di bahas pada bab sebelumnya, maka untuk mempermudah dalam membahaskan penelitian dan analisa data penelitian maka dibuat suatu bagan alir, adapun bagan alir yaitu:



Gambar 3.1: Bagan Alir Penelitian.

3.2 Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini, lokasi penelitian adalah kolam retensi Martubung yang merupakan fasilitas pengendali banjir di Kecamatan Medan Labuhan.



Gambar 3.2: Lokasi Penelitian.

3.3 Peralatan Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ini maka diperlukan peralatan yang dibutuhkan, adapun alat yang dibutuhkan yaitu sebagai berikut:

1. ATK
2. GPS
3. Kamera
4. Meter
5. Stopwatch
6. Drone
7. Bak ukur

3.4 Metode Penelitian

Metode penelitian ini menjelaskan bagaimana cara pelaksanaan penelitian. Pemilihan metode yang tepat sesuai dengan tujuan penelitian ini sangat berpengaruh saat memperoleh data. Pengumpulan data harus dapat memenuhi tujuan penelitian sesuai dengan yang diinginkan. Dalam bab ini akan dijelaskan data-data yang diperlukan sesuai dengan persoalan yang dibahas.

Metodologi yang digunakan untuk mengolah data dalam penulisan ini adalah metode kuantitatif deskriptif, yaitu metode perhitungan dan penjabaran hasil pengolahan data lapangan dari lokasi yang ditinjau.

3.5 Pengumpulan Data

3.5.1 Data Primer

Data Primer adalah data yang diperoleh dengan pengamatan dan pengukuran di lapangan dan analisa. Secara umum pengertian data primer adalah data yang diperoleh dari sumber pertama/sumber data atau data yang dikumpulkan peneliti secara langsung melalui obyek penelitian seperti tinjauan ke lokasi dan data ini biasanya belum diolah. Disini peneliti melihat keadaan areal perumahan serta kondisi dari profil sungai. Untuk memperoleh data-data tersebut sebagai berikut:

a. Wawancara

Wawancara ialah mengumpulkan informasi yang berisi pengalaman, sikap, dan pendapat pribadi dari informan. Sebelum dilakukan wawancara, penjelasan secara ringkas tanpa menngarahkan opini informan akan dilakukan oleh peneliti. Adapun kisi-kisi pertanyaannya sebagai berikut:

Tabel 3.1: Pertanyaan wawancara.

No	Pertanyaan	Tanggapan
1	Nama	
2	Umur	
3	Berapa kali banjir dalam setahun	
4	Ketinggian banjir yang terjadi	
5	Lama terjadi genangan banjir	
6	Kerugian yang dialami	

Pengumpulan data wawancara ini di lakukan pada masyarakat sekitar kolam retensi dan Komplek KPR BTN TNI AL Martubung di Kecamatan Medan Labuhan yang berjumlah 30 orang.

b. Survei

Sebelum dilakukan pengambilan dan pengumpulan data secara lengkap, untuk keseluruhan data primer yang dibutuhkan, maka perlu dilakukan survei sebagai bahan pertimbangan untuk langkah selanjutnya. Survei dilaksanakan untuk memberikan ide pada pelaksanaan dalam pengumpulan data di lapangan. Survei yaitu survei yang bersekala kecil dan dangat penting dilakukan terutama agar survei yang sesungguhnya dapat berjalan dengan efesien dan efektif. Tahap ini dimulai dengan peninjauan lapangan yaitu menyelidiki lokasi yang akan disurvei dan pemilihan metode dalam pengelolaan data, Kemudian dilaksanakan survei untuk data yang diperlukan.

c. Inventory kolam retensi

Pengumpulan data tentang keseluruhan kolam retensi berupa ukuran Panjang, lebar dan elevasi hulu-hilir inlate kolam retensi, Panjang, lebar dan kedalaman kolam retensi serta Panjang, lebar dan elevasi outlate kolam retensi tertensi.

- Panjang = 500 m
- Lebar = 165 m
- Elevasi Tanggul = 2,60 mdpl
- Elevasi Dasar = 2,40 mdpl
- Kapasitas Tampung Kolam = 189.750 m³

3.5.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang mendukung penelitian dan memberikan gambaran umum tentang hal-hal yang mencakup penelitian. Pengumpulan data sekunder didapatkan melalui instansi-instansi yang terkait dalam permasalahan ini, seperti jurnal, buku literatur, internet dan data-data yang digunakan berupa data curah hujan (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Stasiun Sampali). Secara umum pengertian data sekunder adalah data yang diperoleh dari pihak kedua, data ini biasanya sudah dalam keadaan diolah.

- a. curah hujan maksimum
- b. tinggi muka air
- c. luas analisa

BAB 4

PEMBAHASAN DAN HASIL

4.1 Pengolahan Data

Setelah data yang dibutuhkan terkumpul, maka langkah selanjutnya data tersebut akan di olah. Pada tahap ini akan diketahui jawaban dari rumusan masalah dan akan diketahui besar debit banjir dan dimensi kolam retensi.

4.2 Analisa Hidrologi

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui debit limpasan air hujan di kawasan medan labuhan saat terjadi hujan. Untuk dapat melakukan analisis data curah hujan diperlukan selama pengamatan di daerah tersebut. Dalam perhitungan analisis hidrologi, data yang dibutuhkan meliputi data curah hujan harian maksimum dan luas tangkapan air.

4.2.1 Curah Hujan

Curah digunakan selama 10 tahun kebelakang dari stasiun sampali, data curah hujan stasiun sampali tahun 2011 sampai 2020 pada tabel 4.1.

Tabel 4.1: Data curah hujan maksimum stasiun sampali (mm/hari).

T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Maks
2011	156	81	289	215	217	128	139	283	263	420	233	169	420
2012	112	78	149	262	364	121	123	138	244	297	214	161	364
2013	119	199	74	150	96	121	173	214	181	345	83	489	489
2014	24	44	79	115	150	103	50	241	321	239	247	427	427
2015	85	87	10	51	134	20	194	154	155	276	335	195	335
2016	70	319	11	30	219	106	207	235	614	323	138	112	614
2017	175	66	68	136	158	167	147	242	318	230	172	233	318
2018	151	47	41	126	169	170	260	115	272	417	311	352	417
2019	65	25	17	134	362	80	93	133	342	289	204	140	362
2020	192	133	38	151	347	298	184	279	367	264	203	286	367

Sumber: Stasiun Klimatologi Kelas I Sampali, 2021

4.2.2 Mengurutkan Data Curah Hujan Dari Terbesar Ke Terkecil

Tabel 4.2: Urutan curah hujan terbesar ke terkecil.

NO	Xi (mm)			
1	614			
2	489			
3	427			
4	420			
5	417			
6	367			
7	364	Nilai Maksimum	Xmax =	614
8	362	Nilai Minimum	Xmin =	318
9	335	Nilai Rata-Rata	Xr =	411,3
10	318	JUMLAH	Xsum =	4113

4.2.3 Analisis Frekuensi Curah Hujan Periodik Kala Ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, & 100 Tahun

Debit limpasan air hujan dianalisis dari curah hujan rencana yang terjadi berdasarkan periode ulang hujan. Dalam penelitian ini dihitung curah hujan rancangan dengan kala ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, dan 100 tahun. Kala ulang (*return period*) didefinisikan sebagai waktu hipotik di mana hujan atau debit dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui sekali dalam jangka waktu tersebut. Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data yang tersedia untuk memperoleh probabilitas besaran hujan atau debit di masa yang akan datang. Untuk memperoleh data curah hujan yang terjadi berdasarkan periode ulang hujan tahun tertentu, maka perlu dilakukan analisis distribusi probabilitas diantaranya:

Pada Perhitungan metode distribusi normal dan distribusi gumbel dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.3: Harga parameter statistik.

No	Curah Hujan (xi) mm	xi-xr	(xi-xr) ²
1	614	203	41.087,29
2	489	78	6.037,29
3	427	16	246,49
4	420	9	75,69
5	417	6	32,49
6	367	-44	1.962,49
7	364	-47	2.237,49
8	362	-49	2.430,49
9	335	-76	5.821,69
10	318	-93	8.704,89
Jumlah	4113		68.636
Rata-Rata (xr)	411,3		

A. Menghitung koefisien

- Standar deviasi

Standar deviasi adalah nilai statistik yang dimanfaatkan untuk menentukan bagaimana sebaran data dalam sampel

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (xi-xr)^2}{n-1}} \quad (4.1)$$

Dimana:

s = Standar deviasi

xi = Nilai x ke i

xr = Nilai rata-rata

n = banyaknya data

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (4113-411,3)^2}{9}}$$

$$s = 87,32830774$$

- Koefisien varians

Koefisien varians (Cv) suatu sistem perbandingan antara simpangan standar dengan nilai hitung rata-rata.

Rumus:

$$Cv = \frac{S}{xr} \cdot 100\% \quad (4.2)$$

Dimana:

Cv = koefisien varians

S = standar deviasi

xr = nilai rata-rata

$$Cv = \frac{87,32830774}{411,3} \cdot 100\%$$

$$Cv = 4,709813011$$

- Koefisien *Skewness*

Koefisien *Skewness* (ukuran kemiringan) Cs adalah ukuran kemiringan dari suatu distribusi data menurut kurvanya untuk mengetahui derajat taksimetri suatu model.

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \left(\frac{\sum (xi-xr)^3}{S^3} \right) \quad (4.3)$$

Dimana:

Cs = Koefisien skewness

xi = Nilai x ke i

xr = nilai rata-rata

S = standar deviasi

n = banyaknya data

$$Cs = \frac{10}{(10-1)(10-2)} \left(\frac{7233258}{665986,0515} \right)$$

$$Cs = 1,50846883$$

- Koefisien Kurtosis

Koefisien kurtosis C_k adalah derajat kepuncakan dari suatu distribusi, biasanya diambil relative terhadap distribusi normal.

$$Ck = \left\{ \frac{(n)(n+1)\sum(xi-xr)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \right\} - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)} \quad (4.4)$$

Dimana:

Ck = Koefisien skewness

xi = Nilai x ke i

xr = nilai rata-rata

S = standar deviasi

n = banyaknya data

$$Ck = \left\{ \frac{(10)(10+1)1849113112}{(10-1)(10-2)(10-3)58159434,85} \right\} - \frac{3(10-1)^2}{(10-2)(10-3)}$$

$$Ck = 2,59985108$$

B. Distribusi Normal

Dapat di lihat dari tabel 4.4 untuk kemudian mengetahui besarnya curah hujan yang diharapkan berulang setiap t tahun adalah menggunakan rumus sebagai berikut:

$$X_t = \bar{x} + Kt \times S \quad (4.5)$$

Dimana:

X_t = Curah Hujan Rencana (mm/hari)

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

S = Standar Deviasi

Kt = Faktor Frekuensi

Perhitungan selengkapnya pada tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4: Analisa curah hujan rencana dengan distribusi Normal.

Kala Ulang	Xr	Kt	S	Xt
2	411,3	-1,01007E-07	87,32830774	411,30
5	411,3	0,841456717	87,32830774	484,78
10	411,3	1,281728757	87,32830774	523,23
20	411,3	1,64521144	87,32830774	554,97
25	411,3	1,751076531	87,32830774	564,22
50	411,3	2,054188589	87,32830774	590,69
100	411,3	2,326785333	87,32830774	614,49

C. Distribusi Gumbel

Setelah nilai standar deviasi diperoleh, dilakukan perhitungan untuk mencari besarnya curah hujan yang diharapkan berulang setiap t tahun (mm).

Untuk data curah hujan yang banyaknya 10 ditentukan besarnya reduce mean (Y_n) dan reduce standar deviation (S_n) dapat dilihat pada tabel 2.3 dan tabel 2.4 untuk $n = 10$.

$$Y_n = 0,5515$$

$$S_n = 1,1255$$

Besarnya curah hujan yang diharapkan berulang setiap t tahun dapat diketahui melalui perhitungan sebagai berikut:

$$Kt = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \quad (4.6)$$

$$X = \bar{x} + S.K \quad (4.7)$$

Dari tabel 4.5 berdasarkan periode ulang T didapat nilai Y_t

Tabel 4.5: Analisa curah hujan rencana dengan distribusi Gumbel.

Kala Ulang	xr	yt	yn	s	Kt	Xt
2	411,3	0,3668	0,4952	0,9496	-0,16435536	396,9471243
5	411,3	1,5004	0,4952	0,9496	0,719822335	474,1608664
10	411,3	2,251	0,4952	0,9496	1,305224906	525,2830823
20	411,3	2,9709	0,4952	0,9496	1,866757107	574,3207392
25	411,3	3,1993	0,4952	0,9496	2,044882607	589,8761376
50	411,3	3,9028	0,4952	0,9496	2,593602943	637,7949559
100	411,3	4,6012	0,4952	0,9496	3,138271614	685,3599493

4.2.4 Menghitung Curah Hujan Kala Ulang Dengan Logaritmik 2, 5, 10, 20, 25, 50, & 100 Tahun

Pada Perhitungan metode distribusi log normal dan distribusi log person III dapat dilihat pada tabel 4.6.

Untuk nilai Log rata-rata (Log X_r) = 2,6141587

Tabel 4.6: Analisa curah hujan kala ulang dengan logaritmik.

NO	Xi (mm)	Log Xi	Log Xi – Log X_r	(Log Xi – Log X_r) ²	(Log Xi – Log X_r) ³	Probabilitas
1	614	2,78817	0,1740	0,0303	0,0053	9,09
2	489	2,68931	0,0752	0,0056	0,0004	18,18
3	427	2,63043	0,0163	0,0003	0,0000	27,27
4	420	2,62325	0,0091	0,0001	0,0000	36,36
5	417	2,62014	0,0060	0,0000	0,0000	45,45
6	367	2,56467	-0,0495	0,0024	-0,0001	54,55
7	364	2,56110	-0,0531	0,0028	-0,0001	63,64
8	362	2,55871	-0,0555	0,0031	-0,0002	72,73
9	335	2,52504	-0,0891	0,0079	-0,0007	81,82
10	318	2,50243	-0,1117	0,0125	-0,0014	90,91
Jumlah		26,0632	- 0,0783	0,0651	0,0032	

Nilai rata-rata Log Xi = 2,60632

Nilai maksimum Log Xi = 2,78817

Nilai minimum Log Xi = 2,50243

Standar deviasi (S) = 0,08463035

Koefisien Skewness (Cs) = 1,07117763

Koefisien Kurtosis (Ck) = 1,25053864

A. Metode Distribusi Log Normal

Dapat di lihat dari tabel 4.7 untuk kemudian mengetahui besarnya curah hujan dengan metode Log Normal yang diharapkan berulang setiap t tahun adalah menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Log } X_t = \text{Log } X + (Kt \cdot S \text{ Log } X) \quad (4.8)$$

Dimana:

$Log Xt$ = Besarnya curah hujan yang mungkin terjadi pada periode ulang
T tahun

$Log X$ = Curah hujan rata-rata

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

S = Standar deviasi

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.7

Tabel 4.7: Analisa curah hujan kala ulang metode distribusi Log Normal.

Kala Ulang	log Xr	kt	S Log Xr	yt	xt
2	2,60632	-1,01007E-07	0,0846303	2,6063	403,9465
5	2,60632	0,841456717	0,0846303	2,6775	475,9229
10	2,60632	1,281728757	0,0846303	2,7148	518,5576
20	2,60632	1,64521144	0,0846303	2,7456	556,6198
25	2,60632	1,751076531	0,0846303	2,7545	568,2220
50	2,60632	2,054188589	0,0846303	2,7802	602,7962
100	2,60632	2,326785333	0,0846303	2,8032	635,6828

B. Metode Distribusi Log Pearson III

Dapat di lihat dari tabel 4.8 untuk kemudian mengetahui besarnya curah hujan dengan metode Log Person III yang diharapkan berulang setiap t tahun adalah menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Log Xt = Log Xr + (G . S Log Xr) \quad (4.9)$$

Dimana:

$Log Xt$ = Besarnya curah hujan yang mungkin terjadi pada periode ulang
T tahun

$Log X$ = Curah hujan rata-rata

S = Standar deviasi

G = Faktor Frekuensi (lihat Tabel 2.7 Nilai K untuk distribusi Log-Person III).

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.8

Tabel 4.8: Analisis curah hujan rencana dengan distribusi Log Pearson III.

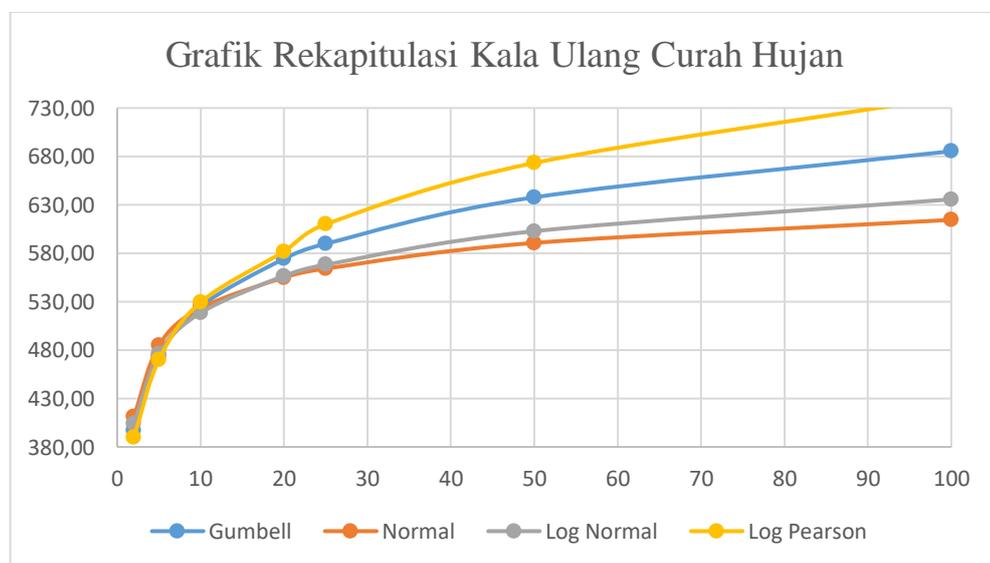
Kala Ulang	Log Xr	G	S Log Xr	yt	Xt
2	2,6063238	-0,182100198	0,084630349	2,590912636	389,86
5	2,6063238	0,777729342	0,084630349	2,672143345	470,05
10	2,6063238	1,389117763	0,084630349	2,723885361	529,52
20	2,6063238	1,873172582	0,084630349	2,764851089	581,90
25	2,6063238	2,115200396	0,084630349	2,785333988	610,01
50	2,6063238	2,621724146	0,084630349	2,828201269	673,29
100	2,6063238	3,118671450	0,084630349	2,870258093	741,75

4.2.5 Rekapitulasi Analisis Curah Hujan Rencana Maksimum

Berikut rekapitulasi analisa kala ulang curah hujan rencana maksimum dari berbagai jenis distribusi.

Tabel 4.9: Rekapitulasi kala ulang curah hujan.

Kala Ulang	GUMBELL	NORMAL	LOG NORMAL	LOG PEARSON
2	396,95	411,30	403,95	389,86
5	474,16	484,78	475,92	470,05
10	525,28	523,23	518,56	529,52
20	574,32	554,97	556,62	581,90
25	589,88	564,22	568,22	610,01
50	637,79	590,69	602,80	673,29
100	685,36	614,49	635,68	741,75



Gambar 4.1: Grafik rekapitulasi kala ulang curah hujan.

Tabel 4.10: Rekapitulasi kala ulang curah hujan.

Distribusi Normal	Distribusi Gumbel	Distribusi Log Pearson III
-0.05 < Cs < 0.05 2,7 < Ck < 3,3	Cs > 1.1395 Ck > 5,4002	
Cs = 1,508 <i>Hasil: tidak memenuhi</i>	Cs = 1,508 <i>Hasil: memenuhi</i>	tidak ada batasan
Ck = 2,600 <i>Hasil: tidak memenuhi</i>	Ck = 2,600 <i>Hasil: tidak memenuhi</i>	tidak ada batasan

4.2.6 Uji Distribusi Probabilitas

A. Uji Kesesuaian Metode Chi Kuadrat

Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan metode uji chi-kuadrat adalah sebagai berikut:

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f} \quad (4.10)$$

Dimana:

X^2 = Parameter chi-kuadrat terhitung.

E_f = Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya.

O_f = Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama.

n = jumlah sub kelompok.

- Mengurutkan Data Curah Hujan Dari Terbesar Ke Terkecil

Tabel 4.11: Tabel data curah hujan terbesar ke terkecil.

n	Rainfall	Prob
1	614	9,09
2	489	18,18
3	427	27,27
4	420	36,36
5	417	45,45
6	367	54,55
7	364	63,64
8	362	72,73
9	335	81,82
10	318	90,91
Total	985	mm

- Menentukan jumlah kelas dengan persamaan Sturjerst:

$$\text{Jumlah data (n)} = 10$$

$$\begin{aligned} \text{Kelas distribusi (K)} &= 1 + 3.3 \log n & (4.11) \\ &= 1 + 3.3 \log 10 \\ &= 4.3 \approx 5 \text{ kelas} \end{aligned}$$

- Menentukan nilai jajaran dalam kelas masing-masing:

$$\begin{aligned} \text{Nilai jajaran kelas (R)} &= \text{nilai maksimum} - \text{nilai min} & (4.12) \\ &= 614 - 318 \\ &= 296 \end{aligned}$$

- Menentukan interval kelas:

$$\begin{aligned} \text{Interval kelas (I)} &= \frac{R}{K} & (4.13) \\ &= \frac{296}{5} \\ &= 59,21 \end{aligned}$$

- Selanjutnya dihitung dan dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 4.12: Perhitungan uji kesesuaian metode Chi-Kuadrat.

kelas	Prob	Ef	Of	Of	Of-Ef	(Of-Ef) ²	
1	318,00 < P <	377,20	2,00	0,00	0,00	-2,000	4,00
2	377,2 < P <	436,40	2,00	0,00	0,00	-2,000	4,00
3	436,4 < P <	495,60	2,00	2,00	2,00	0,000	0,00
4	495,6 < P <	554,80	2,00	0,00	-2,00	-4,000	16,00
5	554,8 < P <	614,00	2,00	0,00	0,00	-2,000	4,00
6	614,0 < P <	673,20	2,00	10,00	10,00	8,000	64,00
N			12	12	10	SX²	92,00

$$\begin{aligned} \bullet \text{ CHI-X2} &= \frac{(Of-Ef)^2}{Ef} & (4.14) \\ &= \frac{92,00}{12} \\ &= 7,67 \end{aligned}$$

- Derajat kebebasan didapat dengan persamaan

$$Dk = K - (P + 1) \quad (4.15)$$

$$Dk = 5 - (2 + 1)$$

$$Dk = 2$$

Dimana:

K = Banyaknya kelas

P = Banyaknya kriteria atau banyaknya parameter, untuk sebaran chi-kuadrat adalah sama dengan 2

α = Nilai probabilitas kala ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100

- Untuk perhitungan data dengan uji chi-kuadrat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.13: Hasil data dengan uji Chi-Kuadrat.

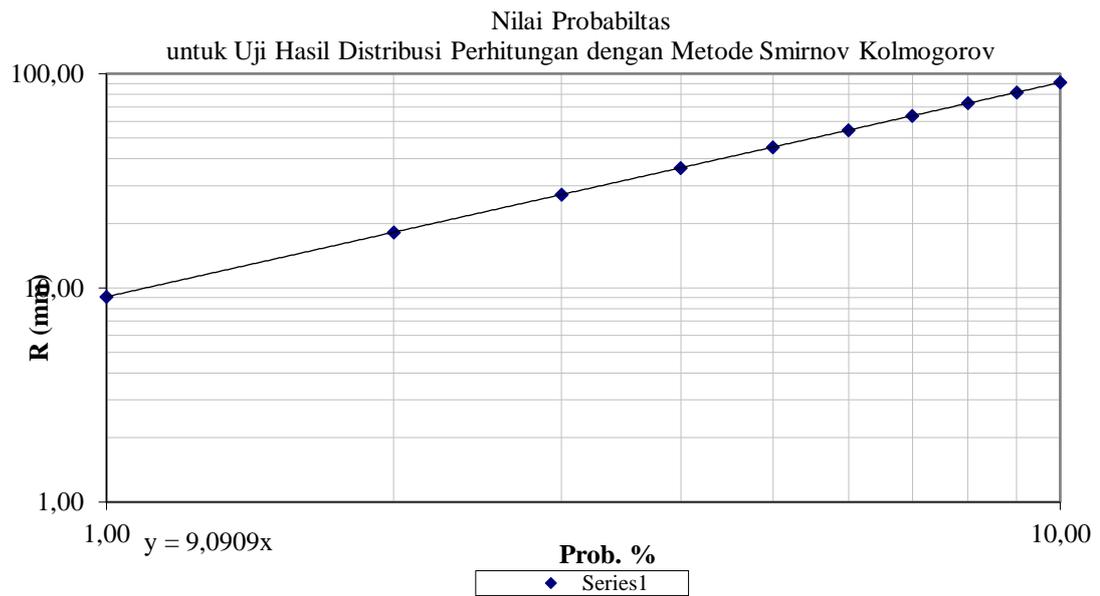
Kala Ulang	n	Prob.	Dk	a	X^2_{kritik}	CHI- X^2	Result
2	1	0,500	2	0,500	4.351,00	7,67	Ok
5	2	0,200	2	0,200	7.289,00	7,67	Ok
10	3	0,100	2	0,100	9.236,00	7,67	Ok
20	4	0,050	2	0,050	11.070,00	7,67	Ok
25	5	0,040	2	0,040	12.409,67	7,67	Ok
50	6	0,020	2	0,020	15.089,00	7,67	Ok
100	7	0,010	2	0,010	20.517,00	7,67	Ok

B. Uji Smirnov Kolmogorov

- Mengurutkan Data Curah Hujan Dari Terbesar Ke Terkecil

Tabel 4.14: Tabel data curah hujan terbesar ke terkecil.

n	Rainfall	Prob
1	614	9,09
2	489	18,18
3	427	27,27
4	420	36,36
5	417	45,45
6	367	54,55
7	364	63,64
8	362	72,73
9	335	81,82
10	318	90,91
Total	4113	mm



Gambar 4.2: Grafik nilai probabilitas uji Smirnov Kolmogorov.

Berikut Hasil perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov terhadap Hasil Hitungan Kala Ulang Curah Hujan

Dari data diatas didapat:

$$y = \frac{xi-c}{x} \quad (4.16)$$

$$C = 0$$

$$X = 9.0909$$

Perhitungan hasil probabilitas III dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.15: Hasil pembacaan Probabilitas III.

n	Rainfall	Prob I	Prob II	Δ
1	614,00	9,09	67,5	-58,46
2	489,00	18,18	53,8	-35,61
3	427,00	27,27	47,0	-19,70
4	420,00	36,36	46,2	-9,84
5	417,00	45,45	45,9	-0,42
6	367,00	54,55	40,4	14,17
7	364,00	63,64	40,0	23,59
8	362,00	72,73	39,8	32,90
9	335,00	81,82	36,9	44,96
10	318,00	90,91	35,0	55,93

4.2.7 Intensitas Curah Hujan

Dari hasil sebelumnya maka didapat distribusi yang mewakili adalah distribusi Log Person III Dan didapat:

Curah Hujan Rencana	(Xt)	= 2 tahun
Curah Hujan Maksimum Dalam 24 Jam (R24)		= 396,95 mm
Panjang Lintasi	(Lh)	= 8190 meter
Kemiringan Daerah Saluran	(S)	= 10
Waktu Konsentrasi	(tc)	= $0,01947 \times Lh^{0,77} \times S^{-0,385}$ = 8,27 jam \approx 8,00 jam

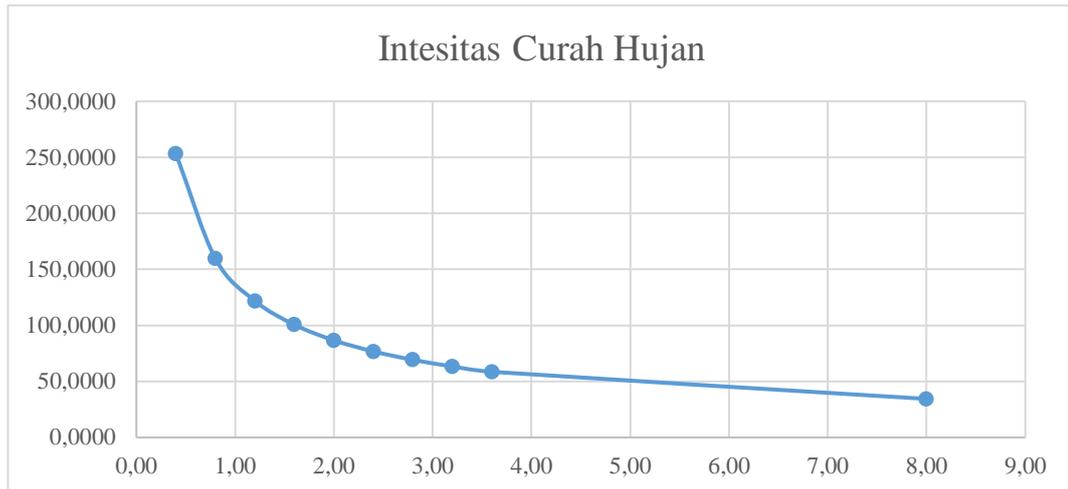
Rumus menghitung intensitas curah hujan (I)

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} \quad (4.17)$$

Berikut perhitungan intensitas curah hujan untuk R24 = 396,95 dapat dilihat pada tabel:

Tabel 4.16: Intensitas curah hujan R24 = 396,95.

No	R24	tc	I
1	396,95	0,40	253,4869
2	396,95	0,80	159,6868
3	396,95	1,20	121,8638
4	396,95	1,60	100,5964
5	396,95	2,00	86,6913
6	396,95	2,40	76,7694
7	396,95	2,80	69,2719
8	396,95	3,20	63,3717
9	396,95	3,60	58,5860
10	396,95	8,00	34,4035

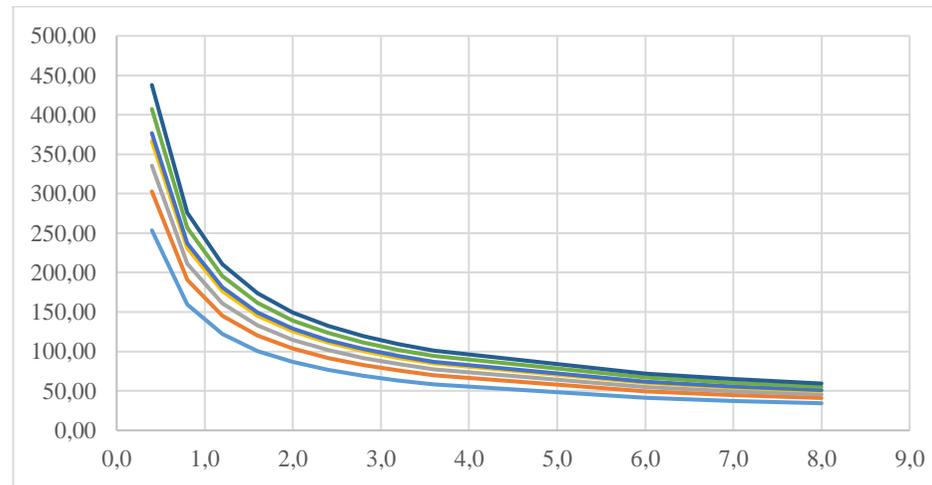


Gambar 4.3: Curva intensitas curah hujan $R_{24} = 396,95$.

Sehingga secara tabelaris untuk waktu berikutnya didapat hasilnya sebagai berikut:

Tabel 4.17: Perhitungan intensitas curah hujan.

T	R24	Intensitas (I)											
		0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	6,0	7,0	8,0
2	396,95	253,49	159,69	121,86	100,60	86,69	76,77	69,27	63,37	58,59	41,68	37,61	34,40
5	474,16	302,79	190,75	145,57	120,16	103,55	91,70	82,75	75,70	69,98	49,78	44,92	41,10
10	525,28	335,44	211,31	161,26	133,12	114,72	101,59	91,67	83,86	77,53	55,15	49,77	45,53
20	574,32	366,76	231,04	176,32	145,55	125,43	111,07	100,23	91,69	84,76	60,30	54,41	49,78
25	589,88	376,69	237,30	181,09	149,49	128,83	114,08	102,94	94,17	87,06	61,93	55,88	51,12
50	637,79	407,29	256,58	195,80	161,63	139,29	123,35	111,30	101,82	94,13	66,96	60,42	55,28
100	685,36	437,66	275,71	210,41	173,69	149,68	132,55	119,60	109,42	101,15	71,96	64,93	59,40



Gambar 4.4: Intensitas curah hujan.

4.2.8 Debit Metode Rasional

Perhitungan besarnya debit banjir rencana dengan metode Rasional menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_t = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} = 0.278C * I * A \quad (4.18)$$

Dimana:

Q_t = Debit Banjir Rencana

C = Koefisien Aliran = 0,90

I = Kemiringan Aliran

A = Luas Daerah Aliran = 50 Ha

R_{24} = curah hujan maksimum dalam 24 jam = 396,95 mm

t_c = waktu konsentrasi = 8,00 jam

T_p = 6,3 jam

Zona beban drainase untuk waduk dan saluran utama sebesar 8,42 Km²

Tabel 4.18: Perhitungan debit metode Rasional.

T	C	R	T	I	A (km2)	Q
10	0,90	529,52	8,00	45,91	8,42	96,72
20	0,90	581,90	8,00	50,45	8,42	106,29
25	0,90	610,01	8,00	52,89	8,42	111,42
50	0,90	673,29	8,00	58,38	8,42	122,98

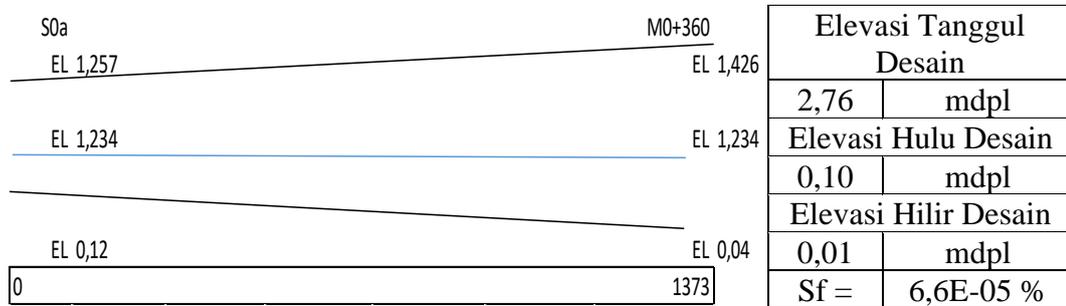
4.3 Desain

4.3.1 Desain Parit

Beban terakhi seluruh zona (Medan Labuhan Kiri) = 8.49 Km²

- Parirt Ex Belanda

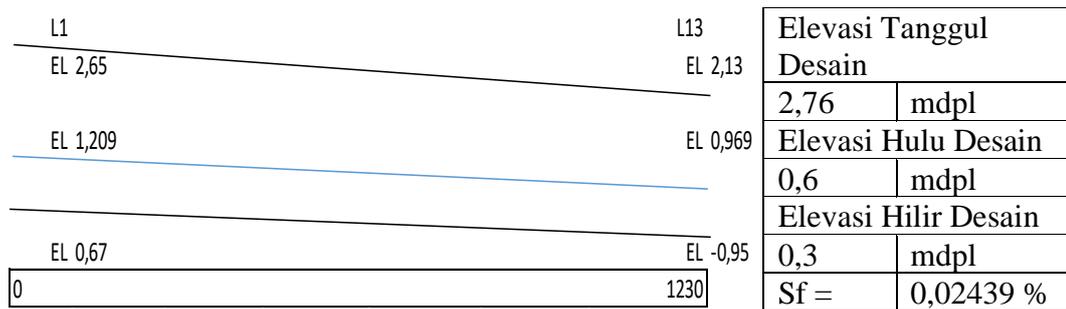
PuH, Q = 20 Tahun



k	b	h	A	P	A/P ^{0.667}	Sf ^{0.5}	v	Q	Qb	Kontrol
70	7	2,46	17,22	11,92	1,278 07943	0,0080 96289	0,74 339	12,47	106,29	Cek

- Parit Ex Cina

PuH, Q = 10 Tahun



k	b	h	A	P	A/P ^{0.667}	S ^{0.5}	v	Q	Qb	Kontrol
70	2	2,26	4,52	6,52	0,783 20272	0,015 617376	0,85 621	3,87	6,72	Cek

- Parit Ex Belanda Persatuan dengan Sei Kera

PuH, Q = 25 Tahun

L13 EL 2,13	L19 EL 1,806	Elevasi Tanggul Desain
		2,76 mdpl
EL 0,969	EL 0,82	Elevasi Hulu Desain
		0,01 mdpl
EL -0,95	EL -1,03	Elevasi Hilir Desain
0	688	0 mdpl
		Sf = 0,01453%

k	b	h	A	P	$A/P^{0.667}$	$S^{0.5}$	v	Q	Qb	Kontrol
70	15	2,55	38,25	20,1	1,5359 7236	0,0120 56071	1,29 6245	49,58	11,42	Cek

Maka dari perhitungan desain di atas didapatkanlah hasil kekurangan kapasitas dari setiap parit sebagai berikut:

Kekurangan kapasitas parit belanda = 93.81 m³/s

Kekurangan kapasitas parit cina = 92.85 m³/s

Total kekurangan kapasitas = 93.81 + 92.85
= 186.66 m³/s

Toleransi waktu penyimpanan = 6,3 jam

4.3.1 Desain Kolam Retensi

Maka selanjutnya evaluasi kolam retensi martubung dengan dimensi sebagai berikut:

Panjang = 500 m

Lebar = 165 m

Elevasi Tanggul = 2,60 mdpl

Elevasi Dasar = 2,40 mdpl

Tebal Air Tersedia = 2,30 m

Kapasitas Tampung Kolam = 189.750 m³

Desain Kantong Lumpur/Kolam Pengatur banjir

Beban Drainase $A = 5,44 \text{ Km}^2$
 Debit Banjir $Q_{20} = 68,67 \text{ m}^3/\text{Detik}$
 Kapasitas Tampung $A = 4750,18 \text{ m}$
 $d = 2 \text{ m}$
 $V_t = A * d$
 $= 9500$
 Waktu Tampung Banjir $t = 2,3057 \text{ Menit}$

Maka setelah 2,3 menit air pindah kekolam dan didapatkan kapasitas tampung kolam retensi sebesar:

$Q_{\text{banjir}} = Q_{20} = 106,29 \text{ m}^3/\text{detik}$
 $Q_{\text{kolam retensi}} = 68.67 \text{ m}^3/\text{detik}$
 $Q_{20} > Q_{\text{kolam retensi}} \rightarrow$ Kapasitas kolam retensi tidak memenuhi

Sehingga dibutuhkan waduk sebesar

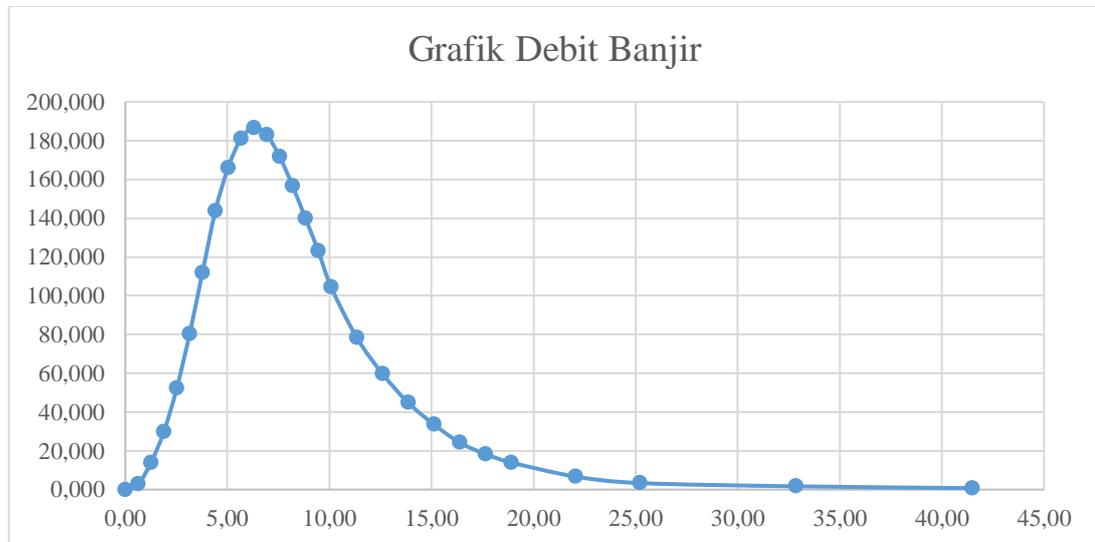
$Q_{20} - Q_{\text{kolam retensi}} = 106.29 - 68.67$
 $= 37.62 \text{ m}^3/\text{detik}$

Tabel 4.19: Perhitungan kapasitas kolam retensi.

t	tp	t/tp	q/qp	qp	Q
0,00	6,3	0,00	0,000	186,66	0,000
0,63	6,3	0,10	0,015	186,66	2,800
1,26	6,3	0,20	0,075	186,66	14,000
1,89	6,3	0,30	0,160	186,66	29,866
2,52	6,3	0,40	0,280	186,66	52,266
3,15	6,3	0,50	0,430	186,66	80,265
3,78	6,3	0,60	0,600	186,66	111,998
4,41	6,3	0,70	0,770	186,66	143,730
5,04	6,3	0,80	0,890	186,66	166,130
5,67	6,3	0,90	0,970	186,66	181,063
6,30	6,3	1,00	1,000	186,66	186,663
6,93	6,3	1,10	0,980	186,66	182,930
7,56	6,3	1,20	0,920	186,66	171,730
8,19	6,3	1,30	0,840	186,66	156,797
8,82	6,3	1,40	0,750	186,66	139,997

Tabel 4.20: Lanjutan.

9,45	6,3	1,50	0,660	186,66	123,198
10,08	6,3	1,60	0,560	186,66	104,531
11,34	6,3	1,80	0,420	186,66	78,398
12,60	6,3	2,00	0,320	186,66	59,732
13,86	6,3	2,20	0,240	186,66	44,799
15,12	6,3	2,40	0,180	186,66	33,599
16,38	6,3	2,60	0,130	186,66	24,266
17,64	6,3	2,80	0,098	186,66	18,293
18,90	6,3	3,00	0,075	186,66	14,000
22,05	6,3	3,50	0,036	186,66	6,720
25,20	6,3	4,00	0,018	186,66	3,360
32,85	7,3	4,50	0,009	186,66	1,680
41,50	8,3	5,00	0,004	186,66	0,747



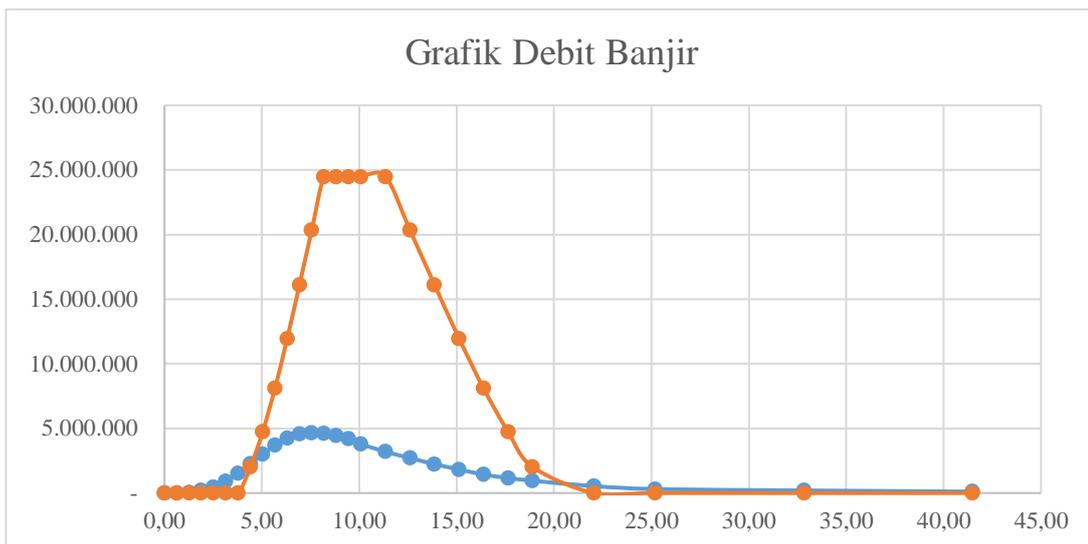
Gambar 4.5: Grafik Kapasitas Kolam Retensi.

4.3.2 Desain Waduk

Selanjutnya kita mendesain waduk untuk dapat memenuhi kapasitas tampung
Perhitungan Waduk Banjir

Tabel 4.21: Perhitungan waduk banjir.

Waktu		Inflow		OutFlow		Storage
jam	s	m ³ /s	m ³	m ³ /s	m ³	m ³
0,00	0	0,000	-	-	-	-
0,63	2268	2,800	6.350	-	-	-
1,26	4536	14,000	63.503	-	-	-
1,89	6804	29,866	203.209	-	-	-
2,52	9072	52,266	474.154	-	-	-
3,15	11340	80,265	910.206	-	-	-
3,78	13608	111,998	1.524.065	-	-	-
4,41	15876	143,730	2.281.865	127,39	2.022.400	2.022.400
5,04	18144	166,130	3.014.263	149,79	2.717.732	4.740.132
5,67	20412	181,063	3.695.859	164,72	3.362.262	8.102.394
6,30	22680	186,663	4.233.515	170,32	3.862.852	11.965.245
6,93	24948	182,930	4.563.729	166,59	4.155.999	16.121.245
7,56	27216	171,730	4.673.801	155,39	4.229.004	20.350.249
8,19	29484	156,797	4.622.998	140,45	4.141.136	24.491.385
8,82	31752	139,997	4.445.191	-	-	24.491.385
9,45	34020	123,198	4.191.180	-	-	24.491.385
10,08	36288	104,531	3.793.230	-	-	24.491.385
11,34	40824	78,398	3.200.537	-	-	24.491.385
12,60	45360	59,732	2.709.450	-	-	20.350.249
13,86	49896	44,799	2.235.296	-	-	16.121.245
15,12	54432	33,599	1.828.879	-	-	11.965.245
16,38	58968	24,266	1.430.928	-	-	8.102.394
17,64	63504	18,293	1.161.677	-	-	4.740.132
18,90	68040	14,000	952.541	-	-	2.022.400
22,05	79380	6,720	533.423	-	-	-
25,20	90720	3,360	304.813	-	-	-
32,85	118260	1,680	198.673	-	-	-
41,50	149400	0,747	111.550	-	-	-



Gambar 4.6: Grafik kapasitas waduk.

Volume Banjir Selama t waktu = 24,491385 m³

Elevasi tanggul = 2,76 Mdpl

Elevasi Freeboard = 2,3 Mdpl

Elevasi Dasar = 1,5 Mdpl

Tebal Air Tersedia = 3,76 m

Luas Dibutuhkan = 6.513.666 m²

= 651,37 Ha

Luas setelah kolam geriya martubung = 646,32 Ha

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Dari hasil perhitungan didapatkan debit banjir sebesar:

$$T_{10} = 96,72$$

$$T_{20} = 106,29$$

$$T_{25} = 111,42$$

$$T_{50} = 122,98$$

2. Debit rencana yang di pakai untuk kolam retensi adalah $Q_{20} = 106.29 \text{ m}^3/\text{detik}$ sehingga menghasilkan dimensi kolam sebesar :

$$\text{Panjang} = 500 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 165 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi Tanggul} = 2,60 \text{ mdpl}$$

$$\text{Elevasi Dasar} = 2,40 \text{ mdpl}$$

$$\text{Tebal Air Tersedia} = 2,30 \text{ m}$$

$$\text{Kapasitas Tampung Kolam} = 189.750 \text{ m}^3$$

3. Debit banjir diketahui lebih besar dari kapasitas tampungan kolam retensi sehingga dibutuhkan waduk yang letaknya dekat dengan pembuangan akhir yakni sei kera yang dihubungkan oleh parit belanda dan parit cina. Adapun dimensi waduk yang di maksud adalah :

$$\text{Volume Banjir Selama t waktu} = 24.491385 \text{ m}^3$$

$$\text{Elevasi tanggul} = 2,76 \text{ mdpl}$$

$$\text{Elevasi Freeboard} = 2,3 \text{ mdpl}$$

$$\text{Elevasi Dasar} = 1,5 \text{ Mdpl}$$

$$\text{Tebal Air Tersedia} = 3,76 \text{ m}$$

$$\text{Luas Dibutuhkan} = 6.513.666 \text{ m}^2$$

$$= 651,37 \text{ ha}$$

$$\text{Luas setelah kolam griya martubung} = 646,32 \text{ ha}$$

5.2 Saran

1. Normalisasi Sei Kera sebagai lokasi pembuangan akhir yang terhubung dengan laut dan terpengaruh dengan bajir rob.
2. Agar disetiap pembangunan drainase perkotaan memiliki "*value engineering*" sehingga penanganan drainase tidak hanya berorientasi pada menghilangkan banjirnya saja, tetapi di lengkapi juga dengan aspek sosial dan lingkungan seperti pembuatan jalur hijau disepanjang saluran yang di lengkapi dengan taman bermain atau mungkin konservasi alam dengan lubang biopori dengan sumur resapan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustianto, D. A. (2014). Model Hubungan Hujan dan Runoff (Studi Lapangan). *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2(2), 215–224.
- Alia, F., Rhapyalyani, R., & Ilmiaty, R. S. (2018). Perencanaan Kolam Retensi Untuk Pengendalian Banjir Di Rsmh Kota Palembang. *Cantilever*, 7(1), 13–20. <https://doi.org/10.35139/cantilever.v7i1.61>
- Ardian, R. B., Zakaria, A., & Susilo, G. E. (2016). *Study System Drainase di Fakultas Teknik Universitas Lampung*. 4(3), 503–512.
- BAPPENAS. (2010). Kebijakan Penanggulangan Banjir di Indonesia. *Bappenas*, 1–17.
- Daud, F., Andi, S. N., Gifari, R., & Rani, A. (2018). *Jurnal Teknik Hidro KARAKTERISTIK PENGALIRAN ISSN : 1979 9764 Jurnal Teknik Hidro Air yang ada di permukaan bumi ini memiliki peranan yang sangat penting bagi makhluk hidup baik itu muka air , kecepatan dan karakteristik Saluran Terbuka Saluran terbuka ad. 11(1), 23–30.*
- Harseno, E. (2007). *PRISMATIS*. 1–26.
- Hartini, E. (2017). *Hidrologi dan hidrolika terapan. 1983*, 6.
- Kementrian PUPR. (2018). Perencanaan Sistem Polder dan Kolam Retensi. *Modul Diklat Teknis*, 1–41.
- Lubis, F. (2016). Analisa Frekuensi Curah Hujan Terhadap Kemampuan Drainase Pemukiman Di Kecamatan Kandis. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*, 34–46. <https://journal.unilak.ac.id/index.php/SIKLUS/article/view/293>
- Mustofa, M. J., Kusumastuti, D. I., & Romdania, Y. (2015). Analisis Hidrologi dan Hidrolika pada Saluran Drainase Ramanuju Hilir Kotabumi (Menggunakan Program HEC-RAS). *Journal.Eng.Unila.Ac.Id*, 3(2), 303–312. <http://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jrsdd/article/download/461/pdf>
- Qintana, M. R., Pandjaitan, N. H., Pertanian, F. T., & Indonesia, J. B. (2018). Analisis Kapasitas Sistem Saluran Drainase Di Perumahan Dramaga Cantik 2

Kabupaten Bogor. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2(1), 21–32.

Rio Novi Awan, Imam Suprayogi, J. A. (2017). *PERENCANAAN KOLAM RETENSI PADA PERUMAHAN MUTIARA WITAYU KECAMATAN RUMBAL KOTA PEKANBARU*. 4(1), 1–11.

Sudirman, Sutomo, S. T., Barkey, R., & Ali, M. (2014). Faktor-faktor yang mempengaruhi banjir/genangan di kota pantai dan implikasinya terhadap kawasan tepian air. *Seminar Nasional Space*, 4(3), 141–157.

Suhudi, S., & Irvani, H. (2019). Perencanaan Saluran Drainase pada Jalan Donowarih Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang. *Reka Buana : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 4(1), 49. <https://doi.org/10.33366/rekabuana.v4i1.1196>

Yulius, E. (2018). Evaluasi Saluran Drainase pada Jalan Raya Sarua-Ciputat Tangerang Selatan. *BENTANG: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 6(2), 118–130. <https://doi.org/10.33558/bentang.v6i2.1407>

LAMPIRAN

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian didaerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Gilang Mahardika
Umur : 23 Tahun
Kejadian Banjir : 3 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 16 cm
Lama Genangan Banjir : 48 Jam
Kerugian Yang Dialami : Perabotan rusak dan jalan rusak

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian didaerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Zul Fadli
Umur : 32 Tahun
Kejadian Banjir : 2 kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 18 cm
Lama Genangan Banjir : 48 Jam
Kerugian Yang Dialami : Akses jalan terganggu

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Sartika
Umur : 34 Tahun
Kejadian Banjir : 3 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 14 cm
Lama Genangan Banjir : 48 Jam
Kerugian Yang Dialami : Perabotan Rusak

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Sadana
Umur : 52 Tahun
Kejadian Banjir : 3 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 46 cm
Lama Genangan Banjir : 68 jam
Kerugian Yang Dialami : Perabotan rusak, kelangsungan pangan terganggu

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Mustafa Kamal
Umur : 63 Tahun
Kejadian Banjir : 2 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 46 cm
Lama Genangan Banjir : 68 Jam
Kerugian Yang Dialami : Perabotan rusak, kelangsungan pangan terganggu

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Novelita
Umur : 52 Tahun
Kejadian Banjir : 2 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 46 cm
Lama Genangan Banjir : 68 Jam
Kerugian Yang Dialami : Perabotan rusak

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Yuda
Umur : 19 Tahun
Kejadian Banjir : 3 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 50 cm
Lama Genangan Banjir : 36 Jam
Kerugian Yang Dialami : Perabotan Rusak

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Edianto Simamura
Umur : 52 Tahun
Kejadian Banjir : 2 kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 30 cm
Lama Genangan Banjir : 68 Jam
Kerugian Yang Dialami : Akses jalan terganggu

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Andi Pranata
Umur : 31 Tahun
Kejadian Banjir : 2 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 30 cm
Lama Genangan Banjir : 68 Jam
Kerugian Yang Dialami : Prabotan rusak

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Yuliani
Umur : 51 Tahun
Kejadian Banjir : 2 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 30 cm
Lama Genangan Banjir : 68 Jam
Kerugian Yang Dialami : Prabotan Rusak, lantai kamar mandi retak

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Farhan
Umur : 18 Tahun
Kejadian Banjir : 3 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 25 cm
Lama Genangan Banjir : 48 Jam
Kerugian Yang Dialami : Kendaraan rusak dan akses jalan terputus

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Pengalaman bu'ulolo
Umur : 38 Tahun
Kejadian Banjir : 3 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 30 cm
Lama Genangan Banjir : 68 Jam
Kerugian Yang Dialami : Akses jalan terganggu, perabotan rusak

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Asa Eli Halawa
Umur : 60 Tahun
Kejadian Banjir : 2 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 20 cm
Lama Genangan Banjir : 68 Jam
Kerugian Yang Dialami : Perabotan rusak dan kendaraan juga rusak

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Kasman Daulay
Umur : 62 Tahun
Kejadian Banjir : 2 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 28 cm
Lama Genangan Banjir : 68 Jam
Kerugian Yang Dialami : Prabotan, pintu dan pagar rusak

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Yurmathi Hasibuan
Umur : 61 Tahun
Kejadian Banjir : 2 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 30 cm
Lama Genangan Banjir : 68 Jam
Kerugian Yang Dialami : Prabotan rumah tangga rusak

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Irranto
Umur : 30 Tahun
Kejadian Banjir : 2 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 30 cm
Lama Genangan Banjir : 68 Jam
Kerugian Yang Dialami : Perabotan rumah tangga dan akses jalan rusak

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Imam Supraoto
Umur : 53 Tahun
Kejadian Banjir : 2 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 30 cm
Lama Genangan Banjir : 68 Jam
Kerugian Yang Dialami : Jalan terganggu dan prabotan rumah rusak

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Rinaldi
Umur : 59 Tahun
Kejadian Banjir : 3 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 25 cm
Lama Genangan Banjir : 68 Jam
Kerugian Yang Dialami : Infrastruktur jalan jadi rusak dan terganggu

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Drs. Muhammad Jamil
Umur : 57 Tahun
Kejadian Banjir : 3 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 20 cm
Lama Genangan Banjir : 48 Jam
Kerugian Yang Dialami : Rusaknya perabotan rumah

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Herman Simanjuntak
Umur : 43 Tahun
Kejadian Banjir : 3 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 25 cm
Lama Genangan Banjir : 68 Jam
Kerugian Yang Dialami : Prabotan rusak dan jalan tidak dapat dilewati

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Nur
Umur : 37 Tahun
Kejadian Banjir : 3 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 30 cm
Lama Genangan Banjir : 48 Jam
Kerugian Yang Dialami : Perabotan rumah jadi rusak

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Misna
Umur : 45 Tahun
Kejadian Banjir : 2 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 30 cm
Lama Genangan Banjir : 48 Jam
Kerugian Yang Dialami : Pintu rusak terus dan perabotan juga rusak

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Usup
Umur : 50 Tahun
Kejadian Banjir : 2 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 28 cm
Lama Genangan Banjir : 48 Jam
Kerugian Yang Dialami : Pagar dan jalan rusak

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Siti
Umur : 44 Tahun
Kejadian Banjir : 3 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 35 cm
Lama Genangan Banjir : 48 Jam
Kerugian Yang Dialami : Perabotan rusak, lemari dan kaki meja lapuk

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Sani
Umur : 51 Tahun
Kejadian Banjir : 3 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 38cm
Lama Genangan Banjir : 68 Jam
Kerugian Yang Dialami : Keramik kamar mandi retak

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Ratno Warsono
Umur : 54 Tahun
Kejadian Banjir : 3 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 43 cm
Lama Genangan Banjir : 68 Jam
Kerugian Yang Dialami : Jalan tidak dapat dilewati

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Yongki Janando Putra
Umur : 30 Tahun
Kejadian Banjir : 3 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 40 cm
Lama Genangan Banjir : 68 Jam
Kerugian Yang Dialami : Jalan tergenang dan motor menjadi rusak

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Lisna
Umur : 53 Tahun
Kejadian Banjir : 3 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 15 cm
Lama Genangan Banjir : 48 Jam
Kerugian Yang Dialami : Lantai retak-retak dan membuat lemari cepat rusak

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Gunawan
Umur : 24 Tahun
Kejadian Banjir : 3 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 35 cm
Lama Genangan Banjir : 68 Jam
Kerugian Yang Dialami : Jalan menjadi berlubang dan merusak motor

Wawancara

Berikut wawancara pada masyarakat sekitar tempat penelitian di daerah Medan Lahuban mencakup beberapa faktor yang diakibatkan oleh banjir mengenai nama, umur, berapa kali banjir dalam satu tahun, ketinggian banjir, lamanya genangan banjir dan kerugian yang didampakkan oleh banjir:

Nama : Juniadi
Umur : 52 Tahun
Kejadian Banjir : 3 Kali dalam setahun
Ketinggian Banjir : 40 cm
Lama Genangan Banjir : 68 Jam
Kerugian Yang Dialami : Rumah tergenang membuat perabotan rusak

DOKUMENTASI



Gambar L.1: Kolam retensi dari pengambilan drone.



Gambar L.2: Wawancara.



Gambar L.3: Banjir Komplek KPR BTN TNI AL Martubung.



Gambar L.4: Banjir Komplek KPR BTN TNI AL Martubung.



Gambar L.5: Inlate kolam retensi.



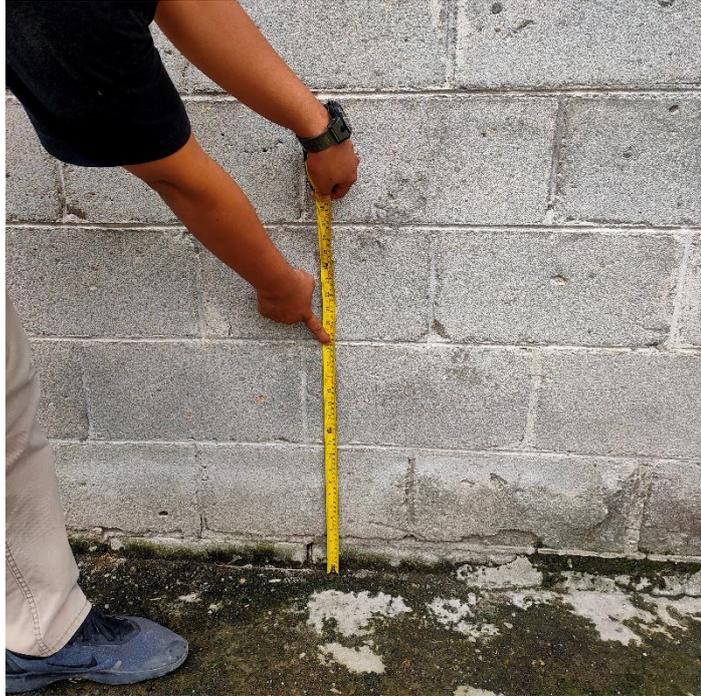
Gambar L.6: Pintu Outlate Kolam Retensi.



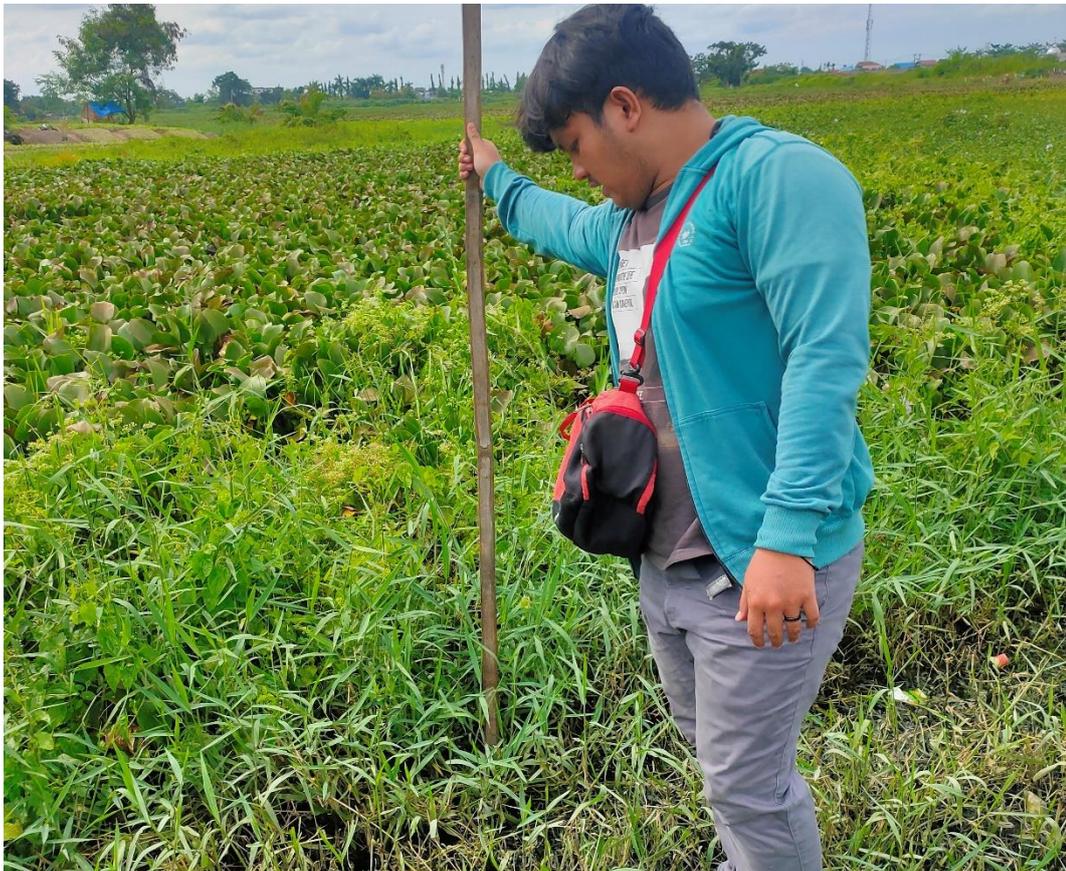
Gambar L.7: Ketinggian banjir di kompleks KPR BTN TNI AL Martubung.



Gambar L.8: Pengukuran dimensi parit cina.



Gambar L.9: Ketinggian saat banjir.



Gambar L.10: Pengukuran kedalaman kolam retensi.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PENYUSUN

Nama Lengkap : Jefri Alrido Telaumbanua
Tempat, Tanggal Lahir : Saombo, 13 Desember 1998
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Alamat : Jl. Magiao No. 20 Kel. Saombo
Kota Gunungsitoli
Agama : Islam
Nama Ayah : (alm) Akhiruddin Telaumbanua
Nama Ibu : Ratna Harefa
No. Handphone : 081362672790
E_mail : jeffri.123.jr@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Lokasi	Tahun
1	Taman Kanak-Kanak	TK Aisyiyah Bustanul Athfal	2003-2004
2	Sekolah Dasar	SDN 070974 Gunungsitoli	2004-2010
3	Sekolah Menengah Pertama	SMP Negeri 1 Gunungsitoli	2010-2013
4	Sekolah Menengah Atas	SMK Swasta Pembeda Nias	2013-2016
5	Perguruan Tinggi (Strata 1)	Uniiversitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan	2017- Sekarang