

TUGAS AKHIR

**STUDI POTENSI KOLAM RETENSI SEBAGAI
PENGENDALIAN BANJIR SUNGAI DELI
SUMATERA UTARA
(Studi Kasus)**

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

Disusun Oleh:

**BRENDA IRA CLARA
1307210097**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Brenda Ira Clara

NPM : 1307210097

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Studi Potensi Kolam Retensi Sebagai Pengendalian Banjir Sungai Deli Sumatera Utara

Bidang Ilmu : Keairan

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

Medan, September 2017

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji

Dosen Pembimbing II / Penguji

Ir. Hendarmin Lubis

Irma Dewi, S.T, M.Si

Dosen Pembanding I / Penguji

Dosen Pembanding II / Penguji

Dr. Rumillah Harahap

Dr. Ade Faisal

Program Studi Teknik Sipil
Ketua,

Dr. Ade Faisal

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Brenda Ira Clara
Tempat/tgl lahir : Gunungsitoli, 16 Oktober 1995
NPM : 1307210097
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Studi Potensi Kolam Retensi Sebagai Pengendalian Banjir Sungai Deli Sumatera Utara”

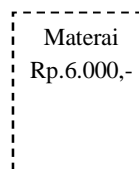
Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena berhubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis saya secara orisinal dan otentik.

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

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

Medan, September 2017

Saya yang menyatakan,



Brenda Ira Clara

ABSTRAK

STUDI POTENSI KOLAM RETENSI SEBAGAI PENGENDALIAN BANJIR DI SUNGAI DELI SUMATERA UTARA

Brenda Ira Clara
1307210097
Ir. Hendarmin Lubis
Irma Dewi, ST. M.Si

Luas Daerah Aliran Sungai (DAS) Deli ±476 km². Sistem drainase dengan kolam retensi merupakan sistem yang paling efektif dan efisien dalam menangani banjir yang terjadi pada suatu daerah. Perencanaan volume kolam retensi Sungai Deli di perhitungkan dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum kawasan Sungai Deli. Data curah hujan maksimum dapat diperoleh dari BMKG Kota Medan atau Dinas PSDA Kota Medan. Curah hujan harian maksimum dihitung setelah itu di dapat volume kolam retensi, sehingga dengan di dapatkan volume kolam retensi tersebut konstruksi kolam retensi Sungai Deli dapat menampung sementara debit air dari Sungai Deli. Kolam retensi Sungai Deli direncanakan untuk menampung kelebihan debit air Sungai Deli. Dari hasil pengolahan data curah hujan periode ulang 25 tahun dengan metode Nakayashu didapat Qrencana sebesar 241,36 m³/det yang digunakan untuk mendesain saluran drainase rencana. Kemudian didapat kapasitas kolam retensi di hulu sebesar 585792 m³. Lalu direncanakan dimensi kolam retensi dengan luas kolam retensi sebesar 200000 m² dan kedalaman 3 m.

Kata kunci: Sungai Deli, Banjir, Kolam retensi.

ABSTRACT

STUDY POTENTIAL OF RETENTION PONDS AS FLOOD CONTROL IN DELI'S RIVER OF NORTH SUMATERA

Brenda Ira Clara
1307210097
Ir. Hendarmin Lubis
Irma Dewi, ST. M.Si

The cathcment area of Deli's River is about 476 km². Drainage System with retention pond is the most effective and efficient system to manage flood in drainage area. Planning volume retention pool Deli's River calculated using Maximum daily rainfall data Deli's River. Data region maximum precipitation can be obtained from BMKG Medan or PSDA Medan. Maximum daily rain calculated after it in can volume retention pool, so with in getting the volume retention pool construction swimming retention Deli's River accommodating while the discharge of water from the river retention Deli's River. Flood planned to accommodate excess water discharge grace river. From the result of 25 year recurrence interval rainfall data processing by using Nakayashu method, thus can be obtained Q_{design} 241,36 m³/sec that will be used to design drainage channel. And then we found kapacity of retention pond is 585792 m³. Retention pond planned obtained the area of retention pond is 200000m² with depthed 3 m.

Keywords :Deli's River, Flood, Retention pond.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Studi Potensi Kolam Retensi Sebagai Pengendalian Banjir Di Sungai Deli Sumatera Utara” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Bapak Ir. H. Hendarmin lubis Dosen Pembimbing I dan Penguji dalam penulisan Tugas Akhir ini yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Hj. Irma Dewi, S.T., M.Si, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Hj. Rumillah Harahap selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji dalam penulisan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Ade Faisal selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Rahmatullah, S.T., M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
6. Bapak dan Ibu staf pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
7. Terimakasih yang teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Dicky Erwanto dan Ibunda tercinta Lenny yang telah bersusah payah mendidik dan membiayai

saya serta memberikan semangat kepada saya serta senantiasa mendoakan saya sehingga penulis dapat menyelesaikan studinya

8. Buat abangnda Eko Agung Wichaksono dan adik adik saya Aura Aulya Ananda dan M. Rio Pilar Wichaksono yang telah memberikan dukungan kepada saya hingga selesainya Tugas Akhir ini.
9. Buat sahabat-sahabat yang saya sayangi: Deni Rahmadi, Ratih Delima Sari, Dini Sarah Zaivina, Dila Syafira Zay, Suci Emi Ardiana, Khaidir Affandi, Pangeran Agung yang telah memberi semangat dan masukan yang sangat berarti bagi saya pribadi.
10. Buat teman-teman teknik sipil khususnya kelas B stambuk 2013 dan seluruh teman-teman yang amat saya cintai yang telah memberikan semangat serta masukan yang sangat berarti bagi saya pribadi.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Wassalammu'alaikum. Wr. wb

Medan, Agustus 2017

Penulis

Brenda Ira Clara

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Pembahasan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Daerah Aliran Sungai	5
2.1.1. Pengertian Daerah Aliran Sungai	5
2.1.2. Pengertian Sungai	5
2.2 Potensi Banjir	6
2.2.1. Pengertian Banjir	6
2.2.2. Daerah Rawan Banjir	7
2.2.3. Tingkat Bahaya Banjir	8
2.2.4. Potensi Banjir Sungai Deli	8
2.3 Kolam Retensi	10
2.3.1. Pengertian Kolam Retensi	10
2.3.2. Fungsi Kolam Retensi	10
2.3.3. Tipe Kolam Retensi	11

2.4 Hidrologi	12
2.4.1. Curah Hujan	12
2.4.2. Distribusi Frekuensi Curah Hujan	15
2.4.3. Uji Distribusi Frekuensi Curah Hujan	20
2.4.4. Hidrograf Satuan Sintetik	21
2.5 Dimensi Kolam Retensi	22
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Bagan Alir Penelitian	24
3.2 Lokasi Penelitian	25
3.3 Metodologi Pengolahan Data	25
3.3 Data Penelitian	26
3.4 Peta Wilayah Lokasi Penelitian	27
BAB 4 ANALISA DATA	28
4.1 Perhitungan Curah Hujan	28
4.2 Analisa Hidrologi	29
4.3 Perhitungan Frekuensi Curah Hujan Kawasan DAS Deli	31
4.4 Perhitungan Koefisien Pengaliran DAS Deli	33
4.5 Perhitungan Frekuensi Curah Hujan Kala Ulang DAS Deli	36
4.5.1. Metode Distribusi Gumbel	37
4.5.2. Metode Distribusi Log Pearson III	38
4.5.3. Metode Distribusi Normal	40
4.5.4. Metode Distribusi Log Normal	42
4.6 Analisa Pemilihan Distribusi Curah Hujan	43
4.6.1. Analisa Frekuensi Curah Hujan	43
4.6.2. Jenis Distribusi	45
4.6.3. Uji Sebaran Smirnov Kolmogorov	46
4.7 Hidrograf Nakayasu Sungai Deli	47
4.5.1. Hidrograf Nakayasu di Hulu	47
4.5.2. Hidrograf Nakayasu di Tengah	52
4.5.3. Hidrograf Nakayasu di Hilir	57
4.8 Analisa Debit Kapasitas Penampang Sungai Deli	62
BAB 5 PENUTUP	

5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Tingkat Bahaya Banjir Menurut Periode Kala Ulang	8
Tabel 2.2: Nilai Variabel Reduksi Gauss	16
Tabel 2.3: Nilai K Untuk Distribusi Log Normal	17
Tabel 2.4: Standart Deviasi Distribusi Gumbel	18
Tabel 2.5: Reduksi Variasi Periode Ulang Gumbel	18
Tabel 2.6: Reduksi Standart Deviasi Distribusi Gumbel	19
Tabel 2.7: Nilai K Untuk Distribusi Log Pearson III	20
Tabel 4.1: Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Belawan	28
Tabel 4.2: Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Biru-biru	29
Tabel 4.3: Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Tuntungan	29
Tabel 4.4: Luas Areal Stasiun Hujan DAS Deli	31
Tabel 4.5: Curah Hujan Harian Maksimum Rata-rata DAS Deli	32
Tabel 4.6: Rangking Hujan dengan metode <i>Polygon Thiessen</i>	32
Tabel 4.7: Zona Penggunaan Lahan DAS Deli	34
Tabel 4.8: Nilai Koefisien Pengaliran di DAS Deli	35
Tabel 4.9: Rangking Curah Hujan Regional	36
Tabel 4.10: Analisis Curah Hujan Rerata Distribusi Gumbel	37
Tabel 4.11: Analisis Curah Hujan Rencana Distribusi Gumbel	37
Tabel 4.12: Analisis Curah Hujan Rerata Distribusi Log Pearson III	38
Tabel 4.13: Analisis Curah Hujan Rencana Distribusi Log Pearson III	39
Tabel 4.14: Analisis Curah Hujan Rerata Distribusi Normal	40
Tabel 4.15: Analisis Curah Hujan Rencana Distribusi Normal	41
Tabel 4.16: Analisis Curah Hujan Rerata Distribusi Log Normal	42
Tabel 4.17: Analisis Curah Hujan Rencana Distribusi Log Normal	42
Tabel 4.18: Analisa Frekuensi Curah Hujan	44
Tabel 4.19: Uji Parameter Statistik	45
Tabel 4.20: Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov	46
Tabel 4.21: Nilai D Kritis Untuk Uji Smirnov Kolmogorov	46
Tabel 4.22: Debit Banjir Rancangan di Hulu	49
Tabel 4.23: Debit Banjir Rancangan di Tengah	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Struktur Koridor Sungai	6
Gambar 2.2: Perkiraan Debit Banjir	9
Gambar 2.3: Siklus Hidrologi	12
Gambar 2.4: Polygen Thiessen pada DAS	13
Gambar 2.5: Peta Isohyet	14
Gambar 3.1: Bagan Alir Penelitian	24
Gambar 3.2: Peta Lokasi Penelitian	27
Gambar 4.1: Polygen Thiessen DAS Deli	31
Gambar 4.2: Peta Rencana Tata Ruang Kota Medan	33
Gambar 4.3: Grafik Hidrograf Nakayasu Bagian Hulu	51
Gambar 4.4: Grafik Hidrograf Nakayasu Bagian Tengah	56
Gambar 4.5: Grafik Hidrograf Bagian Hilir	61
Gambar 4.6: Perkiraan Debit Banjir Untuk Periode Ulang	62
Gambar 4.7: Kurva Hidrograf Nakayasu Bagian Hulu	63
Gambar 4.7: Kurva Hidrograf Nakayasu Bagian Tengah (Q2 dan Q1)	65
Gambar 4.8: Kurva Hidrograf Nakayasu Bagian Tengah (Q3)	67
Gambar 4.9: Kurva Hidrograf Nakayasu Bagian Hilir	69

DAFTAR NOTASI

A	= Luas daerah aliran sungai (km ²)
C	= Koefisien aliran permukaan
Cs	= Koefisien penyimpangan
d	= Tinggi curah hujan rata-rata
G	= Koefisien kemencengan “Skewness”
I	= Intensitas hujan (mm/jam)
K	= Variabl reduksi
L	= Panjang Sungai (m)
Lc	= Panjang antara titik berat DAS dengan outlet (km)
n	= Jumlah data pengamatan
Q	= Debit banjir dengan periode ulang T tahun (m ³ /detik)
r	= Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)
R ₂₄	= Curah hujan maksimum harian selama 24 jam
R _n	= Tinggi hujan di pos pengamatan ke-n
S	= Landai sungai rata-rata
SN	= Frekuensi sumber
S	= Standard deviasi
T _p	= Waktu mulai titi berat hujan sampai debit puncak
T _r	= Lama Curah hujan
T _b	= Waktu dasar hidrograf (jam)
T	= Lamanya hujan (jam)
V	= Kecepatan aliran sungai (m/detik)
X	= Perbandingan waktu periode hidrograf dengan waktu mencapai puncak banjir
Y _t	= Reduced variate sebagai fungsi dari periode ulang T
Y _n	= Reduced mean sebagai fungsi dari banyak data N
S _n	= Reduced standart deviation sebagai fungsi dari banyak data N
DK	= derajat kebebasan
JK	= jumlsh kelas
P	= Faktor keterikatan (untuk pengujian Chi-Square)

- Δ_{max} = Selisih maksimum antara peluang empiris dengan teoritis
- P_e = Peluang empiris
- P_t = Peluang teoritis
- Q_p = Debit puncak banjir (m³/det)
- T_p = Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)
- $T_{0,3}$ = Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak
- T_g = Waktu konsentrasi
- t_r = Satuan waktu hujan, diambil 1 jam.
- α = Parameter hidrograf
- Q_t = Debit pada saat t jam.
- T_f = Luas penampang basah saluran
- T = Tinggi kolam retensi

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Banjir merupakan salah satu fenomena alam yang dapat menimbulkan kerugian yang besar bagi manusia. Banjir dapat terjadi karena luapan air sungai, waduk, danau laut atau badan air lainnya yang menggenangi dataran rendah dan cekungan yang awalnya tidak tergenang. Selain itu banjir juga dapat terjadi apabila air hujan terperangkap dalam suatu cekungan dan menjadi genangan. Banjir dapat terjadi pada setiap kejadian hujan, musim hujan, atau beberapa kali musim hujan. Bencana banjir tidak sepenuhnya disebabkan oleh faktor alam melainkan disebabkan oleh perilaku manusia.

Seiring dengan pertumbuhan penduduk, pembangunan di daerah perkotaan meningkat pesat. Kebutuhan akan pemukiman penduduk juga semakin meningkat. Hal ini menimbulkan perubahan tata guna lahan yang berdampak pada berkurangnya daerah resapan air hujan. Air hujan yang tidak teresap akan melimpas di permukaan. Hal ini akan menyebabkan bertambahnya limpasan permukaan yang akan menyebabkan banjir baik frekuensi maupun besarnya.

Upaya untuk mengatasi banjir telah dilakukan. Namun seiring dengan pesatnya pertumbuhan penduduk dan perkembangan wilayah, ketersediaan fasilitas pengendalian yang ada menjadi tidak mencukupi. Selain itu upaya pengendalian banjir yang dilakukan umumnya masih secara konvensional, yaitu memperbesar dan memperbaiki saluran drainase yang ada sehingga air hujan dapat segera tersalurkan. Padahal konsep drainase konvensional memiliki kekurangan yaitu tidak memberikan kesempatan untuk air meresap ke dalam tanah.

Selama ini konsep drainase konvensional menimbulkan masalah lain yaitu berkurangnya pasokan air tanah karena tidak diresapkan ke tanah. Oleh karena itu diperlukan sistem pengendalian banjir yang berwawasan lingkungan untuk mengoptimalkan resapan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan pembuatan kolam retensi.

Konsep dasar dari kolam retensi adalah menampung volume air ketika debit maksimum di sungai datang, kemudian secara perlahan-lahan mengalirkannya ketika debit di sungai sudah kembali normal. Secara spesifik kolam retensi akan memangkas besarnya puncak banjir yang ada di sungai, sehingga potensi *over topping* yang mengakibatkan kegagalan tanggul dan luapan sungai tereduksi.

Selain fungsi utamanya sebagai pengendali banjir, manfaat lain yang bisa diperoleh dari kolam retensi adalah:

- a. Sebagai sarana pariwisata air
- b. Sebagai konservasi air, karena mampu meningkatkan cadangan air tanah setempat.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Berapakah dimensi penampung di Sungai Deli dan potensi banjir di bagian hulu, tengah dan hilir?
2. Berapakah rencana dimensi kolam retensi di bagian hulu, tengah dan hilir?

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

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

1. Wilayah studi yang digunakan adalah Sungai Deli kota Medan.
2. Data curah hujan yang digunakan dalam perhitungan debit tidak termasuk limbah cair rumah tangga yang masuk ke Sungai Deli.
3. Kala ulang yang digunakan dalam perencanaan adalah kala ulang 10 tahun.
4. Data yang digunakan mencakup, data DAS Sungai Deli, dan data tata guna lahan.
5. Analisis potensi resiko banjir pada DAS Deli yang mencakup Kota Medan.
6. Analisis ini hanya sampai menghitung volume kolam retensi.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui dimensi penampung di Sungai Deli dan potensi banjir di bagian hulu, tengah dan hilir.
2. Untuk mengetahui berapakah dimensi kolam retensi yang telah direncanakan di bagian hulu, tengah dan hilir.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai studi kolam retensi sebagai upaya pengendalian banjir kawasan perkotaan.
2. Memberikan masukan kepada pihak-pihak pengelolaan sistem drainase perkotaan di Kota Medan.

1.6. Sistematika Pembahasan

Untuk merangkum seluruh hasil penelitian ini, maka dalam hal yang menunjukkan sistematika pembahasan yang diperlukan agar memahami keseluruhan penelitian ini. Sistematika yang terdiri dari 5 BAB, yakni sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Merupakan pendahuluan pembahasan dalam penelitian ini. Pada bab ini menunjukkan pembahasa tentang latar belakang masalah sehingga dilakukannya penelitian ini, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan batasan masalah, serta dikemukakan tentang sistematika pembahasan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang teori yang berhubungan tentang penelitian agar dapat memberikan gambar model dan metode analisis yang akan digunakan dengan menganalisa masalah.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang metode yang akan digunakan dan rencana kerja dari penelitian ini dan mendeskripsikan lokasi penelitian yang akan dianalisa.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Menganalisa rencana pengembangan dari segala aspek baik dari segi curah hujan, kebutuhan air, debit andalan dan pola tanam

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan kumpulan dari kesimpulan hasil analisa dan pembahasan penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan juga disertai dengan rekomendasi yang ditunjukkan untuk penelitian selanjutnya atau untuk penerapan hasil penelitian dilapangan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Daerah Aliran Sungai (DAS)

2.1.1. Pengertian DAS

Daerah Aliran Sungai disingkat DAS adalah suatu hamparan wilayah/kawasan yang dibatasi oleh topografi (punggung bukit) yang menerima, mengumpulkan air hujan, sedimen dan unsure hara serta mengalirkannya melalui anak-anak sungai dan keluar pada sungai utama ke laut atau danau.

DAS biasanya dibagi menjadi tiga bagian yaitu daerah hulu, tengah, dan hilir. Fungsi suatu DAS ialah mengalirkan air, menyangga kejadian puncak hujan, melepas air secara bertahap, memelihara kualitas air, dan mengurangi pembuangan massal.

Faktor utama kerusakan DAS ditandai dengan menurunnya kemampuan menyimpannya yang menyebabkan tingginya laju erosi dan debit banjir sungai-sungainya.

Faktor utama penyebab adalah hilang/rusaknya penutupan vegetasi permanen/hutan, penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuannya, dan penerapan teknologi pengelolaan lahan/pengelolaan DAS yang tidak tepat (Sinukaban, 2007).

2.1.2. Pengertian Sungai

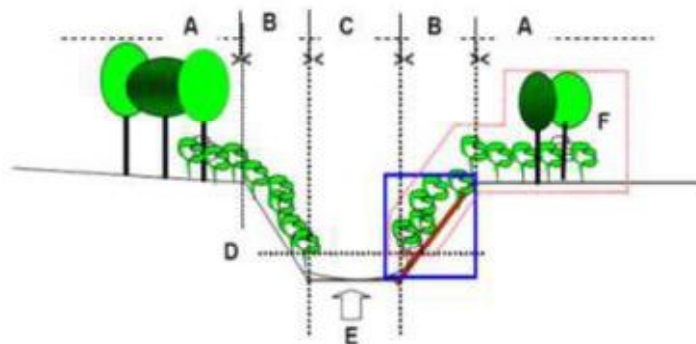
Sungai dapat didefinisikan sebagai saluran di permukaan bumi yang terbentuk secara alamiah yang melalui saluran itu air dari darat mengalir ke laut. Permukaan bumi secara alami mengalami erosi begitu muncul ke permukaan.

Salah satu faktor penting penyebab erosi yang bekerja secara terus menerus untuk mengikis permukaan bumi, hingga sama dengan permukaan laut adalah air. Air adalah benda cair yang senantiasa bergerak ke arah tempat yang lebih rendah yang dipengaruhi oleh gradien sungai dan gaya gravitasi bumi. Menurut

Sandy (1985), dalam pergerakannya air selain melarutkan sesuatu juga mengikis bumi sehingga akhirnya terbentuklah cekungan dimana air tertampung melalui saluran kecil atau besar yang disebut dengan istilah alur sungai.

Suatu kesatuan wilayah tata air yang terbentuk secara alamiah, dimana air akan mengalir melalui sungai dan anak sungai disebut daerah aliran sungai (DAS). Dalam istilah bahasa Inggris disebut *Catchment Area*, *Watershed*, atau *River Basin*.

Menurut Waryono (2001) bahwa struktur sungai pada hakekatnya merupakan bentuk luar penampang badan sungai yang memiliki karakteristik berbeda pada bagian hulu, tengah, dan hilir. Lebih jauh dikemukakan bahwa bagian dari struktur sungai meliputi badan sungai, tanggul sungai dan bantaran sungai. Forman (1986) menggambarkan struktur koridor sungai secara rinci sebagai berikut pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1: Struktur koridor sungai (Forman, 1986).

2.2. Potensi Banjir

2.2.1. Pengertian Banjir

Banjir adalah setiap aliran yang relatif tinggi yang melampaui tanggul sungai sehingga aliran air menyebar ke dataran sungai dan menimbulkan masalah pada manusia (Chow, 1970). Definisi di atas menjelaskan bahwa banjir terjadi apabila kapasitas alir sungai telah terlampaui dan air telah menyebar ke dataran banjir. Banjir adalah jumlah debit air yang melebihi kapasitas pengaliran air tertentu,

ataupun meluapnya aliran air pada palung sungai atau saluran sehingga air melimpah dari kiri kanan tanggul sungai atau saluran (Hasibuan, 2004).

Menurut Kodoatie (2005) dalam kepentingan yang lebih teknis, banjir dapat disebut sebagai genangan air yang terjadi di suatu lokasi yang diakibatkan oleh perubahan tata guna lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS), pembuangan sampah, erosi dan sedimentasi, perencanaan sistem pengendalian banjir yang tidak tepat, curah hujan yang tinggi, pengaruh fisiografi/geofisik sungai, kapasitas sungai dan drainase yang tidak memadai, pengaruh air pasang, penurunan tanah dan *rob* (genangan akibat pasang surut air laut).

2.2.2. Daerah Rawan Banjir

Daerah rawan banjir dapat dikenali berdasarkan karakter wilayah banjir yang dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- 1) limpasan dari tepi sungai,
- 2) wilayah cekungan,
- 3) banjir akibat pasang surut

Menurut Peraturan Menteri PU No. 63/PRT/1993 tentang garis sempadan sungai, daerah manfaat sungai, daerah penguasaan sungai dan bekas sungai, daerah penguasaan sungai adalah dataran banjir, daerah retensi, bantaran atau daerah sempadan seperti gambar 2.7. Elevasi dan debit banjir daerah rawan banjir sekurang-kurangnya ditentukan berdasarkan analisis perioda ulang 50 tahunan. Tingkat resiko di daerah rawan banjir bervariasi tergantung ketinggian permukaan tanah setempat. Dengan menggunakan peta kontur ketinggian permukaan tanah serta melalui analisis hidrologi dan hidrolika dapat ditentukan pembagian dataran banjir menurut tingkat resiko terhadap banjir. Pembagian daerah rawan banjir digunakan sebagai bahan acuan penataan ruang wilayah perkotaan sehingga diketahui resiko banjir yang akan terjadi. Dengan mengikuti pemetaan daerah rawan banjir yang telah diperbaiki maka resiko terjadi bencana atau kerusakan atau kerugian akibat genangan banjir yang diderita oleh masyarakat menjadi minimal.

2.2.3. Tingkat Bahaya Banjir

Banjir terjadi sepanjang sistem sungai dan anak-anak sungainya mampu membanjiri wilayah luas dan mendorong peluapan air di dataran banjirnya (*flood plain*). Dataran banjir merupakan daerah rawan banjir yang dapat diklasifikasi berdasarkan kala ulang banjirnya. Dataran banjir di sekitar bantaran sungai yang masuk dalam daerah genangan pada debit banjir tahunan $Q1$ merupakan daerah rawan banjir sangat tinggi. Tabel 2.1 menjelaskan klasifikasi ini yang akan diadopsi dalam studi ini.

Tabel 2.1: Tingkat bahaya banjir menurut periode kala ulang (Prima, 2015).

Kelas	Kala Ulang Debit Banjir	Tingkat Bahaya Banjir
1	Q50 – Q100	Rendah
2	Q30 – Q50	Sedang
3	Q10 – Q30	Tinggi
4	Q1 – Q10	Sangat Tinggi

2.2.4. Potensi Banjir Sungai Deli

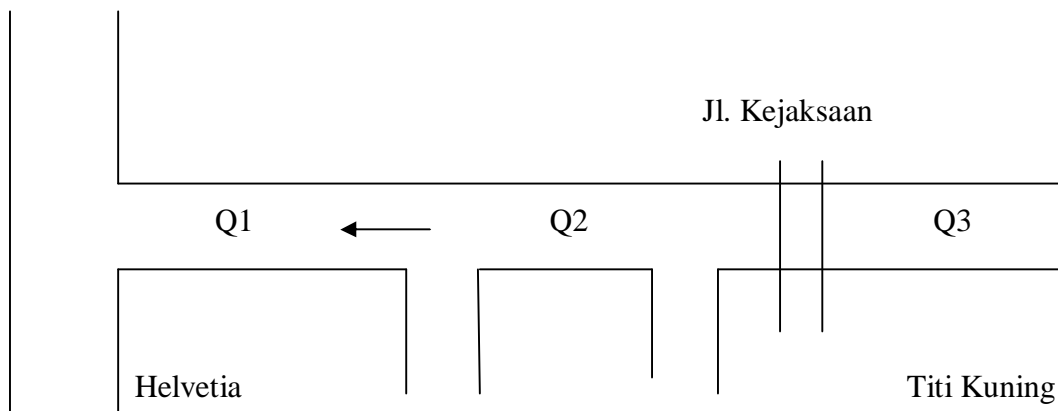
Sungai Deli membelah Kota Medan dari arah selatan ke utara dengan total *watershed* 476 km². Dari total luas *watershed* tersebut, diantaranya telah dan sedang berubah menjadi wilayah terbangun/perkotaan. Wilayah tersebut terdiri dari *catchment area* sungai Deli bagian *downstream*, Sungai sikambing, Sungai Babura, dan sisi kiri kanan Sungai Deli hingga ke Deli Tua/Namorambe. *Catchment area* selebihnya terhitung dari Delitua/Namorambe hingga Sembaha/Sibolangit/Gunung Sibayak merupakan lahan pertanian, kebun campuran dan hutan tanaman industri dan hutan alam. Berdasarkan pengamatan kejadian-kejadian banjir di Kota Medan maka ancaman banjir paling ekstrem ialah apabila banjir Sungai Deli terjadi bersamaan dengan hujan di atas Kota Medan (*urban storm water*).

Sesuai dengan kondisi topografi Kota Medan maka sistem saluran drainase Kota Medan jarang yang bermuara ke Sungai Belawan sehingga banjir Sungai Belawan tidak terlalu banyak mempengaruhi sistem drainase Kota Medan.

Demikian juga banjir Sungai Percut sudah tidak menjadi ancaman karena telah selesai dinormalisasi hingga ke muara yakni untuk debit banjir periode ulang 30 tahun, termasuk menampung pengalihan debit Sungai Deli melalui *Floodway*.

Drainase primer Sungai Sikambing juga sudah selesai dinormalisasi ialah pada bagian *downstream* yakni JL. Kejaksaan hingga muara Belawan yakni untuk debit banjir periode ulang 25 tahun. Sementara itu, penampang Sungai Deli antara titi kuning (*Floodway*) dan JL. Kejaksaan masih rawan banjir karena belum dinormalisasi.

Kapasitas penampang Sungai Deli pada bagian ini masih rendah yakni hanya mampu menampung debit banjir periode ulang yaitu sebesar 160 m³/det (Ginting, 2012). Perkiraan debit banjir Sungai Deli pada beberapa ruas (*section*) untuk berbagai periode ulang menurut hasil analisis yang dilaporkan pada study JICA (1992) adalah seperti diperlihatkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2: Perkiraan debit banjir untuk periode ulang (JICA, 1992).

2.3. Kolam Retensi

2.3.1. Pengertian kolam retensi

Kolam retensi adalah suatu bak atau kolam yang dapat menampung atau meresapkan air sementara yang terdapat di dalamnya. Kolam retensi dibagi menjadi 2 macam tergantung dari bahan pelapis dinding dan dasar kolam, yaitu kolam alami dan kolam buatan.

Kolam alami adalah kolam retensi berbentuk cekungan atau bak resapan yang sudah terbentuk secara alami dan dapat dimanfaatkan baik pada kondisi aslinya atau dilakukan penyesuaian.

Kolam buatan atau kolam non alami adalah kolam retensi yang dibuat sengaja didesain dengan bentuk dan kapasitas tertentu pada lokasi yang telah direncanakan sebelumnya dengan lapisan material yang kaku, seperti beton.

Untuk merencanakan pembangunan kolam retensi diperlukan analisis hidrologi untuk menentukan besarnya debit banjir rencana akan berpengaruh terhadap besarnya debit maksimum maupun kestabilan konstruksi yang akan dibangun.

Kemudian diperlukan data curah hujan untuk rancangan pemanfaatan air dan rancangan bangunan air adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu (Sosrodarsono, 1993). Selain data tersebut, debit air kotor juga perlu direncanakan untuk memastikan jumlah air yang masuk ke dalam kolam retensi yang akan dibangun. Pada perencanaan curah hujan pada suatu titik tertentu (Sosrodarsono, 1993).

2.3.2. Fungsi kolam retensi

Kolam retensi berfungsi untuk menyimpan dan menampung air sementara dari saluran pembuangan sebelum dialirkan ke sungai sehingga puncak banjir dapat dikurangi. Tingkat pengurangan banjir tergantung pada karakteristik hidrograf banjir, volume kolam dan dinamika beberapa bangunan outlet. Wilayah yang digunakan untuk pembuatan kolam penampungan biasanya di daerah yang rendah. Dengan perencanaan dan pelaksanaan tata guna lahan yang baik, kolam

retensi dapat digunakan sebagai penampungan air hujan sementara dan penyalur atau distribusi air.

2.3.3. Tipe-Tipe Kolam Retensi

a. 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.

b. Kolam retensi 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.

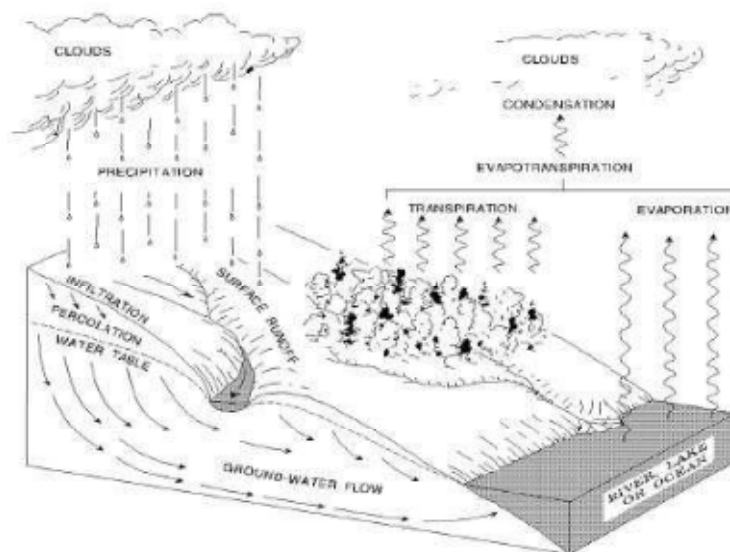
c. Kolam retensi tipe storage memanjang

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.

2.4. Hidrologi

Air di bumi ini mengulangi terus menerus sirkulasi–penguapan, presipitasi dan pengaliran keluar (*outflow*). Air menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut, berubah menjadi awan sesudah melalui beberapa proses dan kemudian jatuh sebagai hujan atau salju ke permukaan laut atau daratan. Sebelum tiba ke permukaan bumi sebagian langsung menguap ke udara dan sebagian tiba ke permukaan bumi. Tidak semua bagian hujan yang jatuh ke permukaan bumi mencapai permukaan tanah. Sebagian akan tertahan oleh tumbuh-tumbuhan di mana sebagian akan menguap dan sebagian lagi akan jatuh atau mengalir melalui dahan-dahan ke permukaan tanah. Siklus hidrologi dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3: Siklus hidrologi (Syifa, 2015).

2.4.1. Curah Hujan

Data curah hujan yang tercatat diproses berdasarkan areal yang mendapatkan hujan sehingga didapat tinggi curah hujan rata-rata dan kemudian diramalkan besarnya curah hujan pada periode tertentu. Berikut dijabarkan tentang cara menentukan tinggi curah hujan areal. Dengan melakukan penakaran atau

pencatatan hujan, kita hanya mendapat curah hujan di suatu titik tertentu (*point rainfall*). Jika di dalam suatu areal terdapat beberapa alat penakar atau pencatat curah hujan, maka dapat diambil nilai rata-rata untuk mendapatkan nilai curah hujan areal.

Ada 3 macam cara yang berbeda dalam menentukan tinggi curah hujan rata-rata pada areal tertentu dari angka-angka curah hujan di beberapa titik pos penakar atau pencatat.

1. Rata-rata aljabar

Tinggi rata-rata curah hujan didapatkan dengan mengambil nilai rata-rata hitung (*arithmetic mean*) pengukuran hujan di pos penakar-penakar hujan di dalam areal studi.

$$d = \frac{d_1+d_2+d_3+\dots+d_n}{n} = \sum_{i=1}^n di/n \quad (2.1)$$

dimana:

d = tinggi curah hujan rata-rata

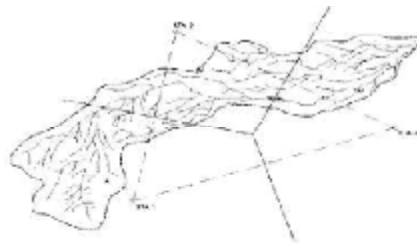
d₁, d₂ . . . d_n = tinggi curah hujan pada pos penakar 1, 2, . . . , n

n = banyak pos penakaran.

Cara ini akan memberikan hasil yang dapat dipercaya jika pos-pos penakarnya ditempatkan secara merata di areal tersebut, dan hasil penakaran masing-masing pos penakar tidak menyimpang jauh dari nilai rata-rata seluruh pos di seluruh areal.

2. Cara Poligon Thiessen

Cara ini berdasarkan rata-rata timbang (*weighted average*). Masing-masing penakar mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung di antara dua buah pos penakar. Gambar 2.4 menunjukkan contoh posisi stasiun 1, 2, dan 3 dari skema poligon Thiessen dalam DAS.



Gambar 2.4: Poligon thiessen pada DAS (Syifa, 2015).

Curah hujan pada suatu daerah dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$d = \frac{A_1.d_1 + A_2.d_2 + \dots + A_n.d_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.2)$$

$$d = \frac{A_1.d_1 + A_2.d_2 + \dots + A_n.d_n}{A} \quad (2.3)$$

dimana:

d = tinggi curah hujan rerata daerah (mm)

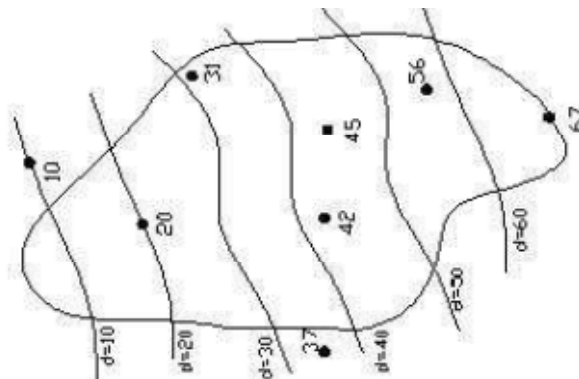
d_n = hujan pada pos penakar hujan (mm)

A_n = luas daerah pengaruh pos penakar hujan (km²)

A = luas total DAS (km²)

3. Cara isohyet

Dalam hal ini kita harus menggambarkan dulu kontur dengan tinggi curah hujan yang sama (*isohyet*), seperti terlihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5: Peta isohyet (Syifa, 2015).

Kemudian luas bagian di antara isohyet-isohyet yang berdekatan diukur, dan nilai rata-ratanya dihitung sebagai berikut:

$$d = \frac{\frac{d_0+d_1}{2} A + \frac{d_1+d_2}{2} A + \dots + \frac{d_{n-1}+d_n}{2} A}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.4)$$

$$d = \frac{\sum \frac{d_{i-1}+d_i}{2} A_i}{\sum A_i} \quad (2.5)$$

dimana:

d = tinggi curah hujan rata-rata areal

A = luas areal total = $A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n$

d_0, d_1, \dots, d_n = curah hujan pada isohyet 0, 1, 2, ..., n.

Ini adalah cara yang paling teliti untuk mendapatkan hujan areal rata-rata, tetapi memerlukan jaringan pos penakar yang relatif lebih padat yang memungkinkan untuk membuat isohyet. Pada waktu menggambar garis-garis isohyet sebaiknya juga memperhatikan pengaruh bukit atau gunung terhadap distribusi hujan.

2.4.2. Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Untuk menganalisis probabilitas curah hujan biasanya dipakai beberapa macam distribusi yaitu:

- A. Distribusi Normal
- B. Log Normal
- C. Gumbel
- D. Log Pearson Type III

A. Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut pula distribusi Gauss. Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode distribusi Normal, dengan persamaan sebagai berikut:

$$X_t = X + K_t S \quad (2.6)$$

Dimana:

X_t : perkiraan nilai yang diharapkan akan terjadi dengan periode ulang T tahunan

X : harga rata-rata dari hitung sampel

K_t : faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau yang digunakan periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

S : Standard Deviasi = $\sqrt{(\sum_i^n X_i^2 - \sum_i^n X_i) : (n - 1)}$

Faktor frekuensi (Kt), merupakan fungsi dari peluang atau yang digunakan periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang yang nilainya akan dijabarkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2: Nilai variabel reduksi Gauss (Prima, 2015).

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	1,000,000	0,001	3,09

B. Distribusi Log Normal

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan Metode Distribusi Log Normal, dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + K \cdot S_x \text{ Log } X \quad (2.7)$$

Dimana:

Log X_t : Variate yang diekstrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rancangan untuk periode ulang T tahun.

$$\text{Log } X : \text{ harga rata-rata dari data} = \frac{\sum_i^n \log(X_i)}{n}$$

$$S_x \text{Log } x : \text{ standard deviasi} = \frac{\sqrt{(\sum_i^n (\log X_i)^2 - \log \sum_i^n X_i)}}{n-1}$$

K : variabel reduksi

Nilai variabel reduksi untuk Distribusi Log Normal akan dijelaskan sebagai berikut pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3: Nilai K untuk Distribusi Log Normal (Syifa, 2015).

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	1,000,000	0,001	3,09

C. Distribusi Gumbel

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan Metode Gumbel, dengan persamaan sebagai berikut:

$$X_T = X + K.S_x \quad (2.8)$$

Dimana:

X_T : Variate yang diekstrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T (tahun).

X : Harga rata-rata dari data = $(\sum_i^n X_i) / n$

S_x : Standard deviasi = $\sqrt{(\sum_i^n X_i^2 - \sum_i^n X_i) : 2}$

K : Variabel reduksi

Untuk menghitung variabel reduksi Gumbel mengambil harga:

$$K = (Y_t - Y_n) : S_n \quad (2.9)$$

Dimana:

Y_T : Reduced variate sebagai fungsi dari periode ulang T

Y_n : Reduced mean sebagai fungsi dari banyak data (N)

S_n : Reduced standard deviation sebagai fungsi dari banyak data N

Dari distribusi Gumber, nilai Y_n , nilai Y_T dan nilai S_n akan dijabarkan pada Tabel 2.4, Tabel 2.5, dan Tabel 2.6.

Tabel 2.4: Standar deviasi (Y_n) untuk Distribusi Gumbel (Prima, 2015).

No	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	0.5396	0.5403	0.5410	0.5418	0.5424	0.5346
40	0.5436	0.5442	0.5448	0.5453	0.5458	0.5463	0.5468	0.5473	0.5477	0.5481
50	0.5486	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	0.5510	0.5611

Tabel 2.5: Reduksi Variat (Y_{TR}) sebagai fungsi periode ulang Gumbel (Prima, 2015).

Periode Ulang, TR	Reduced Variate, Y_{TR}	Periode Ulang, TR	Reduced Variate, Y_{TR}
(Tahun)	(Tahun)	(Tahun)	(Tahun)
2	0.3668	100	4.6012
5	1.5004	200	5.2969
10	2.251	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

Tabel 2.6: Reduksi standard deviasi (S_n) untuk Distribusi Gumbel (Prima, 2015).

No	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.94	0.96	0.99	0.99	1.00	1.020	1.03	1.04	1.049	1.056
20	1.06	1.06	1.07	1.08	1.08	1.091	1.09	1.10	1.104	1.108
30	1.11	1.11	1.11	1.12	1.12	1.128	1.13	1.13	1.136	1.138
40	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.151	1.15	1.15	1.157	1.159
50	1.10	1.16	1.16	1.16	1.16	1.168	1.16	1.17	1.172	1.173
60	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.180	1.18	1.18	1.183	1.184
70	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.189	1.19	1.19	1.192	1.193
80	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.197	1.19	1.19	1.199	1.200
90	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.203	1.20	1.20	1.205	1.206
10	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.208	1.20	1.20	1.209	1.209

D. Distribusi Log Person III

Metode ini telah mengembangkan serangkaian fungsi probabilitas yang dapat dipakai untuk hampir semua distribusi probabilitas empiris. Tiga parameter penting dalam Metode Log Pearson Tipe III, yaitu:

1. Harga rata-rata (R)
2. Simpangan baku (S)
3. Koefisien kemencengan (G)

$$R = \text{Log } R \quad (2.10)$$

$$\text{Log } R = (\sum_{i=1}^n \log R) / 2 \quad (2.11)$$

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\log Ri - \log R)^2 : (n - 1)} \quad (2.12)$$

$$G = n \cdot \sum_{i=1}^n (\log Xi - \log X)^3 / (n - 1)(n - 2) \cdot Si^3 \quad (2.13)$$

$$\text{Log } Rt = \text{Log } R + Ks \quad (2.14)$$

Dimana:

R : Curah hujan rencana (mm),

G : Koefisien kemencengan,

S : Simpangan baku dan

K : Variabel standar untuk R yang besarnya tergantung dari nilai G

Pada distribusi Log Pearson III diketahui nilai variabel standar (K) yang akan dijabarkan pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7: Nilai K untuk Distribusi Log Pearson (Prima, 2015).

Kemencengan (Cs)	Periode Ulang Tahun							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652	6,600
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,660
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	5,390
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8	-0,132	0,780	1,336	2,998	2,453	2,891	3,312	4,250
0,7	-0,116	0,790	1,333	2,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0,6	-0,099	0,800	1,328	2,939	2,359	2,755	3,132	3,960
0,5	-0,083	0,808	1,323	2,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-0,066	0,816	1,317	2,880	2,261	2,615	2,949	3,670
0,3	-0,050	0,824	1,309	2,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,2	-0,033	0,830	1,301	2,818	2,159	2,472	2,763	3,380
0,1	-0,017	0,836	1,292	2,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0,0	0,000	0,842	1,282	2,751	2,054	2,326	2,576	3,090
-0,1	0,017	0,836	1,270	2,761	2,000	2,252	2,482	3,950
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,488	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,465
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,200	1,216	1,280
-1,8	0,282	0,799	0,945	0,035	1,069	1,089	1,097	1,130
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	1,995	1,000
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907	0,910
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800	0,802
-3,0	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

2.4.3. Uji Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Untuk mengetahui apakah data tersebut benar sesuai dengan jenis sebaran teoritis yang dipilih maka perlu dilakukan pengujian lebih lanjut. Untuk keperluan analisis uji kesesuaian dipakai dua metode statistik sebagai berikut:

1. Uji Chi Kuadrat

Uji Chi Kuadrat digunakan untuk menguji apakah distribusi pengamatan dapat disamai dengan baik oleh distribusi teoritis. Perhitungannya dengan menggunakan persamaan berikut:

$$X^2 \text{ hit} = \sum_{i=1}^k (EF - OF)^2 : EF$$

di mana $k = 1 + 3,22 \text{ Log } n$, OF = nilai yang diamati, dan EF = nilai yang diharapkan.

Agar distribusi frekuensi yang dipilih dapat diterima, maka harga X^2 hitung < X^2 Cr. Harga X^2 Cr dapat diperoleh dengan menentukan taraf signifikan α dengan derajat kebebasan. Batas kritis X^2 tergantung pada derajat kebebasan dan α . Untuk kasus ini derajat kebebasan mempunyai nilai yang didapat dari perhitungan sebagai berikut:

$$DK = JK - (P + 1) \quad (2.15)$$

di mana DK = derajat kebebasan, JK = jumlah kelas, dan P = faktor keterikatan (untuk pengujian *Chi-Square* mempunyai keterikatan 2).

2. Uji Smirnov Kolmogorof

Tahap-tahap pengujian Smirnov Kolmogorof adalah sebagai berikut:

- a. Plot data dengan peluang agihan empiris pada kertas probabilitas, dengan menggunakan persamaan Weibull:

$$P = \frac{m}{(n+1)} \cdot 100\% \quad (2.16)$$

Dimana m = nomor urut dari kecil ke besar dan n = banyaknya data

- b. Tarik garis dengan mengikuti persamaan:

$$\text{Loh } X_t = \log X + G.Sd \quad (2.17)$$

Dari grafik plotting diperoleh perbedaan-perbedaan maksimum antara distribusi teoritis dan empiris:

$$\Delta_{\max} = P_e - P_t \quad (2.18)$$

Dimana Δ_{\max} = selisih maksimum antara peluang empiris dengan teoritis, P_e = peluang empiris, dan P_t = peluang teoritis.

- c. Taraf signifikan diambil 5% dari jumlah data (n), didapat Δ_{Cr} dari tabel.

Dari tabel Uji Smirnov Kolmogorof, bila $\Delta_{\max} < \Delta_{Cr}$, maka data dapat diterima.

2.4.4. Hidrograf Satuan Sintetik

Di daerah di mana data hidrologi tidak tersedia untuk menurunkan hidrograf satuan, maka dibuat hidrograf satuan sintetik yang didasarkan pada karakteristik fisik dari DAS.

1. Hidrograf Satuan Nakayasu

Perhitungan debit banjir rancangan menggunakan metode Nakayasu. Persamaan umum Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu adalah sebagai berikut:

$$Q_p = \frac{C \cdot A \cdot R_0}{3,6 (0,3 T_p + T_{0,3})} \quad (2.19)$$

$$T_p = t_g + 0,8 t_r \quad (2.20)$$

$$T_g = 0,21 \cdot L^{0,7} \quad (L < 15 \text{ Km}) \quad (2.21)$$

$$T_g = 0,4 + 0,058 \cdot L \quad (L > 15 \text{ Km}) \quad (2.22)$$

$$T_{0,3} = \alpha \cdot t_g \quad (2.23)$$

$$Q_1 = \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2,4} \cdot Q_p \quad (2.24)$$

di mana Q_p = debit puncak banjir (m³/det), C = koefisien pengaliran, R_0 = hujan satuan (mm), A = luas DAS (km²), T_p = tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam), $T_{0,3}$ = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak, t_g = waktu konsentrasi (jam), t_r = satuan waktu hujan, diambil 1 jam, α = parameter hidrograf, bernilai antara 1.5 – 3.5, Q_t = debit pada saat t jam (m³/det), dan L = panjang sungai (m).

Persamaan-persamaan yang digunakan dalam hidrograf nakayasu adalah:

- Pada kurva naik, $0 < t < T_p$, maka $Q_t = \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2,4} \cdot Q_p$
- Pada kurva turun, $T_p < t < (T_p + T_{0,3})$, maka $Q_t = Q_p \cdot 0,3^{(t-t_p)/T_{0,3}}$,
untuk $(T_p + T_{0,3}) < t < (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$, maka $Q_1 = Q_p \cdot 0,3^{\frac{t-T_p+0,5T_{0,3}}{1,5t_{0,3}}}$, dan untuk $t > (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$ maka $Q_1 = Q_p \cdot 0,3^{\frac{t-T_p+0,5T_{0,3}}{2t_{0,3}}}$

Dimana Q_1 = debit pada saat t jam (m³/det)

2.5. Dimensi Kolam Retensi

Kolam retensi yaitu kolam penampungan sementara air hujan dan limbah rumah tangga sebelum dialirkan ke saluran pembuang atau ke sungai. Dimensi kolam retensi dapat dihitung berdasarkan debit saluran utama yang dihitung sebelumnya.

Volume Kolam = Q total (m³/det) x t_f (detik)

$$\text{Volume kolam} = \frac{\text{luas area bagian atas} + \text{luas bagian bawah}}{2} \times T$$

$$Q \text{ total (m}^3/\text{det)} \times t_f(\text{detik}) = \frac{\text{luas area bagian atas} + \text{luas bagian bawah}}{2} \times T$$

$$T = \frac{Q \text{ total } \left(\frac{\text{ms}}{\text{det}}\right) \cdot t_f (\text{detik})}{\frac{\text{luas area bagian atas} + \text{luas bagian bawah}}{2}} (\text{m}) \quad (2.25)$$

Dimana:

Tf= Luas penampang Basah saluran

T = Tinggi Kolam Retensi

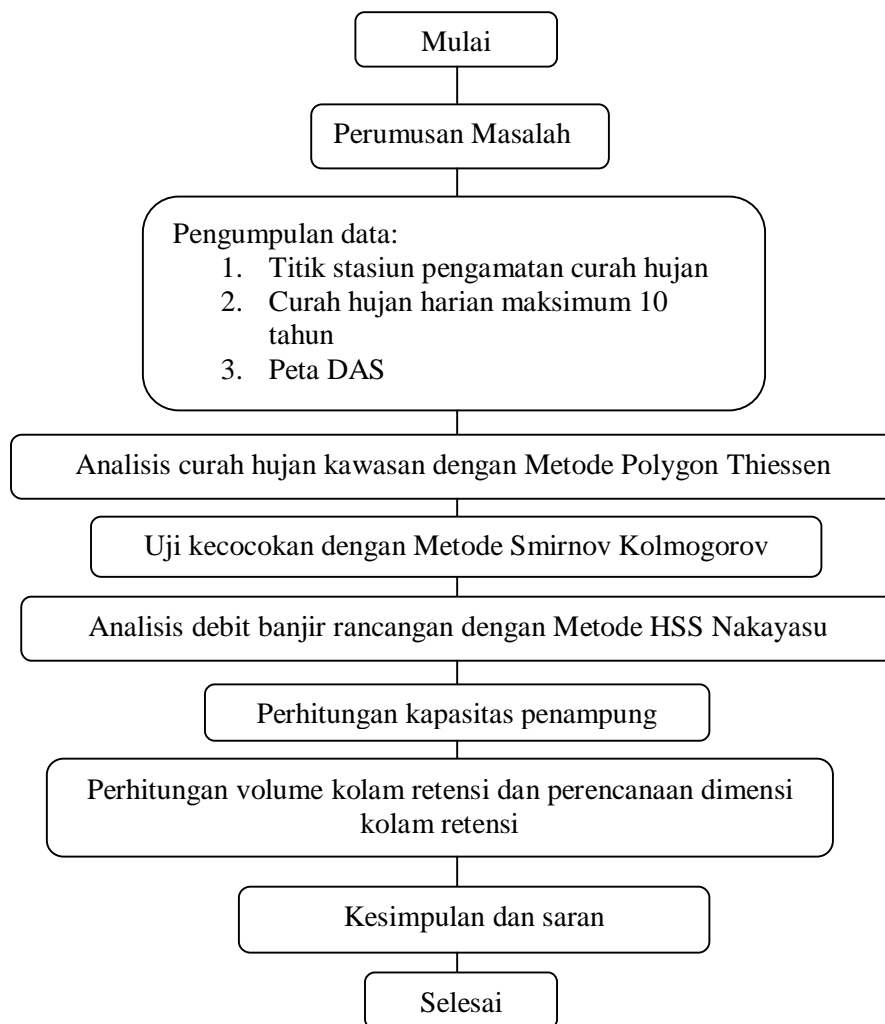
Qtotal = Total debit air

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Bagan Alir Penelitian

Langkah-langkah dalam analisa pada tugas akhir ini dilakukan dengan beberapa tahapan, seperti tujuan dari penelitian serta metode yang digunakan dalam menganalis. Langkah-langkah perencanaan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian tugas akhir.

3.2. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada pada wilayah Daerah Aliran Sungai yaitu DAS Deli tepatnya pada sungai-sungai yang melewati Kota Medan yaitu Sungai Deli pada DAS Deli (Gambar 3.1). Secara administrasi sebagian besar kedua wilayah DAS tersebut berada di kabupaten Deli Serdang dan Kota Medan. Sungai Deli merupakan salah satu induk sungai pada Satuan Wilayah Sungai (SWS) Belawan/Belumai Ular dengan 5 (lima) anak sungai. Panjang sungai sekitar 73 Km dengan luas basin 476 Km². Sungai Deli beserta anak dan ranting sungainya mengalir dari Kabupaten Karo, Kabupaten Deli Serdang dan melintasi Kota Medan sebelum bermuara ke Selat Malaka. Bagian hulu sungai pada umumnya berada di Kabupaten Karo dan Kabupaten Deli Serdang, sedangkan bagian tengah dan hilir berada di Kota Medan. DAS (Daerah Aliran Sungai) Deli merupakan Daerah Aliran Sungai di Provinsi Sumatera Utara dengan luas 47,298.01 Ha. Daerah Aliran Sungai Deli terbentang antara 3° 13' 35,50" s/d 3° 47' 06,05" garis Lintang Utara dan meridian 98° 29' 22,52" s/d 98° 42' 51,23" Bujur Timur. Secara administrasi DAS Deli berada pada 3 (tiga) Kabupaten yaitu Kabupaten Karo seluas 1,417.65 Ha (3 %), Kabupaten Deli Serdang seluas 29,115.20 Ha (61.56 %) dan Kota Medan seluas 16,765.16 ha (35.45 %).

Adapun Batas DAS Deli adalah:

Sebelah Utara : Daerah Aliran Sungai Belawan

Sebelah Selatan : Daerah Aliran Sungai Wampu

Sebelah Barat : Daerah Aliran Sungai Belawan

Sebelah Timur : Daerah Aliran Sungai Batang Kuis

3.3 Metode Pengolahan Data

Metodologi pengolahan data dilakukan dengan pengumpulan data-data seperti data curah hujan harian maksimum dari 3 stasiun pengamatan curah hujan setiap DAS yaitu stasiun Belawan, stasiun Biru-biru, dan stasiun Tuntungan untuk DAS Deli.

Analisa curah hujan kawasan/areal yang digunakan dalam perhitungan pada tugas akhir ini hanya menggunakan metode *Polygon Thiessen*, mengingat posisi

stasiun penakar curah hujan yang membentuk sebuah polygon dan akan memberikan hasil yang lebih teliti dari pada cara aljabar (aritmatik) dan metode isohyet. Dengan menghitung luas DAS masing-masing areal yang dipengaruhi oleh 3 stasiun penakar curah hujan pada satu DAS maka didapat curah hujan rata-rata dan curah hujan kawasan pada DAS Deli.

Untuk menganalisa frekuensi curah hujan periodik digunakan Metode Distribusi Log Pearson III, Gumbel, Normal dan Log Normal. Dalam penelitian ini dihitung curah hujan rancangan dengan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun. Kemudian data tersebut akan digunakan untuk menghitung debit banjir rancangan kala ulang dengan Metode Nakayasu.

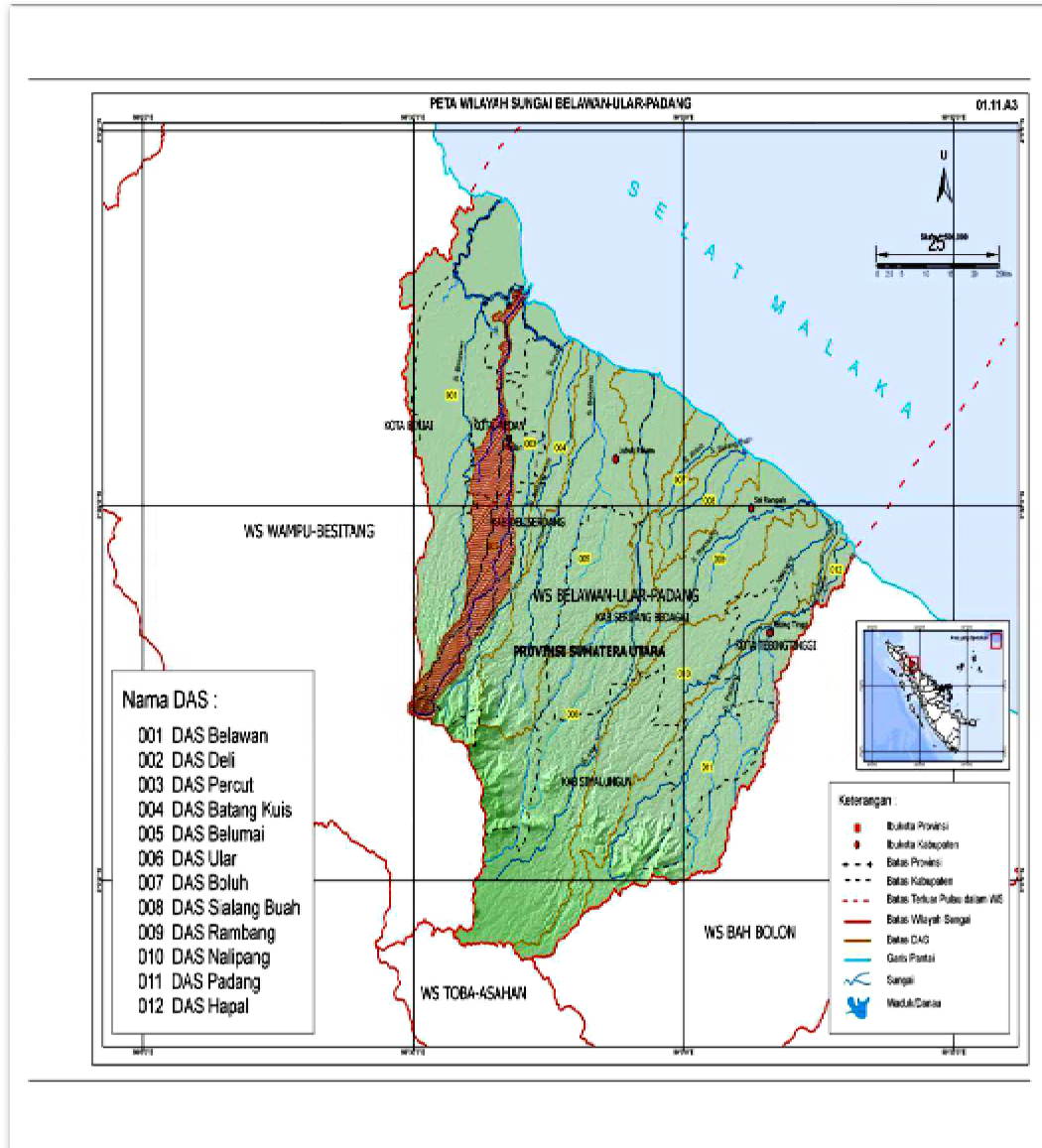
3.4. Data Penelitian

Data Sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi-instansi yang terkait dalam penelitian ini. Adapun data sekunder dalam penelitian ini adalah:

- Data curah hujan harian maksimum 10 tahun di DAS Deli, tahun 2006-2015 yang diperoleh dari Badan Metereologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Sampali Medan.
- Peta digital DAS Deli diperoleh dari BPDAS Sei Wampu Ular tahun 2012.
- Peta digital Kota Medan dan tata guna lahan diperoleh dari BAPPEDA PROVSU 2010.

3.4. Peta Wilayah Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian kolam retensi di sungai Deli seperti pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2: Peta wilayah sungai Belawan-Ular-Padang (BPDAS Sei Wampu Ular, 2012).

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan Curah Hujan

Data-data tercatat baik dari daerah pengaliran maupun dari daerah sekitarnya sangat perludalam berbagai bidang perencanaan, antara lain seperti untuk bahan analisa dan perhitungan-perhitungan debit banjir rencana untuk menentukan kapasitas bangunan pelimpah, perhitungan tinggi tanggul dan dimensi saluran.

Dalam tugas akhir ini stasiun pengamat hujan diusahakan diperoleh dari pos/stasiun hidrologi yang terdekat terhadap wilayah proyek serta mempunyai data-data pencatatan yang lengkap. Untuk itu pengambilan data curah hujan diperoleh dari:

- Ø Stasiun Belawan
- Ø Stasiun Biru-biru
- Ø Stasiun Tuntungan

Data curah hujan harian maksimum Stasiun Belawan, Stasiun Biru-Biru dan Stasiun Tuntungan dapat dilihat pada Tabel 4.1, Tabel 4.2 dan Tabel 4.3.

Tabel 4.1: Data curah hujan harian maksimum Stasiun Belawan (BMKG).

Thn	Jan	Fe	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Okt	Nov	Des	Max
2006	66	20	60	84	56	97	90	115	118	88	47	196	196
2007	50	51	31	35	84	40	58	63	100	98	103	79	103
2008	17	9	95	22	38	101	115	57	94	95	109	88	115
2009	74	34	0	30	68	48	72	92	87	57	96	36	96
2010	84	18	35	83	49	153	117	125	147	120	132	158	158
2011	102	8	147	119	131	139	132	166	185	156	141	83	185
2012	115	71	162	72	115	38	93	90	97	152	172	107	172
2013	66	35	98	95	95	87	117	125	97	75	95	103	125
2014	89	45	75	76	117	97	105	118	81	92	120	115	120
2015	90	12	55	55	95	98	98	97	125	132	90	88	132

Tabel 4.2: Data curah hujan harian maksimum Stasiun Biru-biru (BMKG).

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Max
2006	129	18	20	40	48	40	84	148	50	64	78	61	148
2007	62	52	35	70	70	52	63	48	61	101	33	58	101
2008	108	38	45	55	94	26	33	60	93	83	64	100	108
2009	67	38	38	59	54	16	0	64	12	100	42	51	100
2010	100	17	64	48	73	24	75	29	62	54	29	29	100
2011	73	26	62	82	83	62	17	41	51	62	65	63	83
2012	0	42	43	50	74	35	111	106	61	47	53	42	111
2013	108	46	53	42	35	50	44	65	104	80	25	72	108
2014	30	24	62	65	55	55	25	72	39	143	21	43	143
2015	78	52	36	48	122	29	27	31	41	39	75	98	122

Tabel 4.3: Data curah hujan harian maksimum Stasiun Tuntungan (BMKG).

Thn	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Max
2006	29	159	38	56	56	118	49	38	64	89	97	84	159
2007	36	40	13	31	60	33	45	46	60	219	113	113	219
2008	65	39	42	66	51	46	33	52	83	62	57	54	83
2009	39	62	52	38	69	66	25	25	72	86	87	71	87
2010	78	15	106	25	30	49	32	65	65	50	94	57	106
2011	99	16	128	27	65	80	36	75	78	72	58	58	128
2012	25	26	57	66	51	30	104	64	55	47	46	93	104
2013	69	40	79	54	100	67	50	76	80	140	38	90	140
2014	22	35	51	71	62	51	56	41	81	89	65	33	89
2015	22	23	36	14	162	32	40	65	65	147	109	169	169

4.2 Analisa Hidrologi

Dengan melakukan penakaran curah hujan, kita hanya mendapatkan data curah hujan di suatu titik tertentu (*point rainfall*). Jika dalam suatu areal terdapat beberapa alat penakar curah hujan atau pencatat curah hujan, maka dapat diambil nilai rata-rata untuk mendapatkan nilai curah hujan areal.

Salah satu cara untuk mendapatkan nilai curah hujan areal adalah dengan cara *Polygon Thiessen*. Cara ini diperoleh dengan membuat poligon yang memotong tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung dua stasiun hujan. Dengan demikian tiap stasiun penakar R_n akan terletak pada suatu poligon tertentu A_n . Dengan menghitung perbandingan luas untuk setiap stasiun yang besarnya = A_n/A_i dimana A adalah luas daerah penampungan atau jumlah luas seluruh areal yang dicari tinggi curah hujannya. Curah hujan rata-rata diperoleh dengan cara menjumlahkan masing-masing penakar yang mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar. Cara perhitungannya adalah:

$$R = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + A_3R_3}{A} = \sum_i^n A_iR_i$$

Dimana:

R_i = Curah hujan maksimum tiap stasiun (mm)

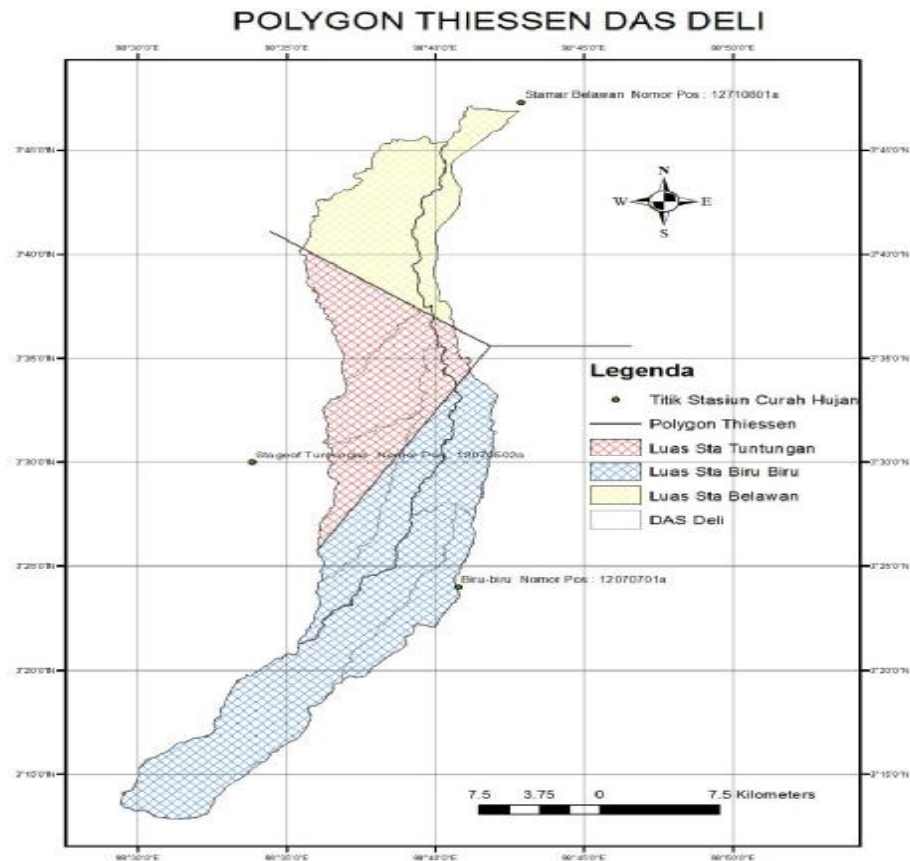
A_i = Luas area stasiun (Km^2)

A = Total luas area stasiun (Km^2)

Untuk sungai Deli, perhitungan curah hujan areal menggunakan Metode Poligon Thiessen. Hal ini dikarenakan areal Sungai Deli yang cukup luas.

4.3 Perhitungan Curah Hujan Kawasan DAS Deli

Perhitungan data curah hujan kawasan bertujuan untuk mengetahui curah hujan yang terjadi Daerah Aliran Sungai Deli yang dimulai dari hulu sampai hilir yang dijelaskan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1: Polygon Thiessen DAS Deli.

Dari perhitungan luas area dengan menggunakan metode *Polygon Thiessen* yang dibagi menjadi 3 daerah diatas dapat dijelaskan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4: Luas areal pengaruh stasiun hujan DAS Deli.

No.	Nama Stasiun Penakar Curah Hujan	Luas Areal (Km ²)
1.	Stasiun Belawan	102,1126667
2.	Stasiun Biru-Biru	253,9926667
3.	Stasiun Tuntungan	120,3926667
	Luas Total	476,498

Curah hujan harian maksimum rata-rata DAS Sungai Deli dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5: Curah hujan harian maksimum rata-rata Sungai Deli.

No.	Tahun	Belawan	Biru-Biru	Tuntungan	RH maks rata
1.	2006	42,002	78,890	40,173	161,065
2.	2007	22,073	53,837	55,332	131,242
3.	2008	24,644	57,568	20,971	103,183
4.	2009	20,572	53,304	21,981	95,857
5.	2010	33,860	53,304	26,782	113,946
6.	2011	39,645	44,242	32,340	116,227
7.	2012	36,860	59,167	26,277	122,304
8.	2013	26,787	57,568	35,373	119,728
9.	2014	25,715	76,224	22,487	124,426
10	20015	28,287	65,031	42,700	136,018

Rangking curah hujan harian maksimum rata-rata Sungai Deli dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6: Rangking curah hujan harian maksimum rata-rata Sungai Deli.

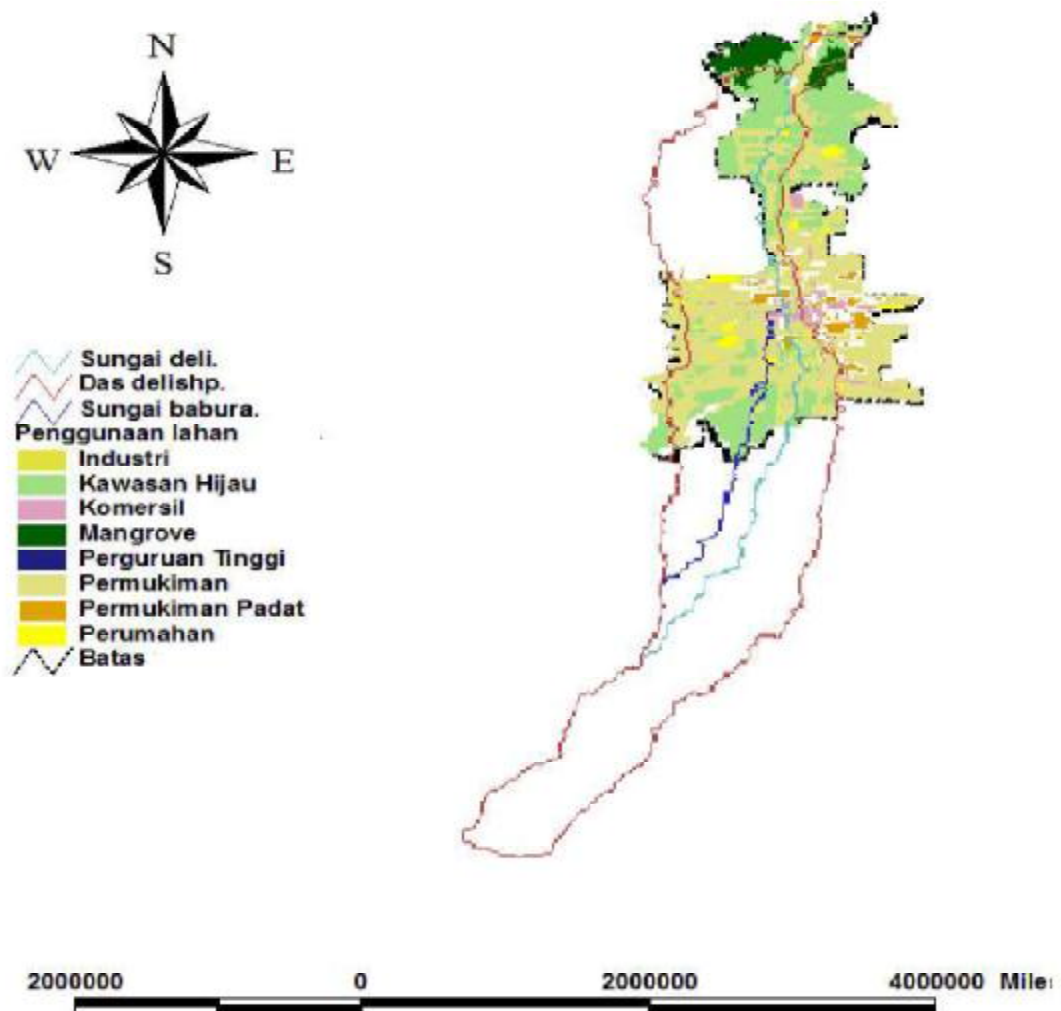
No.	Tahun	RH maks Rata-rata
1.	2006	161,065
2.	2015	136,018
3.	2007	131,242
4.	2014	124,426
5.	2012	122,304
6.	2013	119,728
7.	2011	116,227
8.	2010	113,946

Tabel 4.6: *Lanjutan.*

9.	2008	103,183
10.	2009	95,857

4.4. Perhitungan Koefisien Pengaliran DAS Deli

Lokasi pengaliran DAS Deli dapat dilihat pada Peta rencana tata ruang Kota Medan seperti pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2: Peta rencana tata ruang Kota Medan (BAPPEDA PEMPROVSU,2010).

Zona penggunaan lahan di Daerah Aliran Sungai Deli dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7: Zona penggunaan lahan DAS Deli (analisa data dan peta RBI Medan).

No.	Zona Penggunaan Lahan	Luas Area (ha)
1.	Air Danau / Situ	1,61
2.	Air Empang	179,06
3.	Air Rawa	3730,23
4.	Air Tawar Sungai	950,40
5.	Budaya Lainnya	204,41
6.	Hutan Rimba	15152,87
7.	Pasir / Bukit Pasir Darat	9,02
8.	Pasir / Bukit Pasir Laut	253,08
9.	Perkebunan / Kebun	15800,61
10.	Permukiman dan Tempat Kegiatan	10475,44
11.	Sawah	9149,64
12.	Semak Belukar / Alang Alang	8422,29
13.	Tegalan / Ladang	2811,50

Koefisien limpasan merupakan variabel yang paling menentukan debit banjir. Pemilihan harga C yang tepat memerlukan pengalaman hidrologi yang luas. Faktor utama yang mempengaruhi C adalah laju infiltrasi tanah atau persentase lahan kedap air, kemiringan lahan, tanaman penutup tanah, dan intensitas hujan. Koefisien limpasan juga tergantung pada sifat dan kondisi tanah. Laju infiltrasi menurun pada hujan yang terus-menerus dan juga dipengaruhi oleh kondisi kejenuhan air sebelumnya. Faktor lain yang mempengaruhi nilai C yaitu air tanah, derajat kepadatan tanah, porositas tanah dan simpanan depresi (Suripin, 2004).

Nilai koefisien pengaliran di Daerah Aliran Sungai Deli dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Nilai koefisien pengaliran di DAS Deli.

No.	Zona Penggunaan Lahan	Koefisien Limpasan (C)	Luas Area (ha)	C x A
1.	Air Danau / Situ	0,15	1,61	0,2415
2.	Air Empang	0,15	179,06	26,859
3.	Air Rawa	0,15	3730,23	559,5345
4.	Air Tawar Sungai	0,15	950,40	142,56
5.	Budaya Lainnya	0,2	204,41	4,882
6.	Hutan Rimba	0,05	15152,87	757,6435
7.	Pasir / Bukit Pasir Darat	0,2	9,02	1,804
8.	Pasir / Bukit Pasir Laut	0,2	253,08	50,616
9.	Perkebunan / Kebun	0,4	15800,61	6320,244
10.	Permukiman dan Tempat Kegiatan	0,9	10475,44	9427,896
11.	Sawah	0,15	9149,64	1372,446
12.	Semak Belukar / Alang Alang	0,2	8422,29	1684,458
13.	Tegalan / Ladang	0,2	2811,50	5362,3
	Total		91140,16	25747,4845

$$C_{rerata} = \frac{25747,48}{91140,16} = 0,282517357 = 0,28$$

Dari hasil perhitungan diatas maka nilai koefisien limpasan 0.28 ini dapat diartikan bahwa air hujan yang turun akan melimpas ke permukaan dan mengalir menuju daerah hilir (Tabel 4.7). Hal ini sesuai dengan pernyataan Kodoatie dan Syarief (2005), yang menyatakan bahwa angka koefisien aliran permukaan itu merupakan salah satu indikator untuk menentukan kondisi fisik suatu DAS. Nilai C berkisar antara 0-1. Nilai C= 0 menunjukkan bahwa semua air hujan terinterepsi dan terinfiltrasi ke dalam tanah dan sebaliknya untuk C= 1 menunjukkan bahwa semua air hujan mengalir sebagai aliran permukaan (*run off*). Perubahan tata guna lahan yang terjadi secara langsung mempengaruhi debit puncak yang terjadi pada suatu DAS.

4.5. Perhitungan Frekuensi Curah Hujan Kala Ulang DAS Deli

Penentuan pola distribusi atau sebaran hujan dilakukan dengan menganalisa data curah hujan harian maksimum yang diperoleh dengan menggunakan analisis frekuensi. Untuk menentukan jenis sebaran yang akan digunakan dalam menetapkan periode ulang/*returny* (analisa frekuensi) maka dicari parameter statistik dari data curah hujan wilayah baik secara normal maupun secara logaritmatik.

Langkah yang ditempuh adalah dengan menggunakan data-data mulai dari terkecil sampai terbesar. Dari hasil analisis diperoleh nilai untuk masing-masing parameter statistik. Untuk menganalisis probabilitas curah hujan biasanya dipakai beberapa macam distribusi yaitu:

- (A). Distribusi Normal,
- (B). Log Normal,
- (C). Log Pearson Type III,
- (D). Gumbel.

Dari hasil perhitungan curah hujan harian maksimum DAS Deli, maka didapat ranking curah hujan regional harian maksimum yang dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9: Ranking curah hujan regional harian maksimum DAS Deli.

No.	Tahun	RH maks rata-rata
1.	2006	161,065
2.	2015	136,018
3.	2007	131,242
4.	2014	124,426
5.	2012	122,304
6.	2013	119,728
7.	2011	116,227
8.	2010	113,946
9.	2008	103,183
10.	2009	95,857

4.5.1. Metode Distribusi Gumbel

Hasil perhitungan curah hujan rata-rata dengan Metode Distribusi Gumbel dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10: Analisa curah hujan rata-rata dengan Distribusi Gumbel.

No.	Tahun	Curah Hujan Maks (mm) Xi	X	(Xi - X)	(Xi-X) ²
1.	2006	161	122,40	38,67	1495,01
2.	2015	136	122,40	13,62	185,46
3.	2007	131	122,40	8,84	78,19
4.	2014	124	122,40	2,03	4,11
5.	2012	122	122,40	-0,10	0,01
6.	2013	120	122,40	-2,67	7,14
7.	2011	116	122,40	-6,17	38,10
8.	2010	114	122,40	-8,45	71,46
9.	2008	103	122,40	-19,22	369,28
10.	2009	96	122,40	-26,54	704,51
				Σ	2953,27

Dari data-data diatas didapat:

$$X = \frac{1223,400}{10} = 122,400 \text{ mm}$$

Standar deviasi:

$$S = \sqrt{(Xi - X)^2 : (n - 1)} = 18,11$$

Di bawah ini merupakan Tabel 4.11 yang berisikan data analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Gumbel. Nilai YTR diperoleh dari Tabel 2.5 Yn dari Tabel 2.4, dan Sn diperoleh dari Tabel 2.6.

Tabel 4.11: Analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Gumbel.

T	X	Y	Yn	S	Sn	Xt (mm)
2	122,400	0,3668	0,4952	18,115	0,94	119,93
5	122,400	1,5004	0,4952	18,115	0,94	141,77

Tabel 4.11: *Lanjutan.*

T	X	Y	Yn	S	Sn	Xt (mm)
10	122,400	2,2510	0,4952	18,115	0,94	156,24
25	122,400	3,1993	0,4952	18,115	0,94	174,51
50	122,400	3,9028	0,4952	18,115	0,94	188,02
100	122,400	4,6012	0,4952	18,115	0,94	201,53

4.5.2. Metode Distribusi Log Pearson Tipe III

Hasil perhitungan curah hujan rata-rata dengan Metode Distribusi Log Pearson Type III dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12: Analisa curah hujan rata-rata dengan Distribusi Log Pearson III.

No.	Tahun	Curah Hujan maks (mm) Xi	LogXi	$\overline{\text{Log } X}$	$\frac{\text{LogXi} - \overline{\text{Log } X}}{\text{Log } X}$	$\left(\frac{\text{LogXi} - \overline{\text{Log } X}}{\text{Log } X}\right)^2$	$\left(\frac{\text{LogXi} - \overline{\text{Log } X}}{\text{Log } X}\right)^3$
1.	2006	161	2,21	2,08	0,12	0,01522	0,0018771
2.	2015	136	2,13	2,08	0,05	0,00250	0,0001246
3.	2007	131	2,12	2,08	0,03	0,00119	0,0000408
4.	2014	124	2,09	2,08	0,01	0,00013	0,0000014
5.	2012	122	2,09	2,08	0,00	0,00003	0,0000001
6.	2013	120	2,08	2,08	-0,01	0,00001	-0,0000002
7.	2011	116	2,07	2,08	-0,02	0,00034	-0,0000062
8.	2010	114	2,06	2,08	-0,03	0,00073	-0,0000196
9.	2008	103	2,01	2,08	-0,07	0,00491	-0,0003436
10.	2009	96	1,98	2,08	-0,10	0,01041	-0,0010619
						0,03544	0,00061

Dari data-data diatas didapat:

$$X = 20,84 / 10 = 2,08$$

$$\text{Deviasi standar } S = \sqrt{\frac{0,03544}{10-1}} = 0,063$$

$$\text{Koefisien kemencengan } G = \frac{10 \cdot 0,00061}{9 \cdot 0,063^3} = 0,20430$$

Selanjutnya pada analisa curah hujan rencana dengan Distribusi LogPearson III diperlukan nilai K yang diperoleh dari Tabel 2.7 seperti yang terdapat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13:Analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Log Pearson III.

T	$\overline{\text{Log } X}$	K	S	$\frac{\text{Log}X_t = \overline{\text{Log } X} + KtS}{\text{Log } X + KtS}$	Xt (mm)
2	2,08	0,129	0,06	2,092	123,52
5	2,08	0,855	0,06	2,137	137,18
10	2,08	1,159	0,06	2,156	143,34
25	2,08	1,518	0,06	2,179	150,98
50	2,08	1,710	0,06	2,191	155,22
100	2,08	1,810	0,06	2,197	157,48

Berikut hasil analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Log Person III:

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

T = 2 tahun

$$\text{Log } X = 2,08 + (0,129 \cdot 0,006)$$

$$\text{Log } X = 123,52 \text{ mm}$$

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

T = 5 tahun

$$\text{Log } X_2 = 2,08 + (0,855 \cdot 0,006)$$

$$\text{Log } X_2 = 137,18 \text{ mm}$$

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

T = 10 tahun

$$\text{Log } X_3 = 2,08 + (1,159 \cdot 0,006)$$

$$\text{Log } X_3 = 143,34 \text{ mm}$$

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

T = 25 tahun

$$\text{Log } X_4 = 2,08 + (1,518 \cdot 0,006)$$

$$\text{Log } X_4 = 150,98 \text{ mm}$$

- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_t \cdot S)$

T = 50 tahun

$$\text{Log } X_5 = 2,08 + (1,710 \cdot 0,006)$$

$$\text{Log } X_5 = 155,22 \text{ mm}$$

- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_t \cdot S)$

T = 100 tahun

$$\text{Log } X_6 = 2,08 + (1,810 \cdot 0,006)$$

$$\text{Log } X_6 = 157,48 \text{ mm}$$

4.5.3. Metode Distribusi Normal

Hasil perhitungan curah hujan rata-rata dengan Metode Distribusi Normal dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14: Analisa curah hujan dengan Metode Distribusi Normal.

No.	Tahun	Curh hujan maks Xi (mm)	\bar{X}	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	2006	161	122,40	38,67	1495,01
2	2015	136	122,40	13,62	185,46
3	2007	131	122,40	8,84	78,19
4	2014	124	122,40	2,03	4,11
5	2012	122	122,40	-0,10	0,01
6	2013	120	122,40	-2,67	7,14
7	2011	116	122,40	-6,17	38,10
8	2010	114	122,40	-8,45	71,46
9	2008	103	122,40	-19,22	369,28
10	2009	96	122,40	-26,54	704,51
		1223,996		Σ	2953,27

Dari data-data diatas didapat:

$$X = 1223,996/10 = 122,40$$

$$S = \sqrt{\frac{2953,27}{10-1}} = 18,11$$

Selanjutnya pada analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Normal diperlukan nilai K_T (variabel reduksi) yang diperoleh dari Tabel 2.2 untuk menentukan analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Normal seperti pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15: Analisa curah hujan dengan Metode Distribusi Normal.

T	X	K_t	S	X_t (mm)
2	122,40	0,000	18,11	122,40
5	122,40	0,840	18,11	137,62
10	122,40	1,280	18,11	145,59
25	122,40	1,708	18,11	153,34
50	122,40	2,050	18,11	159,53
100	122,40	2,330	18,11	164,61

Berikut hasil analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Normal:

- Untuk periode ulang (T) 2 tahun

$$X_t = X + (K_t \cdot S)$$

$$= 122,40 + (0 \cdot 18,11) = 122,40 \text{ mm}$$
- Untuk periode ulang (T) 5 tahun

$$X_t = X + (K_t \cdot S)$$

$$= 122,40 + (0,840 \cdot 18,11) = 137,62 \text{ mm}$$
- Untuk periode ulang (T) 10 tahun

$$X_t = X + (K_t \cdot S)$$

$$= 122,40 + (1,280 \cdot 18,11) = 145,59 \text{ mm}$$
- Untuk periode ulang (T) 25 tahun

$$X_t = X + (K_t \cdot S)$$

$$= 122,40 + (1,708 \cdot 18,11) = 153,34 \text{ mm}$$
- Untuk periode ulang (T) 50 tahun

$$X_t = X + (K_t \cdot S)$$

$$= 122,40 + (2,050 \cdot 18,11) = 159,53 \text{ mm}$$
- Untuk periode ulang (T) 100 tahun

$$X_t = X + (K_t \cdot S)$$

$$= 122,40 + (2,330 \cdot 18,11) = 164,61 \text{ mm}$$

4.5.4. Metode Distribusi Log Normal

Hasil perhitungan curah hujan rata-rata dengan Metode Distribusi Log Normal dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16: Analisa curah hujan rata-rata dengan Distribusi Log Normal.

No.	Tahun	Curah hujan maks (mm) Xi	X	Log Xi	(Xi-X)	(Xi-X) ²	(logXi-LogX) ²
1	2006	161	122,40	2,21	38,67	1495,01	0,015
2	2015	136	122,40	2,13	13,62	185,46	0,002
3	2007	131	122,40	2,12	8,84	78,19	0,001
4	2014	124	122,40	2,09	2,03	4,11	0,000
5	2012	122	122,40	2,09	-0,10	0,01	0,000
6	2013	120	122,40	2,08	-2,67	7,14	0,000
7	2011	116	122,40	2,07	-6,17	38,10	0,000
8	2010	114	122,40	2,06	-8,45	71,46	0,001
9	2008	103	122,40	2,01	-19,22	369,28	0,005
10	2009	96	122,40	1,98	-26,54	704,51	0,010
				20,84		2953,27	0,035

Dari data-data diatas didapat:

$$X = 1223,996/10 = 122,40$$

$$S = \sqrt{\frac{2953,27}{10-1}} = 11,81$$

Selanjutnya pada analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Log Normal diperlukan nilai K (variabel reduksi) yang diperoleh dari Tabel 2.3 untuk menentukan analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Normal seperti pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17: Analisa curah hujan rencana Metode Distribusi Log Normal.

T	LogX	K	Slogx	LogXt= LogX+K.Slogx	Xt (mm)
2	2,08	0,000	0,06	2,084	121,24
5	2,08	0,840	0,06	2,136	136,89
10	2,08	1,280	0,06	2,164	145,87
25	2,08	1,708	0,06	2,191	155,18

Tabel 4.17: *Lanjutan.*

T	LogX	K	Slogx	LogXt= LogX+K.SLogx	Xt (mm)
50	2,08	2,050	0,06	2,212	163,04
100	2,08	2,330	0,06	2,230	169,77

Berikut adalah hasil analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Log Normal:

- $\text{Log } X_t = \text{LogX} + (\text{Kt.S})$
 $T = 2$ tahun.
 $\text{Log } X_2 = 2,08 + (0 \cdot 0,06) = 121,24 \text{ mm}$
- $\text{Log } X_t = \text{LogX} + (\text{Kt.S})$
 $T = 5$ tahun.
 $\text{Log } X_2 = 2,08 + (0,840 \cdot 0,06) = 136,89 \text{ mm}$
- $\text{Log } X_t = \text{LogX} + (\text{Kt.S})$
 $T = 10$ tahun.
 $\text{Log } X_3 = 2,08 + (1,280 \cdot 0,06) = 145,87 \text{ mm}$
- $\text{Log } X_t = \text{LogX} + (\text{Kt.S})$
 $T = 25$ tahun.
 $\text{Log } X_4 = 2,08 + (1,708 \cdot 0,06) = 155,18 \text{ mm}$
- $\text{Log } X_t = \text{LogX} + (\text{Kt.S})$
 $T = 50$ tahun.
 $\text{Log } X_5 = 2,08 + (2,050 \cdot 0,06) = 163,04 \text{ mm}$
- $\text{Log } X_t = \text{LogX} + (\text{Kt.S})$
 $T = 100$ tahun.
 $\text{Log } X_2 = 2,08 + (2,330 \cdot 0,06) = 169,77 \text{ mm}$

4.6. Analisa Pemilihan Distribusi Curah Hujan

4.6.1. Analisa Frekuensi Curah Hujan

Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Analisa frekuensi diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari penakar hujan, baik yang manual maupun otomatis. Analisa frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh

probabilitas besaran hujan di masa yang akan datang. Dengan anggapan bahwa sifat statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu. Analisa frekuensi curah hujan diperlukan untuk menentukan jenis sebaran (distribusi). Berikut analisa frekuensi curah hujan pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18:Analisa frekuensi curah hujan.

No	T	Xi (mm)	X	(Xi-X)	(Xi-X) ²	(Xi-X) ³	(Xi-X) ⁴
1	2006	161	122,48	38,59	1489,12	57463,75	2217474,32
2	2015	136	122,48	13,54	183,39	2483,47	33631,33
3	2007	131	122,48	8,77	76,84	673,63	5905,08
4	2014	124	122,48	1,95	3,80	7,42	14,46
5	1012	122	122,48	-0,17	0,03	-0,01	0,00
6	2013	120	122,48	-2,75	7,55	-20,75	57,02
7	2011	116	122,48	-6,25	39,05	-244,01	1524,80
8	2010	114	122,48	-8,53	72,76	-620,63	5293,90
9	2008	104	122,48	-18,53	343,36	-6362,37	117894,16
10	2009	96	122,48	-26,62	708,57	-18861,24	502065,55
		1224,759			2924,47	34519,24	2883860,62

Dari hasil perhitungan diatas selanjutnya ditentukan jenis sebaran yang sesuai, dalam penentuan jenis sebaran diperlukan faktor-faktor sebagai berikut:

1. Koefisien Kemencengan (Cs)

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

$$= \frac{10 \cdot 34519,24}{9 \cdot 8 \cdot 18,03^3}$$

$$= 0,8185$$

2. Koefisien Kurtosis (Ck)

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

$$= \frac{10 \cdot 2882860,62}{9 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 18,03^4}$$

$$= 5,4192$$

3. Koefisien Variasi

$$Cv = S/X$$

$$Cv = 18,03/122,48$$

$$= 0,1472$$

4.6.2. Jenis Distribusi

Untuk menentukan jenis sebaran yang akan digunakan, maka parameter statistik data curah hujan wilayah diperiksa terhadap beberapa jenis sebaran sebagai berikut:

1. Distribusi Gumbel
2. Distribusi Log Normal
3. Distribusi Log Pearson III
4. Distribusi Normal

Perbandingan syarat-syarat distribusi dan hasil perhitungan analisa frekuensi hujan dijelaskan pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19: Uji parameter statistik untuk menentukan jenis sebaran.

Jenis Distribusi	Syarat		Perhitungan		Kesimpulan	
	Cs	Ck	Cs	Ck		
Normal	0	3	0,8185	5,4192	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi
Gumbel	<1,1396	<5,4002	0,8185	5,4192	Memenuhi	Tidak memenuhi
Log Pearson III	±0	±0	0,8185	5,4192	Memenuhi	Memenuhi
Log Normal	0,763	3	0,8185	5,4192	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi

Berdasarkan Tabel 4.19, maka Distribusi Log Pearson III dapat digunakan sebagai metode perhitungan curah hujan rancangan. Berdasarkan analisis frekuensi yang dilakukan pada data curah hujan harian maksimum diperoleh bahwa jenis distribusi yang paling cocok dengan sebaran data curah hujan harian maksimum di daerah aliran air adalah Distribusi Log Pearson III.

4.6.3. Uji Sebaran Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov sering juga disebut uji kecocokan non parametrik (*non parametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Adapun hasil perhitungan uji Smirnov-Kolmogorov dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20: Perhitungan uji Smirnov Kolmogorov.

No.	Tahun	Curah Hujan Max (mm) X_i	M	$P(X) = \frac{m}{N+1}$	$P(X <)$	$K = \frac{x - X}{S_x}$	$P'(X) = \frac{m}{N+1}$	$D = P'(X) - P(X <)$
1	2006	161	1	0,0909	0,9091	2,1345	0,0526	-0,8565
2	2015	136	2	0,1818	0,8182	0,7518	0,1053	-0,7129
3	2007	131	3	0,2727	0,7273	0,4881	0,1579	-0,5694
4	2014	124	4	0,3636	0,6364	0,1119	0,2105	-0,4258
5	2012	122	5	0,4545	0,5455	-0,0053	0,2632	-0,2823
6	2013	120	6	0,5455	0,4545	-0,1475	0,3158	-0,1388
7	2011	116	7	0,6364	0,3636	-0,3408	0,3584	0,0048
8	2010	114	8	0,7273	0,2727	-0,4667	0,4211	0,1483
9	2008	103	9	0,8182	0,1818	-1,0608	0,4737	0,2919
10	2009	96	10	0,9091	0,0909	-1,4653	0,5263	0,4354

$$D_{\max} = 0,4354$$

Dari Tabel 4.21 kritis Smirnov Kolmogorov didapat $D_{cr}(0,01) = 0,49$

$$D_{\max} < D_{cr} = 0,4354 < 0,49 \text{ (memenuhi syarat)}$$

Tabel 4.21: Nilai D kritis untuk uji keselarasan Smirnov Kolmogorov.

Jumlah Data N	α derajat kepercayaan			
	0,20	0,10	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

Tabel 4.21: *Lanjutan.*

Jumlah Data N	α derajat kepercayaan			
	0,20	0,10	0,05	0,01
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N > 50	1,07/n	1,22/n	1,36/n	1,63/n

4.7. Analisa Debit Banjir Dengan Metode Hidrograf Nakayasu Sungai Deli

4.7.1. Hidrograf Nakayasu Sungai Deli Bagian Hulu

Parameter-parameter Daerah Aliran Sungai Deli untuk perhitungan debit banjir di hulu sungai dihitung sebagai berikut:

Luas daerah sungai Deli (A) = 31,820 km²

Panjang Sungai (L) = 5 km

Koef. Pengaliran DAS (CWDAS) = 0,28 (hasil perhitungan)

Panjang sungai L < 15 km; T_g = 0,21 x L^(0,7), maka:

$$T_g = 0,21 \times 5^{(0,7)} \text{ km}$$

$$= 0,648 \text{ jam}$$

karena waktu hujan (Tr) 0 < Tr < 1, maka diasumsikan Tr = 0,75 x T_g

Syarat: Tr = 0,5 T_g – 1,0 T_g

$$Tr = 0,75 \times T_g$$

$$= 0,75 \times 0,648$$

$$= 0,486 \text{ jam}$$

Koefisien pembanding $\alpha = (1,5 - 3)$

Koefisien pembanding diambil $\alpha = 2$, karena daerah pengalirannya biasa.

$$T_{0,3} = \alpha \times T_g$$

$$= 2 \times 0,648$$

$$= 1,30 \text{ jam}$$

$$\text{Peak time (Tp)} = T_g + (0,8 \times Tr)$$

$$= 0,648 + (0,8 \times 0,486)$$

$$= 1,04 \text{ jam}$$

Curah hujan spesifik Ro = 1 mm

$$= \frac{c.A.Ro}{3,6 \cdot ((0,3 \cdot T_p) + T_{0,3})}$$

$$\text{Debit puncak (Qp)} = \frac{0,28 \times 31,820 \times 1}{3,6 \cdot ((0,3 \cdot 1,04) + 1,3)}$$

$$= 1,54 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$\text{Base Flow (Qb)} = 0,5 \times \text{Qp}$$

$$= 0,5 \times 1,55$$

$$= 0,77 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Data diatas digunakan sebagai parameter untuk input unit Hidrograf Sungai Deli, sedangkan data Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu dapat dilihat pada perhitungan berikut:

Untuk lengkung naik : $t < T_p$

$$t < 101 \text{ jam}$$

Untuk lengkung turun I : $T_p < t < T_p + T_{0,3}$

$$1,037 < t < 1,037 + 1,296$$

$$1,037 \text{ jam} < t < 2,33 \text{ jam}$$

Untuk lengkung turun II : $T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5 \times T_{0,3}$

$$1,037 + 1,296 < t < 1,037 + 1,296 + 1,944$$

$$2,33 \text{ jam} < t < 4,27 \text{ jam}$$

Untuk lengkung turun III : $t > T_p + T_{0,3} + 1,5 \times T_{0,3}$

$$t > 1,037 + 1,296 + 1,944$$

$$t < 4,27 \text{ jam}$$

Tabel debit banjir rancangan sungai deli bagian hulu menurut periode kala ulang dapat dilihat pada Tabel 4.22.

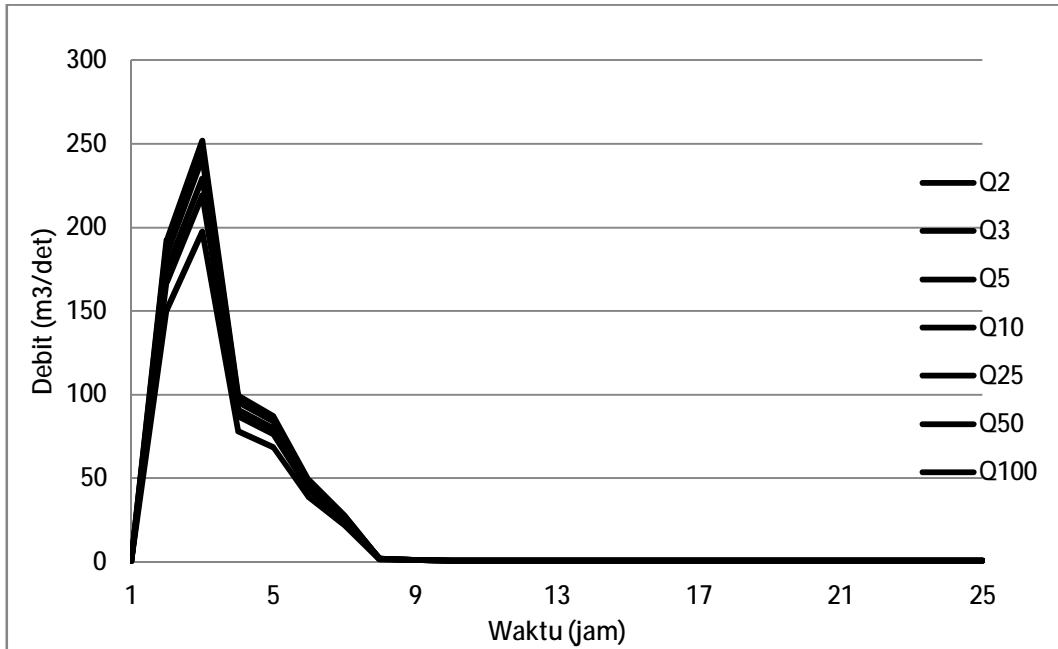
Tabel 4.22: Debit banjir rancangan Sungai Deli bagian hulu menurut periode kala ulang.

Waktu (jam)	Unit Hidrograf Qt (m ³ /dt)	Design Rainfall (mm/jam)						Limpasan Langsung (m ³ /dt)	Base Flow (m ³ /dt)	Total Debit (m ³ /dt)	Grand Total Debit (m ³ /dt)
		1	2	3	4	5	6				
0,00	0,000	83,04	22,65	16,61	10,57	10,57	7,55	0,00	0,77	0,77	0,77
0,94	1,218	101,12	27,58	20,22	12,87	12,87	9,19	183,85	0,77	184,62	184,62
1,00	1,594	132,33	36,09	26,47	16,84	16,84	12,03	240,59	0,77	241,36	241,36
2,00	0,627	52,04	14,19	10,41	6,62	6,62	4,73	94,61	0,77	95,38	95,38
2,14	0,550	45,66	12,45	9,13	5,81	5,81	4,15	83,02	0,77	83,79	83,79
3,00	0,306	25,42	6,93	5,08	3,23	3,23	2,31	46,21	0,77	46,98	46,98
3,94	0,171	14,18	3,87	2,84	1,81	1,81	1,29	25,79	0,77	26,56	26,56
4,00	0,007	0,58	0,16	0,12	0,07	0,07	0,05	1,05	0,77	1,82	1,82
5,00	0,002	0,18	0,05	0,04	0,02	0,02	0,02	0,33	0,77	1,10	1,10
6,00	0,001	0,06	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10	0,77	0,87	0,87
7,00	0,000	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,77	0,80	0,80
8,00	0,000	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,77	0,78	0,78
9,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,77	0,77
10,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,77	0,77
11,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,77	0,77
12,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,77	0,77
13,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,77	0,77
14,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,77	0,77
15,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,77	0,77
16,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,77	0,77
17,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,77	0,77
18,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,77	0,77
19,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,77	0,77
20,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,77	0,77

Tabel 4.22: *Lanjutan.*

Waktu (jam)	Unit Hidrograf Qt (m ³ /dt)	Design Rainfall (mm/jam)						Limpasan Langsung (m ³ /dt)	Base Flow (m ³ /dt)	Total Debit (m ³ /dt)	Grand Total Debit (m ³ /dt)
		1	2	3	4	5	6				
		83,04	22,65	16,61	10,57	10,57	7,55				
21,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,77	0,77
22,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,77	0,77
23,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,77	0,77
24,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,77	0,77
25,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,77	0,77
26,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,77	0,77
27,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,77	0,77
28,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,77	0,77
29,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,77	0,77
30,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,77	0,77
31,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,77	0,77

Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Sungai Deli bagian hulu menurut periode ulang pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3: Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Sungai Deli bagian hulu menurut periode ulang.

4.7.2. Hidrograf Nakayasu Sungai Deli Bagian Tengah

Parameter-parameter Daerah Aliran Sungai Deli untuk perhitungan debit banjir di tengah sungai dihitung sebagai berikut:

$$\text{Luas daerah Sungai Deli (A)} = 178,180 \text{ km}^2$$

$$\text{Panjang Sungai (L)} = 28 \text{ km}$$

$$\text{Koef. Pengaliran DAS (CWDAS)} = 0,28 \text{ (hasil perhitungan)}$$

Panjang sungai $L > 15 \text{ km}$; $T_g = 0,48 + L(0,058)$, maka:

$$T_g = 0,48 + 28(0,058) \text{ km}$$

$$= 2,104 \text{ jam}$$

karena waktu hujan (T_r) $0 < T_r < 1$, maka diasumsikan $T_r = 0,75 \times T_g$

$$\text{Syarat: } T_r = 0,5 T_g - 1,0 T_g$$

$$T_r = 0,75 \times T_g$$

$$= 0,75 \times 2,104$$

$$= 1,578 \text{ jam}$$

$$\text{Koefisien pembanding } \alpha = (1,5 - 3)$$

Koefisien pembanding diambil $\alpha = 2$, karena daerah pengalirannya biasa.

$$T_{0,3} = \alpha \times T_g$$

$$= 2 \times 2,104$$

$$= 4,21 \text{ jam}$$

$$\text{Peak time (} T_p \text{)} = T_g + (0,8 \times T_r)$$

$$= 2,104 + (0,8 \times 1,578)$$

$$= 3,37 \text{ jam}$$

$$\text{Curah hujan spesifik } R_o = 1 \text{ mm}$$

$$= \frac{c.A.R_o}{3,6 \cdot ((0,3 \cdot T_p) + T_{0,3})}$$

$$\text{Debit puncak (} Q_p \text{)} = \frac{0,28 \times 178,180 \times 1}{3,6 \cdot ((0,3 \cdot 3,37) + 4,21)}$$

$$= 2,66 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$\text{Base Flow (} Q_b \text{)} = 0,5 \times Q_p$$

$$= 0,5 \times 2,66$$

$$= 1,33 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Data diatas digunakan sebagai parameter untuk input unit Hidrograf Sungai Deli, sedangkan data Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu dapat dilihat pada perhitungan berikut:

Untuk lengkung naik : $t < T_p$

$t < 3,37$ jam

Untuk lengkung turun I : $T_p < t < T_p + T_{0,3}$

$$3,37 < t < 3,37 + 4,21$$

$$3,37 \text{ jam} < t < 7,58 \text{ jam}$$

Untuk lengkung turun II : $T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5 \times T_{0,3}$

$$3,37 + 4,21 < t < 3,37 + 4,21 + 6,315$$

$$7,58 \text{ jam} < t < 13,895 \text{ jam}$$

Untuk lengkung turun III : $t > T_p + T_{0,3} + 1,5 \times T_{0,3}$

$t > 3,37 + 4,21 + 6,315$

$t < 13,895$ jam

Tabel debit banjir rancangan Sungai Deli bagian hulu menurut periode kala ulang dapat dilihat pada Tabel 4.23.

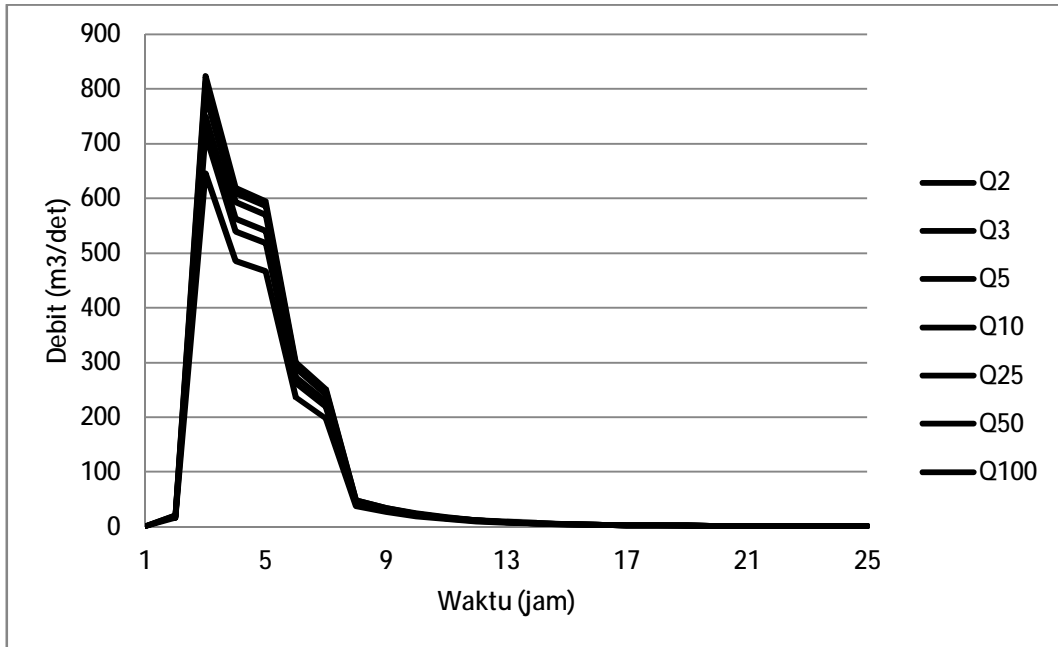
Tabel 4.23: Debit banjir rancangan Sungai Deli bagian tengah menurut periode kala ulang.

Waktu (jam)	Unit Hidrograf Qt (m ³ /dt)	Design Rainfall (mm/jam)						Limpasan Langsung (m ³ /dt)	Base Flow (m ³ /dt)	Total Debit (m ³ /dt)	Grand Total Debit (m ³ /dt)
		1	2	3	4	5	6				
0,00	0,000	83,04	22,65	16,61	10,57	10,57	7,55	0,00	1,33	1,33	1,33
0,94	0,124	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,73	1,33	20,06	20,06
1,00	5,222	10,30	2,81	2,06	1,31	1,31	0,94	788,44	1,33	789,77	789,77
2,00	3,921	433,64	118,27	86,73	55,19	55,19	39,42	591,94	1,33	593,26	593,26
2,14	3,766	325,57	88,79	65,11	41,44	41,44	29,60	568,65	1,33	569,98	569,98
3,00	1,904	312,76	85,30	62,55	39,81	39,81	28,43	287,42	1,33	288,74	288,74
3,94	1,591	158,08	43,11	31,62	20,12	20,12	14,37	240,22	1,33	241,55	241,55
4,00	0,299	132,12	36,03	26,42	16,82	16,82	12,01	45,15	1,33	46,48	46,48
5,00	0,209	24,83	6,77	4,97	3,16	3,16	2,26	31,58	1,33	32,91	32,91
6,00	0,146	17,37	4,74	3,47	2,21	2,21	1,58	22,08	1,33	23,41	23,41
7,00	0,102	12,15	3,31	2,43	1,55	1,55	1,10	15,44	1,33	16,77	16,77
8,00	0,072	8,49	2,32	1,70	1,08	1,08	0,77	10,80	1,33	12,13	12,13
9,00	0,050	5,94	1,62	1,19	0,76	0,76	0,54	7,55	1,33	8,88	8,88
10,00	0,035	4,15	1,13	0,83	0,53	0,53	0,38	5,28	1,33	6,61	6,61
11,00	0,024	2,90	0,79	0,58	0,37	0,37	0,26	3,69	1,33	5,02	5,02
12,00	0,017	2,03	0,55	0,41	0,26	0,26	0,18	2,58	1,33	3,91	3,91
13,00	0,012	1,42	0,39	0,28	0,18	0,18	0,13	1,81	1,33	3,13	3,13
14,00	0,008	0,99	0,27	0,20	0,13	0,13	0,09	1,26	1,33	2,59	2,59
15,00	0,006	0,69	0,19	0,14	0,09	0,09	0,06	0,88	1,33	2,21	2,21
16,00	0,004	0,49	0,13	0,10	0,06	0,06	0,04	0,62	1,33	1,95	1,95
17,00	0,003	0,34	0,09	0,07	0,04	0,04	0,03	0,43	1,33	1,76	1,76
18,00	0,002	0,24	0,06	0,05	0,03	0,03	0,02	0,30	1,33	1,63	1,63
19,00	0,001	0,17	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,21	1,33	1,54	1,54
20,00	0,001	0,12	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,15	1,33	1,48	1,48

Tabel 4.23: *Lanjutan.*

Waktu (jam)	Unit Hidrograf Qt (m ³ /dt)	Design Rainfall (mm/jam)						Limpasan Langsung (m ³ /dt)	Base Flow (m ³ /dt)	Total Debit (m ³ /dt)	Grand Total Debit (m ³ /dt)
		1	2	3	4	5	6				
		83,04	22,65	16,61	10,57	10,57	7,55				
21,00	0,001	0,06	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10	1,33	1,43	1,43
22,00	0,000	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,07	1,33	1,40	1,40
23,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	1,33	1,33
24,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	1,33	1,33
25,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	1,33	1,33
26,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	1,33	1,33
27,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	1,33	1,33
28,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	1,33	1,33
29,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	1,33	1,33
30,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	1,33	1,33
31,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	1,33	1,33

Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Sungai Deli bagian tengah menurut periode ulang pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4: Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Sungai Deli bagian tengah menurut periode ulang.

4.7.3. Hidrograf Nakayasu Sungai Deli Bagian Hilir

Parameter-parameter Daerah Aliran Sungai Deli untuk perhitungan debit banjir di hilir sungai dihitung sebagai berikut:

$$\text{Luas daerah sungai Deli (A)} = 476 \text{ km}^2$$

$$\text{Panjang Sungai (L)} = 55 \text{ km}$$

$$\text{Koef. Pengaliran DAS (CWDAS)} = 0,28 \text{ (hasil perhitungan)}$$

Panjang sungai $L > 15 \text{ km}$; $T_g = 0,48 + L(0,058)$, maka:

$$T_g = 0,48 + 55(0,058) \text{ km}$$

$$= 3,670 \text{ jam}$$

karena waktu hujan (T_r) $0 < T_r < 1$, maka diasumsikan $T_r = 0,75 \times T_g$

$$\text{Syarat: } T_r = 0,5 T_g - 1,0 T_g$$

$$T_r = 0,75 \times T_g$$

$$= 0,75 \times 3,670$$

$$= 2,753 \text{ jam}$$

$$\text{Koefisien pembanding } \alpha = (1,5 - 3)$$

Koefisien pembanding diambil $\alpha = 2$, karena daerah pengalirannya biasa.

$$T_{0,3} = \alpha \times T_g$$

$$= 2 \times 3,670$$

$$= 7,34 \text{ jam}$$

$$\text{Peak time (T}_p\text{)} = T_g + (0,8 \times T_r)$$

$$= 3,670 + (0,8 \times 2,753)$$

$$= 5,87 \text{ jam}$$

$$\text{Curah hujan spesifik } R_o = 1 \text{ mm}$$

$$= \frac{c.A.R_o}{3,6 \cdot ((0,3 \cdot T_p) + T_{0,3})}$$

$$\text{Debit puncak (Q}_p\text{)} = \frac{0,28 \times 476 \times 1}{3,6 \cdot ((0,3 \cdot 5,87) + 7,34)}$$

$$= 4,07 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$\text{Base Flow (Q}_b\text{)} = 0,5 \times Q_p$$

$$= 0,5 \times 4,07$$

$$= 2,03 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Data diatas digunakan sebagai parameter untuk input unit Hidrograf Sungai Deli, sedangkan data Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu dapat dilihat pada perhitungan berikut:

Untuk lengkung naik : $t < T_p$

$t < 5,87$ jam

Untuk lengkung turun I : $T_p < t < T_p + T_{0,3}$

$$5,87 < t < 5,87 + 7,34$$

$$5,87 \text{ jam} < t < 13,21 \text{ jam}$$

Untuk lengkung turun II : $T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5 \times T_{0,3}$

$$5,87 + 7,34 < t < 5,87 + 7,34 + 11,01$$

$$13,21 \text{ jam} < t < 24,22 \text{ jam}$$

Untuk lengkung turun III : $t > T_p + T_{0,3} + 1,5 \times T_{0,3}$

$t > 5,87 + 7,34 + 11,01$

$t < 24,22$ jam

Tabel debit banjir rancangan Sungai Deli bagian hulu menurut periode kala ulang dapat dilihat pada Tabel 4.24.

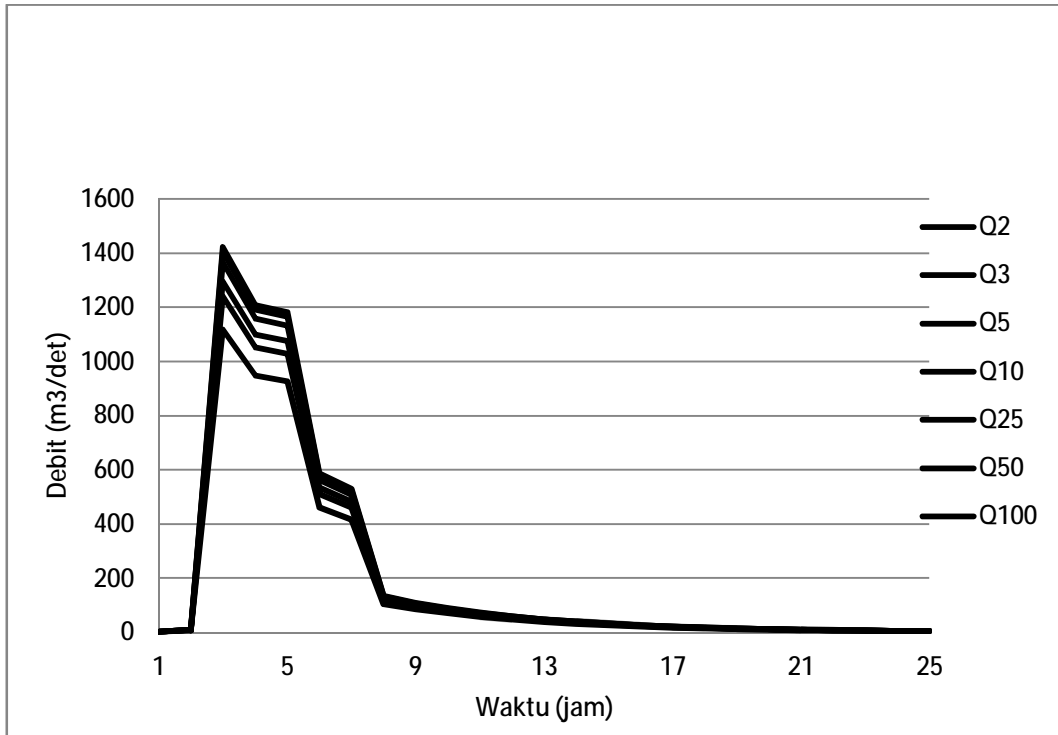
Tabel 4.24: Debit banjir rancangan Sungai Deli bagian hilir menurut periode kala ulang.

Waktu (jam)	Unit Hidrograf Qt (m ³ /dt)	Design Rainfall (mm/jam)						Limpasan Langsung (m ³ /dt)	Base Flow (m ³ /dt)	Total Debit (m ³ /dt)	Grand Total Debit (m ³ /dt)
		1	2	3	4	5	6				
0,00	0,000	83,04	22,65	16,61	10,57	10,57	7,55	0,00	2,03	2,03	2,03
0,94	0,050	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,55	2,03	9,58	9,58
1,00	9,028	4,15	1,13	0,83	0,53	0,53	0,38	1363,05	2,03	1365,08	1365,08
2,00	7,662	749,68	204,46	149,94	95,41	95,41	68,15	1156,84	2,03	1158,88	1158,88
2,14	7,488	636,26	173,53	127,25	80,98	80,98	57,84	1130,58	2,03	1132,61	1132,61
3,00	3,721	621,82	169,59	124,36	79,14	79,14	56,53	561,76	2,03	563,79	563,79
3,94	3,357	308,97	84,26	61,79	39,32	39,32	28,09	506,88	2,03	508,91	508,91
4,00	0,842	278,78	76,03	55,76	35,48	35,48	25,34	127,19	2,03	129,23	129,23
5,00	0,686	69,96	19,08	13,99	8,90	8,90	6,36	103,61	2,03	105,65	105,65
6,00	0,559	56,99	15,54	11,40	7,25	7,25	5,18	84,41	2,03	86,44	86,44
7,00	0,455	46,42	12,66	9,28	5,91	5,91	4,22	68,76	2,03	70,79	70,79
8,00	0,371	37,82	10,31	7,56	4,81	4,81	3,44	56,01	2,03	58,05	58,05
9,00	0,302	30,81	8,40	6,16	3,92	3,92	2,80	45,63	2,03	47,66	47,66
10,00	0,246	25,10	6,84	5,02	3,19	3,19	2,28	37,17	2,03	39,20	39,20
11,00	0,201	20,44	5,58	4,09	2,60	2,60	1,86	30,28	2,03	32,31	32,31
12,00	0,163	16,65	4,54	3,33	2,12	2,12	1,51	24,67	2,03	26,70	26,70
13,00	0,133	13,57	3,70	2,71	1,73	1,73	1,23	20,09	2,03	22,13	22,13
14,00	0,108	11,05	3,01	2,21	1,41	1,41	1,00	16,37	2,03	18,40	18,40
15,00	0,088	9,00	2,46	1,80	1,15	1,15	0,82	13,33	2,03	15,37	15,37
16,00	0,072	7,33	2,00	1,47	0,93	0,93	0,67	10,86	2,03	12,90	12,90
17,00	0,059	5,97	1,63	1,19	0,76	0,76	0,54	8,85	2,03	10,88	10,88
18,00	0,048	4,87	1,33	0,97	0,62	0,62	0,44	7,21	2,03	9,24	9,24
19,00	0,039	3,96	1,08	0,79	0,50	0,50	0,36	5,87	2,03	7,91	7,91
20,00	0,032	3,23	0,88	0,65	0,41	0,41	0,29	4,78	2,03	6,82	6,82

Tabel 4.24: *Lanjutan.*

Waktu (jam)	Unit Hidrograf Qt (m ³ /dt)	Design Rainfall (mm/jam)						Limpasan Langsung (m ³ /dt)	Base Flow (m ³ /dt)	Total Debit (m ³ /dt)	Grand Total Debit (m ³ /dt)
		1	2	3	4	5	6				
		83,04	22,65	16,61	10,57	10,57	7,55				
21,00	0,026	2,14	0,58	0,43	0,27	0,27	0,19	3,90	2,03	5,93	5,93
22,00	0,021	1,75	0,48	0,35	0,22	0,22	0,16	3,17	2,03	5,21	5,21
23,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,03	2,03	2,03
24,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,03	2,03	2,03
25,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,03	2,03	2,03
26,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,03	2,03	2,03
27,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,03	2,03	2,03
28,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,03	2,03	2,03
29,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,03	2,03	2,03
30,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,03	2,03	2,03
31,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,03	2,03	2,03

Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Sungai Deli bagian hilir menurut periode ulang pada Gambar 4.5.

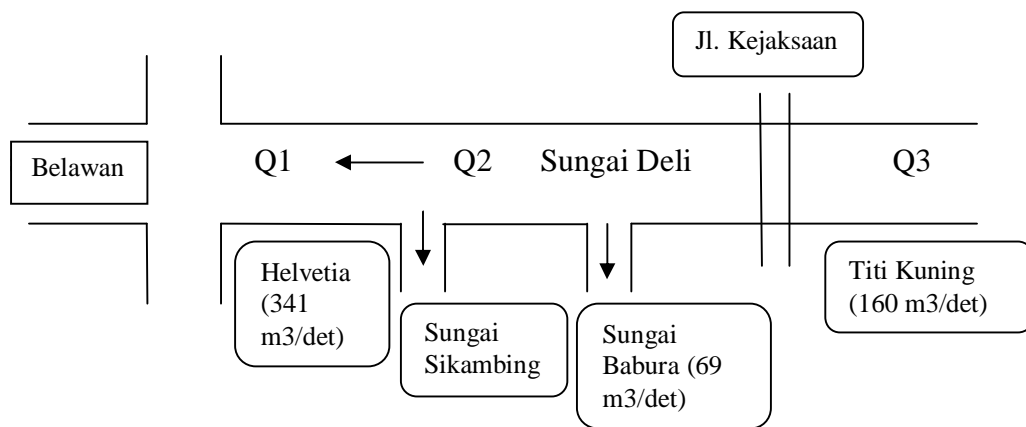


Gambar 4.5: Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Sungai Deli bagian hilir menurut periode ulang.

4.8 Analisa Debit Kapasitas Penampang Sungai dan Dimensi Kolam Retensi

Direncanakan letak kolam retensi di bagian hulu sungai Deli sebelum Titi Kuning, karena pada bagian tengah Sungai Deli lahannya sudah dipenuhi dengan pemukiman warga begitu juga pada bagian hilir Sungai Deli.

Berikut ini dijelaskan aliran dan perkiraan debit banjir Sungai Deli dengan mengambil bagian hulunya di Titi Kuning pada Gambar 4.6.

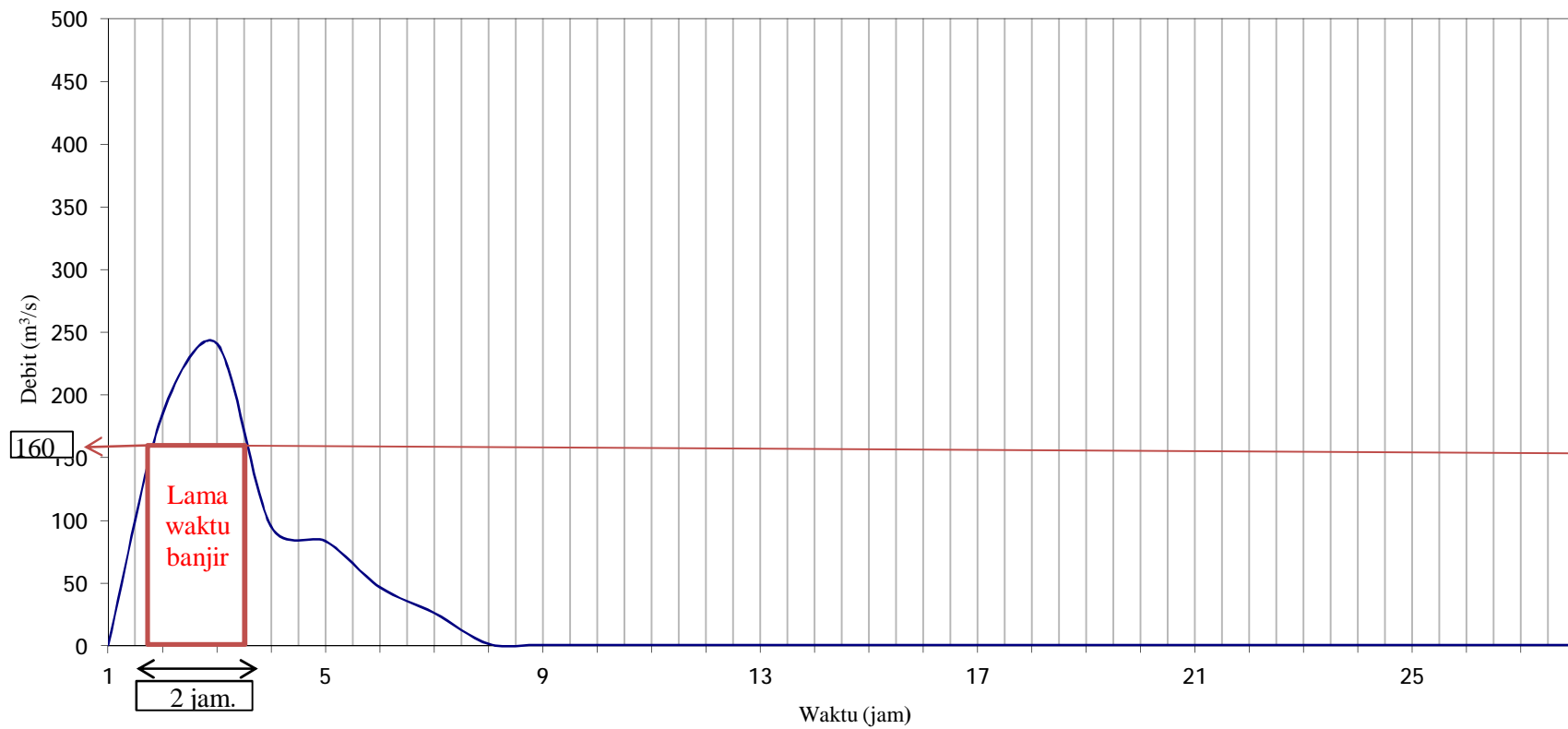


Gambar 4.6: Perkiraan debit banjir Sungai Deli untuk periode ulang. (JICA,1992)

Dari gambar di atas pembagian segmen penampang Sungai Deli dibagi menjadi 3 yaitu:

1. Hulu di mulai dari Titi Kuning (Q3).
2. Tengah di bagi menjadi 2 bagian (Q3 dan Q2) pertemuan dengan Sungai Babura dan (Q3) pada daerah Helvetia.
3. dan Hilir Sungai Deli mengarah ke Belawan.

Jika debit kapasitas penampung Sungai Deli di bagian hulu (Q3) = 160 m³/det, maka volume kolam retensi atau tampungan dapat dihitung dengan debit banjir kala ulang 2 s/d 100 tahun yang di analisa menggunakan Metode HSS Nakayasu



Gambar 4.7: Kurva Hidrograf Nakayasu Sungai Deli bagian hulu (Q3).

1. Bagian Hulu

Dik:

- $Q_3 = 160 \text{ m}^3/\text{detik}$
- $Q_{25 \text{ tahun}} = 241,36 \text{ m}^3/\text{detik}$
- Dengan waktu puncak banjir 4 jam – 2 jam = 2 jam

Analisa volume kolam retensi:

$$\begin{aligned} V \text{ kolam retensi} &= (Q_{25\text{th}} - Q_{\text{kap di hulu}}) \times T \text{ puncak banjir} \\ &= (241,36 \text{ m}^3/\text{det} - 160 \text{ m}^3/\text{det}) \times (2 \times 3600) \\ &= (81,36 \text{ m}^3/\text{det}) \times 7200 \\ &= 585.792 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Rencana dimensi kolam:

Diketahui kapasitas kolam retensi diperlukan yaitu sebesar = 585792 m³

Maka dimensi kolam dapat dihitung sebagai berikut:

$$V = A \cdot H$$

Dimana:

V : volume kolam (m³)

A : luas kolam (m²)

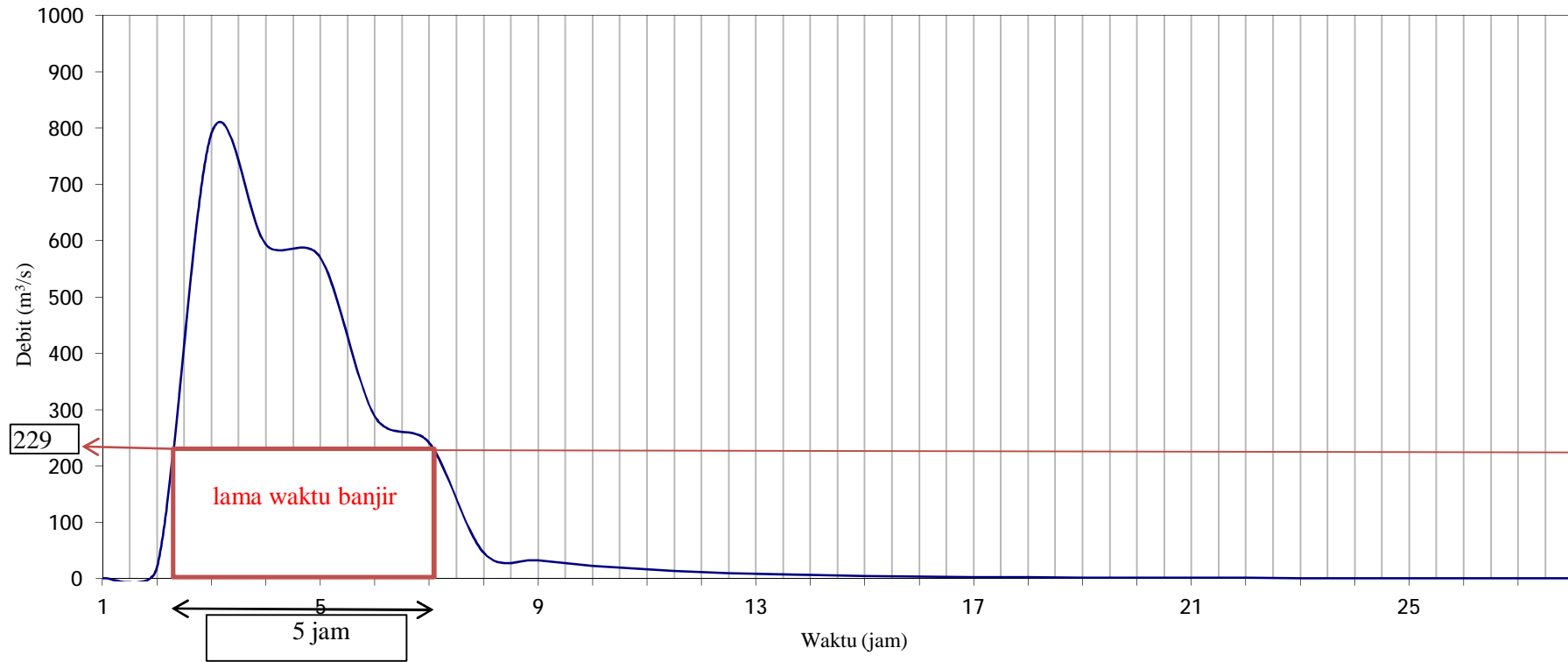
H : kedalaman kolam (m)

Direncanakan:

$$V = 585792 \text{ m}^3$$

$$A = V/H = 585792 \text{ m}^3 / 3 = 195.264 \text{ m}^2$$

$$H = 3 \text{ m}$$



Gambar 4.8: Kurva Hidrograf Nakayasu Sungai Deli bagian tengah (Q3 dan Q2).

2. Tengah

Untuk Q3 dan Q2

- $Q_2 = 160 \text{ m}^3/\text{det} + 69 \text{ m}^3/\text{det} = 229 \text{ m}^3/\text{det}$
- Dengan waktu puncak banjir = 7 jam – 2 jam = 5 jam

Sehingga analisa volume kolam retensi:

$$\begin{aligned} &= (Q_{25 \text{ th}} - Q_{\text{kap di tengah}}) \cdot T_{\text{puncak banjir}} \\ &= (789,77 \text{ m}^3/\text{det} - 229 \text{ m}^3/\text{det}) \cdot (5 \times 3600) \\ &= (560,77 \text{ m}^3/\text{det}) \times (18000) \\ &= 10093860 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Rencana dimensi kolam:

Diketahui volume kolam retensi diperlukan yaitu sebesar = 10093860 m³

Maka dimensi kolam dapat dihitung sebagai berikut:

$$V = A \cdot H$$

Dimana:

V : volume kolam (m³)

A : luas kolam (m²)

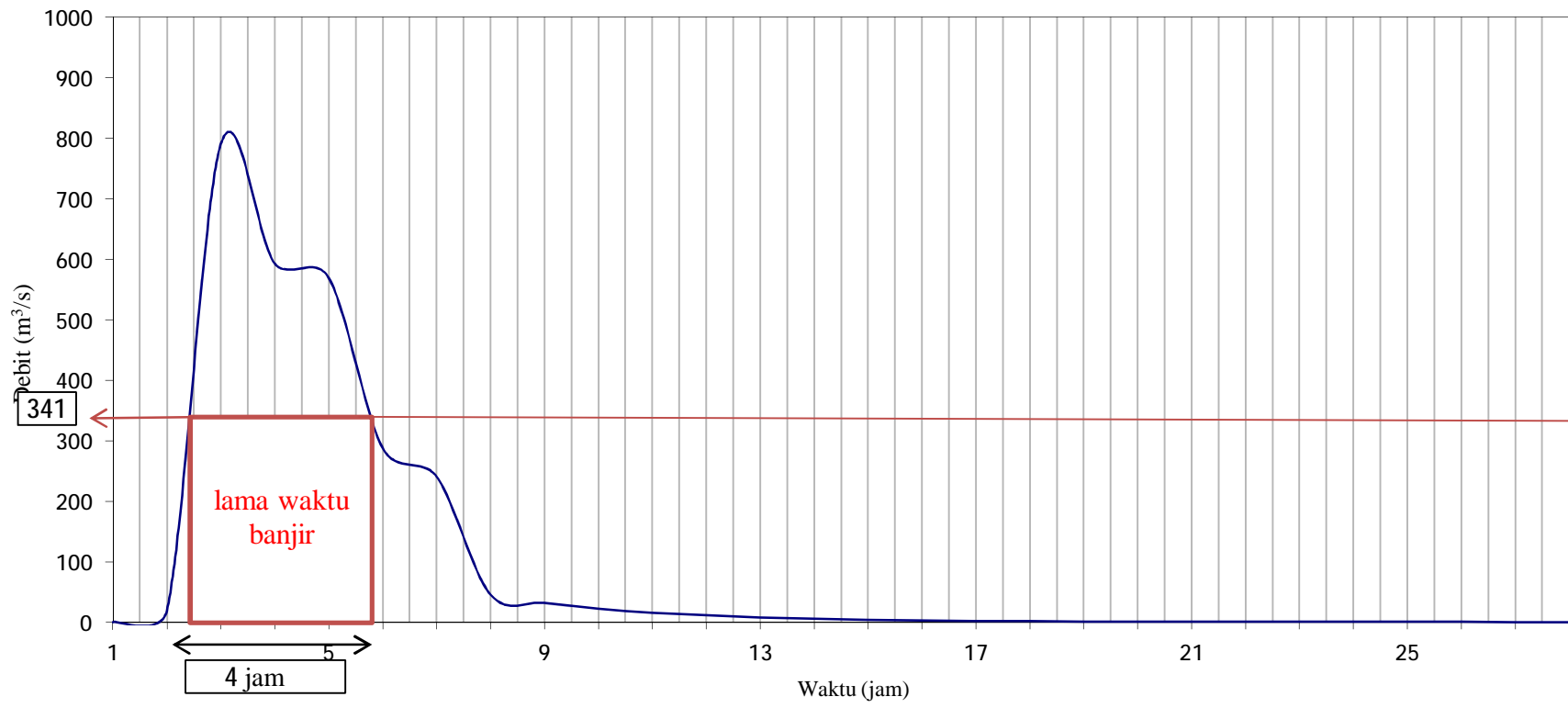
H : kedalaman kolam (m)

Direncanakan:

$$V = 10093860 \text{ m}^3$$

$$A = V/H = 10093860/3 = 3364620 \text{ m}^2$$

$$H = 3 \text{ m}$$



Gambar 4.9: Kurva Hidrograf Nakayasu Sungai Deli bagian tengah (Q1).

Untuk bagian tengah Q1

- $Q_3 = 341 \text{ m}^3/\text{det}$
- Dengan waktu puncak banjir: $6 \text{ jam} - 2 \text{ jam} = 4 \text{ jam}$

Sehingga analisa volume kolam retensi:

$$\begin{aligned} &= (Q_{25 \text{ th}} - Q_{\text{kap di tengah}}) \cdot T_{\text{puncak banjir}} \\ &= (789,77 \text{ m}^3/\text{det} - 341 \text{ m}^3/\text{det}) \cdot (4 \times 3600) \\ &= (448,77 \text{ m}^3/\text{det}) \times (14400) \\ &= 6462288 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Rencana dimensi kolam:

Diketahui volume kolam retensi diperlukan yaitu sebesar $= 6462288 \text{ m}^3$

Maka dimensi kolam dapat dihitung sebagai berikut:

$$V = A \cdot H$$

Dimana:

V : volume kolam (m^3)

A : luas kolam (m^2)

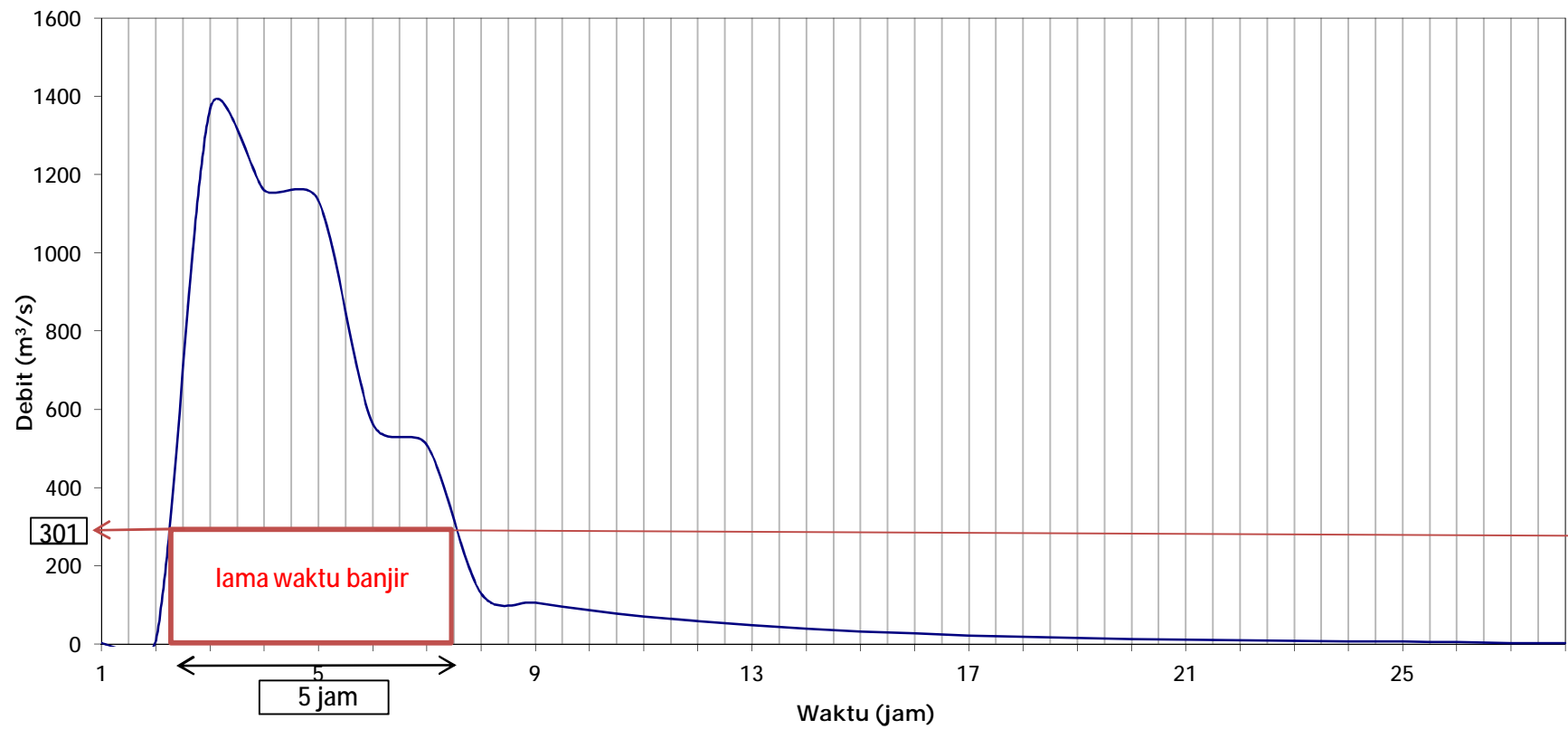
H : kedalaman kolam (m)

Direncanakan:

$$V = 6462288 \text{ m}^3$$

$$A = V/H = 6462288/3 = 2154096 \text{ m}^2$$

$$H = 3 \text{ m}$$



Gambar 4.10: Kurva Hidrograf Nakayasu Sungai Deli bagian hilir.

3. Bagian hilir

- Q kap hilir = ... m³/det
- Q_{25 thn} = 1365,08 m³/det
- Dengan waktu puncak banjir: 6 jam – 1 jam = 5 jam

Mencari debit kapasitas di hilir dengan perbandingan CA di hilir dan hulu

CA hilir = Luas DTA total

$$= 476 \text{ km}^2$$

CA hulu / CA hilir = Q hulu / Q hilir

$$253/476 = 160/x$$

$$X = 301 \text{ m}^3/\text{det}$$

Sehingga analisis volume kolam retensi:

$$= (Q_{25 \text{ th}} - Q_{\text{kap di hilir}}) \cdot T_{\text{puncak banjir}}$$

$$= (1365,08 \text{ m}^3/\text{det} - 301 \text{ m}^3/\text{det}) \cdot (5 \times 3600)$$

$$= (1064,08 \text{ m}^3/\text{det}) \times (14400)$$

$$= 15.322.752 \text{ m}^3$$

- Rencana dimensi kolam:

Diketahui volume kolam retensi diperlukan yaitu sebesar = 15.322.752 m³

Maka dimensi kolam dapat dihitung sebagai berikut:

$$V = A \cdot H$$

Dimana:

V : volume kolam (m³)

A : luas kolam (m²)

H : kedalaman kolam (m)

Direncanakan:

$$V = 15.322.752 \text{ m}^3$$

$$A = V/H = 15.322.752/3 = 5.107.584 \text{ m}^2$$

$$H = 3 \text{ m}$$

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Dari perhitungan didapat:
 - a. Kapasitas penampung sungai Deli bagian Hulu mampu menahan debit 160 m³/det. Perhitungan debit banjir Q₂₅ = 241,36 m³/det. Sehingga memiliki potensi banjir 81 m³/detik.
 - b. Kapasitas penampung sungai Deli bagian Tengah mampu menahan debit 229 m³/det. Perhitungan debit banjir Q₂₅ = 789,77 m³/det. Sehingga memiliki potensi banjir 560,77 m³/detik.
 - c. Kapasitas penampung sungai Deli di bagian Hilir mampu menahan debit 301 m³/det. Perhitungan debit banjir Q₂₅ = 1365,08 m³/det. Sehingga memiliki potensi banjir 1064,08 m³/detik.
2. Rencana dimensi kolam retensi:
 - a. Rencana dimensi kolam di Hulu, di dapat luasan kolam retensi sebesar 195.264 m² dengan rencana kedalaman kolam retensi sebesar 3 m.
 - b. Rencana dimensi kolam di Tengah (Q₃ dan Q₂), di dapat luasan kolam retensi sebesar 3.364.620 m² dengan rencana kedalaman kolam retensi sebesar 3 m. Dan untuk (Q₁) didapat luasan sebesar 2.154.096 m² dengan rencana kedalaman kolam sebesar 3 m.
 - c. Rencana dimensi kolam di Hilir, di dapat luasan kolam retensi sebesar 5.107.584 m² dengan rencana kedalaman kolam retensi sebesar 3 m.

5.2. Saran

1. Bencana banjir merupakan persoalan bersama sebaiknya dilakukan kebijakan strategis untuk menyelesaikan persoalan banjir ini, serta diperlukan koordinasi yang baik antar pemerintah pusat dan juga

pemerintah daerah dalam menyatukan persepsi dan mencari solusi tentang persoalan banjir. Sehingga diharapkan akan tercipta solusi yang baik dalam penanganan masalah banjir tersebut.

2. Selanjutnya diperlukan kesadaran masyarakat akan pentingnya lingkungan dan daerah aliran sungai sehingga masyarakat tidak akan membuang sampah dan limbah rumah tangga ke badan sungai yang menyebabkan penyempitan badan aliran sungai tersebut. Selanjutnya di perlukan tata ruang dalam pembangunan kota yang baik dan terus mempertahankan penghijauan lingkungan yang ada karena sangat penting bagi peresapan air.
3. Hasil penelitian tulisan ini dapat diharapkan menjadi masukan yang berguna dalam proses penanganan banjir di Kota Medan.

DAFTAR PUSTAKA

- Chow, VT. (1970) *Hidrolika Saluran Terbuka*. PT. Gelora Aksara Pratama.
- Forman (1986) *Landscape Ecology*. John Wiley & Sons.Inc.
- Hadidhy, H. E. (2010) *Analisis Pengaruh Bendung terhadap Tanggul Banjir Sungai Ular*. Tugas Akhir. Universitas Sumatera Utara.
- Hasibuan, GM. (2004) *Model Koordinasi Kelembagaan Pengelolaan Banjir Perkotaan Terpadu*. Disertasi Perencanaan Wilayah USU. Medan.
- <http://123 dok kajian metode hidrograf satuan sintetik pada sungai deli.pdf>
- Prima, I. H. (2015) *Penentuan Tinggi Muka Air Banjir Sungai Deli*. Medan
- JICA (1992) *The Study On Belawan Padang Intregated River Basin Development*. Medan.
- Kamiana, I. M. (2011) *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Kodoatie (2005) *Tata Ruang Air On Intregated Water Resource Management in Indonesia*. Penerbit Andi.
- Montarcih, L. (2010) *Hidrologi Praktis*. Lubuk Agung. Bandung.
- Sandy (1985) *Morfologi Daerah Aliran Sungai*. Guru Besar Jurusan Geografi Universitas Indonesia. Jakarta.
- Sinukaban, N. (2007) *Peranan Konservasi Tanah dan Air dalam Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Ketua Umum Pengurus Pusat Jurusan Ilmu Tanah. Institut Pertanian Bogor.
- Soemarto, C. D. (1993) *Hidrolika Teknik*. Erlangga. Jakarta.
- Sosrodarsono, D. S. (2003) *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: Paradnya Paramita.
- Suripin (2004) *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta.
- Triatmojo, B. (1995) *Hidrolika II*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Waryono, T. (2001) *Fenomena Banjir di Wilayah Perkotaan (Studi Kasus Banjir DKI Jakarta 2002)*. Staf Pengajar Jurusan Geografi MIPA UI, Jakarta.
- Syifa, I. H. (2015) *Kajian Metode Hidrograf Satuan Sintetik Pada Sungai Deli*. Medan.

LAMPIRAN A
DATA PENELITIAN

Tabel L. 1: Data curah hujan dan curah hujan maksimum (BMKG).
 Stasiun: Belawan
 Koordinat: 3.788 LU; 98.715 BT

Thn	Jan	Fe	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Okt	Nov	Des	Max
2006	66	20	60	84	56	97	90	115	118	88	47	196	196
2007	50	51	31	35	84	40	58	63	100	98	103	79	103
2008	17	9	95	22	38	101	115	57	94	95	109	88	115
2009	74	34	0	30	68	48	72	92	87	57	96	36	96
2010	84	18	35	83	49	153	117	125	147	120	132	158	158
2011	102	8	147	119	131	139	132	166	185	156	141	83	185
2012	115	71	162	72	115	38	93	90	97	152	172	107	172
2013	66	35	98	95	95	87	117	125	97	75	95	103	125
2014	89	45	75	76	117	97	105	118	81	92	120	115	120
2015	90	12	55	55	95	98	98	97	125	132	90	88	132

Tabel L. 2: Data curah hujan dan curah hujan maksimum (BMKG).
 Stasiun: Biru-biru
 Koordinat: 3.400 LU; 98.688 BT

Thn	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Max
2006	129	18	20	40	48	40	84	148	50	64	78	61	148
2007	62	52	35	70	70	52	63	48	61	101	33	58	101
2008	108	38	45	55	94	26	33	60	93	83	64	100	108
2009	67	38	38	59	54	16	0	64	12	100	42	51	100
2010	100	17	64	48	73	24	75	29	62	54	29	29	100
2011	73	26	62	82	83	62	17	41	51	62	65	63	83
2012	0	42	43	50	74	35	111	106	61	47	53	42	111
2013	108	46	53	42	35	50	44	65	104	80	25	72	108
2014	30	24	62	65	55	55	25	72	39	143	21	43	143
2015	78	52	36	48	122	29	27	31	41	39	75	98	122

Tabel L. 3: Data curah hujan dan curah hujan maksimum (BMKG).
 Stasiun: Tuntungan
 Koordinat: 3.500 LU; 98.564 BT

Thn	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Max
2006	29	159	38	56	56	118	49	38	64	89	97	84	159
2007	36	40	13	31	60	33	45	46	60	219	113	113	219
2008	65	39	42	66	51	46	33	52	83	62	57	54	83
2009	39	62	52	38	69	66	25	25	72	86	87	71	87
2010	78	15	106	25	30	49	32	65	65	50	94	57	106
2011	99	16	128	27	65	80	36	75	78	72	58	58	128
2012	25	26	57	66	51	30	104	64	55	47	46	93	104
2013	69	40	79	54	100	67	50	76	80	140	38	90	140
2014	22	35	51	71	62	51	56	41	81	89	65	33	89
2015	22	23	36	14	162	32	40	65	65	147	109	169	169

LAMPIRAN B
SURAT PENGANTAR



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Brenda Ira Clara
Jenis Kelamin : Perempuan
Tempat/Tgl Lahir : Gunungsitoli, 16 Oktober 1995
Alamat : Jalan Seser Gg. Saudara No. 65 C, Medan
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Dicky Erwanto
Ibu : Lenny

JENJANG PENDIDIKAN

- ✓ SD Negeri 070975 Medan : Berijazah Tahun 2002
- ✓ SMP Negeri 5 Gungungsitoli : Berijazah Tahun 2005
- ✓ SMA Negeri 3 Medan : Berijazah Tahun 2009
- ✓ Melanjutkan kuliah di Fakultas Teknik Program Studi Sipil di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tahun 2010 hingga selesai.