

TUGAS AKHIR

**ANALISIS BANJIR RANCANGAN DAS DELI DENGAN
METODE HSS GAMA I DAN HSS NAKAYASU
(Studi Kasus)**

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

Disusun Oleh:

**RIZKY ARI ANANDA
1407210120**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rizky Ari Ananda

NPM : 1407210120

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Banjir Rancangan Das Deli Dengan Metode HSS
GAMA I Dan HSS NAKAYASU

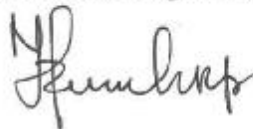
Bidang ilmu : Keairan.

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

Medan, Juli 2018

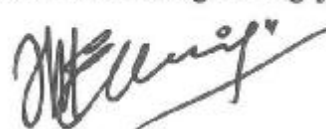
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



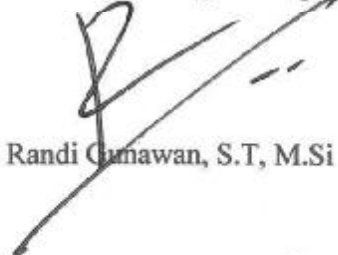
Dr. Rumillah Harahap, M.T

Dosen Pembimbing II / Peguji



Irma Dewi, S.T, M.Si

Dosen Pembanding I / Penguji



Randi Gumawan, S.T, M.Si

Dosen Pembanding II / Peguji



Citra Utami, S.T, M.T

Program Studi Teknik Sipil
Ketua,



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Rizky Ari Ananda

Tempat /Tanggal Lahir: Medan, 8 Januari 1996

NPM : 1407210120

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil,

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

“Analisis Banjir Rancangan DAS Deli Dengan Metode HSS GAMA I Dan HSS NAKAYASU”,

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

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

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

Medan, Juli 2018



Saya yang menyatakan,

Rizky Ari Ananda
Rizky Ari Ananda

ABSTRAK

ANALISIS BANJIR RANCANGAN DAS DELI DENGAN METODE HSS GAMA I DAN HSS NAKAYASU (STUDI KASUS)

Rizky Ari Ananda

1407210120

Dr.Hj. Rumillah Harahap, MT

Hj. Irma Dewi, ST, Msi

Sungai deli adalah salah satu sungai di propinsi Sumatera Utara, memiliki panjang 55 km dan luas DAS sebesar 834,15 km². Sungai ini tidak luput dari masalah banjir yang pada akhirnya dapat menyebabkan banyak kerusakan. Untuk perencanaan pengendalian banjir, pengamanan sungai, dan berbagai bangunan air di sungai perlu dilakukan analisis hidrologi untuk mendapatkan besaran banjir rencana. Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk memperoleh besaran debit banjir rencana dan membandingkan debit banjir agar memperoleh perbandingan debit banjir rencana. Dalam penelitian ini digunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik Gama I dan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu. Dalam hasil analisa curah hujan yang digunakan untuk perhitungan intensitas curah hujan adalah nilai distribusi curah hujan Log Pearson III periode ulang 10 tahun. Hasil analisis debit banjir rencana untuk masing-masing metode dengan periode ulang 10 tahun diperoleh analisis dari HSS Gama I sebesar 2418,245 m³/det sedangkan metode HSS Nakayasu sebesar 2547,694 m³/det. Dari hasil yang diperoleh di dapat perbandingan dari metode HSS Gama I dan HSS Nakayasu yaitu, 1 : 1,05.

Kata kunci: Sungai Deli, Banjir, dan Hidrograf Satuan Sintetik.

ABSTRACT

FLOOD DESIGN ANALYSIS DAS DELI WITH METHOD HSS GAMA I AND HSS NAKAYASU (CASE STUDY)

Rizky Ari Ananda

1407210120

Dr.Hj. Rumillah Harahap, MT

Hj. Irma Dewi, ST, Msi

Deli river is one of the river in the province of North Sumatra , having long 55 miles and broad das of 834,15 km² .This river absent from flood which in turn would causing much damage .For planning flood control , security river , and a range of buildings water in a river needs to be done analysis hydrology to get the flood plan .Writing duty end of this aims to obtain the discharge flood plans and compare discharge flood so as to obtain comparison discharge flood plan .In this research used method of hidrograf a unit of synthetic Gama I and hidrograf a unit of synthetic Nakayasu . In the results of the analysis of the precipitation of rain that is used as a means of calculation intensity of rainfall recently is the value of the distribution of the precipitation of rain a Log Pearson III candy businesses a period of 10 years.The results of the analysis discharge flood a last ditch plan to - each part severally and distinct each part severally and distinct a method of with the same period in 10 years they would have to re obtained analysis of HSS Gama I the first half of this 2418,245 m³ / sec while a method of HSS Nakayasu as much as 2547,694 m³ / sec .Than the results in which obtained in a can comparative of a method of HSS Gama I and HSS Nakayasu promised to supply , 1: 1,05 .

Keyword: Deli river, rainfall, Hydrograph Synthesis unit

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 “Analisis Banjir Rancangan Das Deli Dengan Metode HSS GAMA I Dan HSS NAKAYASU” 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. Ibu Dr. Hj. Rumillah Harahap, M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Hj. Irma Dewi, S.T, M.Si selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Randi Gunawan, S.T, M.Sc selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Citra Utami, S.T, M.T selaku Dosen Pembanding II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T, M.Sc selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Orang tua penulis: Ayahanda Adi Sakirman, dan Ibunda Almh. Netty Hariany, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
10. Sahabat-sahabat penulis: Nurul Chairina, Riky Milza Ndruru, March Abdul Ray Lubis, Nizar Fuadi, Rahmad Hariyadi, Azmi Arief ST, Ridho Sudarmanto, Fauzal Fikri serta Firis Adilla Siahaan S.T yang telah memberi semangat dan masukan yang sangat berarti bagi saya pribadi.
11. Buat teman-teman teknik sipil khususnya kelas A sore stambuk 2014, kelas keairan 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.

Medan, Juli 2018

Rizky Ari Ananda

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Pembahasan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Hidrologi	4
2.2 Curah Hujan Efektif	6
2.2.1 Rata-Rata Aljabar	7
2.2.2 Metode Poligon Thiessen	7
2.2.3 Metode Isohyet	9
2.3 Distribusi Frekuensi Curah Hujan	9
2.3.1 Distribusi Normal	11
2.3.2 Distribusi Log Normal	12
2.3.3 Distribusi Log Person III	13
2.3.4 Distribusi <i>Gumbel</i>	15
2.4 Uji Distribusi Frekuensi Curah Hujan	17
2.4.1 Uji Chi Kuadrat	17
2.4.2 Uji Smirnov Kolmogorof	18

2.5 Hidrograf Satuan Sintetik	19
2.5.1 Metode HSS Gama I	19
2.5.2 Metode HSS Nakayasu	21
BAB 3 METODE PENELITIAN	24
3.1 Bagan Alir Penelitian	24
3.2 Lokasi Penelitian	25
3.3 Rancangan Penelitian	26
BAB 4 ANALISA PEMBAHASAN	28
4.1 Analisa hidrologi	28
4.2 Perhitungan Curah Hujan Kawasan DAS Deli	28
4.3 Perhitungan Koefisien Pengaliran DAS Deli	32
4.4 Penentuan Pola Distribusi Hujan	35
4.4.1 Metode Distribusi Normal	35
4.4.2 Metode Distribusi Log Normal	37
4.4.3 Metode Distribusi Log Pearson III	39
4.4.4 Metode Distribusi Gumbel	41
4.5 Analisa Pemilihan Distribusi Curah Hujan	43
4.5.1 Analisa Frekuensi Curah Hujan	43
4.5.2 Jenis Distribusi	44
4.5.3 Uji Sebaran Chi Kuadrat (Chi Square Test)	45
4.5.4 Uji Sebaran Smirnov-Kolmogorov	50
4.5.5 Perhitungan intensitas curah hujan jam-jaman	53
4.6 Analisa Hidrograf Satuan Sintetik	55
4.6.1 Hidrograf Satuan Gama I	55
4.6.2 Hidrograf Satuan Nakayasu	59
BAB 5 PENUTUP	66
5.1 Kesimpulan	66
5.1 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Tabel Pemilihan Jenis Distribusi	10
Tabel 2.2: Nilai Variabel Reduksi Gauss	11
Tabel 2.3: Nilai K untuk distribusi Log Normal	12
Tabel 2.4: Nilai K untuk distribusi Log Person III	14
Tabel 2.5: Standard Deviasi (Y_n) untuk Distribusi Gumbel	16
Tabel 2.6: Reduksi Variant (YTR) sebagai fungsi periode ulang Gumbel	16
Tabel 2.7: Reduksi Standard Deviasi (S_n) untuk distribusi Gumbel	17
Tabel 4.1: Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Polonia	29
Tabel 4.2: Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Batang kuis	29
Tabel 4.3: Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Belawan	29
Tabel 4.4: Luas Areal Pengaruh Stasiun Hujan DAS Deli	31
Tabel 4.5: Curah Hujan Maksimum rata-rata sungai Deli	31
Tabel 4.6: Rangking Curah Hujan Maksimum Rata-Rata Sungai Deli	32
Tabel 4.7: Zona Penggunaan Lahan DAS Deli	33
Tabel 4.8: Nilai Koefisien Pengaliran Di DAS Deli	33
Tabel 4.9: Analisa Curah Hujan Distribusi Normal	35
Tabel 4.10: Analisa Curah Hujan Rencana Dengan Metode Distribusi Normal	36
Tabel 4.11: Analisa Curah Hujan Dengan Distribusi Log Normal	37
Tabel 4.12: Analisa Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Log Normal	38
Tabel 4.13: Analisa Curah Hujan dengan Distribusi Log Pearson III	39
Tabel 4.14: Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log Pearson III	39
Tabel 4.15: Analisa Curah Hujan dengan Distribusi Gumbel	41
Tabel 4.16: Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Gumbel	42
Tabel 4.17: Resume Perhitungan Frekuensi Curah Hujan Kala Ulang DAS Deli	42
Tabel 4.18: Analisa Frekuensi Curah Hujan	43
Tabel 4.19: Uji Parameter Statistik Untuk Menentukan Jenis Sebaran	45
Tabel 4.20: Data Curah Hujan	45
Tabel 4.21: Analisis Uji Distribusi Chi Kuadrat Distribusi Normal	46
Tabel 4.22: Analisis Uji Distribusi Chi Kuadrat Distribusi Log Normal	47
Tabel 4.23: Analisis Uji Distribusi Chi Kuadrat Distribusi Log Pearson III	47

Tabel 4.24: Analisis Uji Distribusi Chi Kuadrat Distribusi Gumbel	48
Tabel 4.25: Perhitungan Nilai X^2 Untuk Distribusi Normal	48
Tabel 4.26: Perhitungan Nilai X^2 Untuk Distribusi Log Normal	48
Tabel 4.27: Perhitungan Nilai X^2 Untuk Distribusi Log Pearson III	49
Tabel 4.28: Perhitungan Nilai X^2 Untuk Distribusi Gumbel	49
Tabel 4.29: Rekapitulasi X^2 Dan X^2_{cr}	50
Tabel 4.30: Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Normal	50
Tabel 4.31: Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Log Normal	51
Tabel 4.32: Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Log Pearson III	51
Tabel 4.33: Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Gumbel	52
Tabel 4.34: Rekapitulasi Simpangan Maksimum (ΔP) Keseluruhan Distribusi Probabilitas	52
Tabel 4.35: Perhitungan Analisa Intensitas Curah Hujan	54
Tabel 4.36: Parameter Untuk Menghitung HSS Gama I	55
Tabel 4.37: Tabel Hasil Perhitungan HSS Gama I	56
Tabel 4.38: Parameter Untuk Menghitung HSS Nakayasu	59
Tabel 4.39: Hujan Efektif Daerah Pengaliran	59
Tabel 4.40: Tabel Hasil Perhitungan HSS Nakayasu	61
Tabel 4.41: Perbandingan Perhitungan HSS Gama I dan HSS Nakayasu	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Siklus Hidrologi	6
Gambar 2.2: Cara Rata-Rata Aljabar	7
Gambar 2.3: Cara Poligon Thiessen	8
Gambar 2.4: Cara Metode Isohyet	9
Gambar 2.5: Model Hidrograf Nakayasu	22
Gambar 3.1: Bagan Alir Penelitian Tugas Akhir	24
Gambar 3.2: Peta Wilayah Sungai Deli	25
Gambar 4.1: Polygon Thiessen DAS Deli	30
Gambar 4.2: Peta Rencana Tata Ruang Kota Medan	32
Gambar 4.3: Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Gama I	58
Gambar 4.4: Grafik HSS Gama I Akibat Hujan	58
Gambar 4.5: Skema Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu	61
Gambar 4.6: Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu	63
Gambar 4.7: Grafik HSS Nakayasu Akibat hujan	63
Gambar 4.8: Grafik Perbandingan HSS Nakayasu Akibat hujan	65

DAFTAR NOTASI

A	= Luas daerah aliran sungai
A_n	= Luas daerah pengaruh pos penakar hujan
B	= Koefisien reduksi
C	= Koefisien pengaliran
C_k	= Koefisien kurtosis
C_s	= Koefisien kemencengan “Skewness”
C_v	= Koefisien variasi
D	= Kerapatan jaringan
d	= Tinggi curah hujan rata-rata d_1, d_2, \dots
DK	= Derajat kebebasan
d_n	= Tinggi curah hujan pada pos penakar 1, 2, ..., n
EF	= Nilai yang diharapkan
EO	= Nilai yang diamati
I	= Intensitas hujan
JK	= Jumlah kelas
JN	= Jumlah pertemuan sungai
K	= Variabel reduksi
k	= $1 + 3,22 \log n$
L	= Panjang Sungai
Log X	= Harga rata-rata dari data
m	= Nomor urut dari nomor kecil ke besar
N	= Jumlah stasiun hujan
n	= Banyak pos penakaran/banyaknya data
P	= Faktor keterikatan (untuk pengujian Chi-Square)
Pe	= Peluang empiris
Pt	= Peluang teoritis
Q_b	= Aliran dasar
Q_p	= Debit puncak

Q_t = Debit pada saat t jam
 RUA = Luas relatif DPS sebelah hulu
 R_o = Hujan satuan
 R_{24} = Curah hujan maksimum harian selama 24 jam
 S = Landai sungai rata-rata
 SF = Faktor sumber
 SIM = Faktor simetris
 SN = Frekuensi sumber
 S_N = Reduced standard deviation sebagai fungsi dari banyak data
 S_x = Standard deviasi
 $S_x \log X$ = Standar deviasi dari logaritma
 t_b = waktu dasar
 t_r = waktu naik
 T_p = Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir
 $T_{0,3}$ = Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit dari puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak
 t_g = *Time lag* yaitu waktu antara hujan sampai debit puncak banjir
 X = Rata- rata hitung variat
 X_T = Besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun
 Y_N = Reduced mean sebagai fungsi dari banyak data
 Y_T = Reduced variate sebagai fungsi dari periode ulang T
 α = Parameter hidrograf

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Curah hujan, panjang sungai dan kemiringan sungai dan luas disuatu DAS (Daerah Aliran Sungai) merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya banjir juga mempengaruhi stabilitas keamanan dan kelayakan hidup dari suatu populasi yang ada di wilayah-wilayah tersebut. Curah hujan yang cukup tinggi akhir-akhir ini merupakan penyebab utama terjadinya banjir.

Banjir merupakan aliran air yang relatif tinggi melebihi kapasitas tampungan air yang ada disungai. Faktor penyebab banjir sangat kompleks karena melibatkan alam (meteorologi dan hidrologi), tata guna lahan, kegiatan manusia, pembangunan infrastruktur, dan lain lain. Faktor- faktor inilah yang saling berinteraksi atas terjadinya banjir sangat besar sehingga merugikan makhluk hidup di bumi.

Salah satu permasalahan banjir diakibatkan oleh faktor alam adalah curah hujan yang tinggi dan aliran air disungai yang secara hidrologis digambarkan sebagai hidrograf dengan puncak dan volume banjir. Curah hujan yang jatuh diatas DAS, kebanyakan menjadi limpasan langsung yang terdiri dari limpasan permukaan dan *interflow*. Aliran semacam ini dapat menghasilkan puncak banjir yang tinggi. Kejadian debit maksimum atau banjir puncak hanya beberapa saat tapi dapat menghancurkan tanggul atau tebing, menggenangi pemukiman dan persawahan, mengganggu aktifitas manusia dan lain-lain.

Sungai Deli adalah salah satu sungai yang ada di pulau Sumatera yang merupakan pusat penghidupan sebagian masyarakat Sumatera Utara. Sungai Deli memiliki panjang 55 kilometer (km), sungai Deli mempunyai fungsi penting sebagai sumber air untuk PDAM dan kebutuhan air untuk masyarakat sekitar. Hampir setiap tahun sungai deli mengalami banjir apabila curah hujan tinggi.

Untuk mengurangi resiko terjadinya kerusakan akibat banjir dibutuhkan upaya pengendalian banjir. Perencanaan pengendalian banjir disuatu DAS dapat dilakukan dengan baik apabila debit banjir rencana diketahui. Hidograf satuan

adalah salah satu metode yang bisa digunakan untuk menghitung debit banjir, namun karena ketersediaan data yang diperlukan untuk menurunkan hidrograf satuan sangat sulit di dapat maka digunakan analisis hidrograf satuan sintetis (HSS). Penelitian analisis banjir rancangan sungai Deli ini menggunakan metode HSS, yaitu HSS Gama I dan HSS Nakayasu. Karena HSS Gama I dan HSS Nakayasu lebih efisien dan lebih sederhana perhitungannya dibandingkan HSS dan metode lainnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah disebutkan diatas maka untuk kebutuhan analisis banjir rancangan di sungai deli yang mengalami keterbatasan data perlu dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang diatas, maka yang menjadi batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Analisis hidrologi menggunakan data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun dari 3 stasiun, yaitu Pos Polonia, Pos Batang Kuis dan Pos Belawan di Sungai Deli.
2. Metode yang digunakan adalah metode HSS Gama 1 dan HSS Nakayasu.
3. Menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik sebagai cara praktis dalam menentukan debit banjir DAS Deli.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Untuk mengetahui besaran debit banjir rencana di Sungai Deli.
2. Untuk membandingkan debit banjir rencana HSS Gama 1 dengan HSS Nakayasu pada DAS Deli.
3. Untuk mendapatkan hasil metode yang baik digunakan dalam merencanakan debit banjir rencana di Sungai Deli

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang penggunaan metode HSS Gama 1 dan HSS Nakayasu dalam analisis banjir rancangan di DAS Deli.

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 pembahasan tentang latar belakang masalah sehingga dilakukan penelitian ini, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian 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 serta mendeskripsikan lokasi penelitian yang akan dianalisis.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Menganalisa perencanaan pengembangan dari segala aspek, baik dari segi curah hujan dan debit banjir maksimum.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

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

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hidrologi

Hidrologi merupakan tahapan awal perencanaan suatu rancang bangunan dalam suatu DAS untuk memperkirakan besarnya debit banjir yang terjadi di daerah tersebut. Pada saat air hujan jatuh ke bumi, sebagian air jatuh langsung ke permukaan bumi dan ada juga yang terhambat oleh vegetasi (intersepsi). Intersepsi memiliki 3 macam, yaitu *interception loss*, *through fall*, dan *stem flow*. *Interception loss* adalah air yang jatuh ke vegetasi tetapi belum sampai mencapai tanah sudah menguap. *Through fall* adalah air hujan yang tidak langsung jatuh ke bumi, tetapi terhambat oleh dedaunan terlebih dahulu. *Stem flow* adalah air hujan yang jatuh ke vegetasi dan mengalir melalui batang vegetasi tersebut.

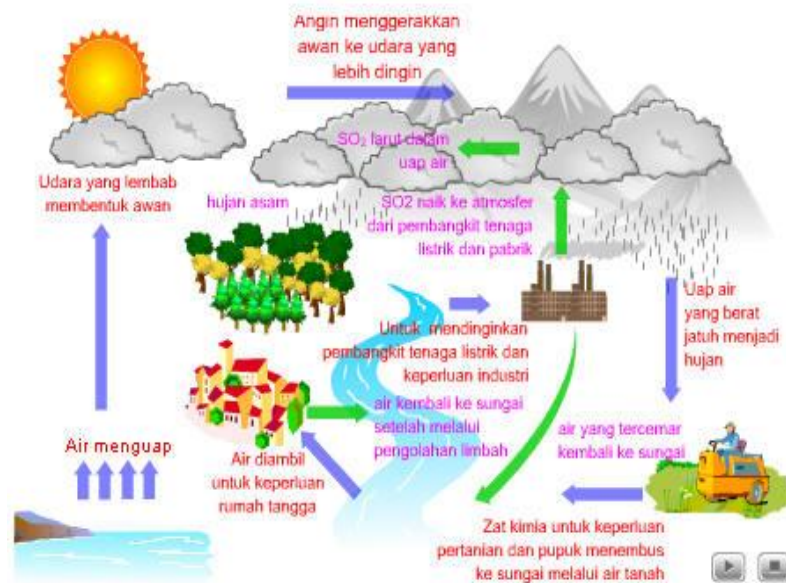
Air hujan yang terhambat vegetasi sebagian ada yang menguap lagi atau mengalami evaporasi ada juga yang kemudian jatuh ke permukaan tanah (*through fall*). Air hasil *through fall* ini mengalir di permukaan dan berkumpul di suatu tempat menjadi suatu run off seperti sungai, danau, dan bendungan apabila kapasitas lengas tanah sudah maksimal yaitu tidak dapat menyerap air lagi. Dalam lengas tanah, ada zona aerasi yaitu zona transisi dimana air didistribusikan ke bawah (infiltrasi) atau ke atas (air kapiler). Semakin besar infiltrasi, tanah akan semakin lembab dan setiap tanah memiliki perbedaan kapasitas penyimpanan dan pori-pori tanah yang berbeda-beda.

Vegetasi mengalami fotosintesis pada saat siang hari dan mengalami transpirasi. Peristiwa berkumpulnya uap air di udara dari hasil evaporasi dan transpirasi disebut evapotranspirasi. Evapotranspirasi dikontrol oleh kondisi atmosfer di muka bumi. Evaporasi membutuhkan perbedaan tekanan di udara. Potensi evapotranspirasi adalah kemampuan atmosfer memindahkan air dari permukaan ke udara, dengan asumsi tidak ada batasan kapasitas. Air yang jatuh di permukaan sebagian ada yang mengalami infiltrasi atau diserap oleh tanah. Kapasitas infiltrasi tergantung dari tekstur tanah, vegetasi, lengas tanah, kemiringan lereng, dan waktu.

Air tersebut memasuki celah-celah batuan yang renggang di dalam bumi atau mengalami perkolasi untuk mengisi persediaan air tanah. Air tanah dapat muncul ke permukaan tanah karena air memiliki kapilaritas yang tinggi. Dalam air tanah ada zona *aquifer* (zona penahan air) yaitu menyediakan simpanan air yang besar yang mengatur siklus hidrologi dan berpengaruh pada aliran air. Air tanah juga dapat menyuplai debit air sungai apabila jalur air tanah terputus oleh jalur sungai. Air tanah dapat berkurang apabila digunakan manusia untuk keperluan sehari-hari.

Selain itu, air yang langsung jatuh ke permukaan tanah langsung mengisi *channel storage* contohnya sungai, danau, dan bendungan lalu menjadi *run off*. Tipe-tipe aliran adalah *over land flow*, *through flow*, dan *base flow*. *Over land flow* terjadi apabila ketika kapasitas presipitasi melebihi batas infiltrasi. *Through flow* adalah air perkolasi yang bergerak di zona perkolasi yang bergerak pada horizon tanah. *Baseflow* adalah air yang bergerak di atas aliran air untuk pengukuran muka air. *Channel storage* ini mengalami infiltrasi untuk mengisi persediaan air tanah apabila dasar suatu *channel storage* jaraknya jauh dari tempat persediaan air tanah. Sebagian air pada *channel storage* mengalami evaporasi kembali karena pengaruh panas matahari.

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 lahan-lahan ke permukaan tanah. (Rumilla Harahap, 2014).



Gambar 2.1: Siklus hidrologi (Rumilla Harahap, 2014).

2.2 Curah Hujan Efektif

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.

Data hujan yang diperoleh dari alat penakar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat atau titik saja (*point rainfall*). Mengingat hujan yang sangat bervariasi terhadap tempat (*space*), maka untuk kawasan yang luas, satu alat penakar hujan belum dapat menggambarkan hujan wilayah tersebut. Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari harga rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar hujan yang ada didalam dan disekitar kawasan tersebut (Suripin, 2004).

Suripin (2004) menerangkan bahwa ada tiga cara yang digunakan dalam menghitung hujan rerata kawasan, yaitu:

1. Rata-Rata Aljabar
2. Metode Poligon Thiessen

3. Metode Isohyet

2.2.1 Rata-Rata Aljabar

Merupakan metode yang paling sederhana dalam perhitungan hujan kawasan. Metode ini didasarkan pada asumsi bahwa semua penakar hujan mempunyai pengaruh yang setara. Cara ini cocok untuk kawasan dengan topografi rata atau datar, alat penakar tersebut merata/hampir merata dan harga individual curah hujan tidak terlalu jauh dari harga rata-ratanya.

Persamaan dalam hitungan hujan rata-rata dengan metode rata-rata aljabar dapat kita rumuskan seperti berikut:

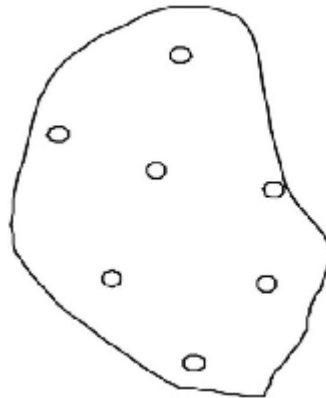
$$d = \frac{d_1+d_2+d_3\dots+d_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n} \quad (2.1)$$

Dimana:

d = tinggi curah hujan rata-rata, $d_1, d_2 \dots$

d_n = tinggi curah hujan pada pos penakar 1, 2, \dots , n , dan

n = banyak pos penakaran..



Gambar 2.2: Cara rata-rata aljabar (Suripin, 2004).

2.2.2 Metode Poligon Thiessen

Metode ini dikenal juga sebagai metode rata-rata timbang (*weighted mean*). Cara ini memberikan proporsi luasan daerah pengaruh pos penakar hujan untuk mengakomodasi ketidakseragaman jarak. Daerah pengaruh dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara

dua pos penakar terdekat. Diasumsikan bahwa variasi hujan antara pos yang satu dengan yang lainnya adalah linier dan bahwa sembarang pos dianggap dapat mewakili kawasan terdekat.

Hasil metode poligon Thiessen lebih akurat dibandingkan dengan metode rata-rata aljabar. Cara ini cocok untuk daerah datar dengan luas 500 – 5000km², dan jumlah pos penakar hujan terbatas dibandingkan luasnya.

Cara ini diperoleh dengan membuat poligon yang memotong tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung dua stasiun hujan.

Rumus:

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

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

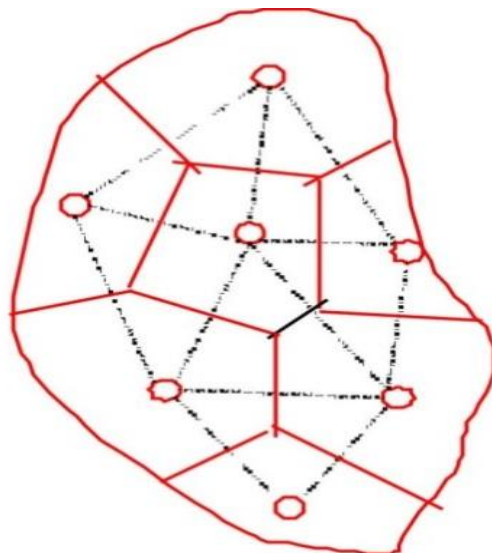
Dimana :

d = tinggi curah hujan rerata daerah (mm),

d_n = hujan pada pos penakar hujan (mm),

A_n = luas daerah pengaruh pos penakar hujan (km²), dan

A = luas total DAS (km²).



Gambar 2.3: Cara poligon Thiessen (Suripin, 2004).

2.2.3 Metode Isohyet

Metode ini merupakan metode yang paling akurat untuk menentukan hujan rata-rata, namun diperlukan keahlian dan pengalaman. Cara ini memperhitungkan secara akurat pengaruh tiap-tiap pos penakar hujan. Dengan kata lain, asumsi metode Thiessen yang secara membabi buta menganggap bahwa tiap-tiap pos penakar mencatat kedalaman yang sama untuk daerah sekitarnya dapat dikoreksi.

Rumus yang digunakan:

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

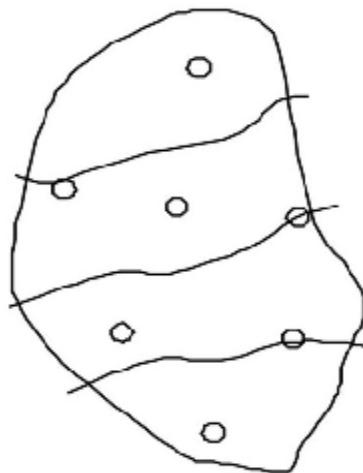
$$d = \frac{\sum \frac{d_{i-1}+d_i}{2} A_i}{\sum A_i} \quad (2.5)$$

dimana :

d = tinggi curah hujan rata-rata areal,

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

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



Gambar 2.4: Cara metode Isohyet (Suripin, 2004)

2.3 Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Suripin (2004), menyebutkan bahwa analisis frekuensi diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan baik yang manual maupun yang otomatis. Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang

telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan dimasa yang akan datang. Dengan anggapan bahwa sifat statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu. Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan empat jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi adalah:

- a. Distribusi Normal
- b. Distribusi Log Normal
- c. Distribusi Log Person III
- d. Distribusi Gumbel

Analisis data hidrologi dengan menggunakan statistika yang bertujuan untuk memprediksi suatu besaran hujan atau debit dengan masa ulang tertentu. Analisis frekuensi dalam penelitian ini menggunakan data maksimum tahunan, data hujan harian dan data hujan harian maksimum rerata maksimum. Distribusi hujan dapat dipilih sesuai parameter statistik seperti nilai rerata, standar deviasi, koefisien variasi, dan koefisien skewness dari rata yang ada diikuti uji statistik.

Distribusi frekuensi memiliki beberapa jenis antara lain distribusi normal, Log Normal, Gumbel dan Log Person III. Untuk mengetahui jenis yang digunakan maka harus mengetahui syarat-syarat yang bisa masuk, dengan menghitung parameter statistiknya. Syarat pemilihan jenis distribusi dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Tabel Pemilihan Jenis Distribusi (Suripin, 2004).

No.	Jenis Distribusi	Syarat
1	Normal	$C_s=0$ $C_k=0$
2	Log Person	$C_s (\ln x) = C_v^3 + 3C_v$ $C_k (\ln x) = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
3	Log Person Tipe III	Jika semua syarat tidak terpenuhi
4	Gumbel	$C_s = 1.14$ $C_k = 5.4$

Suripin (2004), menyebutkan bahwa pada situasi tertentu, walaupun data yang diperkirakan mengikuti distribusi sudah dikonversi kedalam bentuk logaritmis, ternyata kedekatan antara data dan teori tidak cukup kuat untuk menjustikasi pemakaian Log Normal. Person telah mengembangkan serangkaian fungsi probabilitas yang dapat dipakai hampir semua distribusi probabilitas empiris. Tidak seperti konsep yang melatar belakangi pemakaian distribusi Log Normal untuk banjir puncak, maka distribusi probabilitas ini hampir tidak berbasis teori.

Distribusi ini dipakai karena fleksibilitasnya. Log person tipe III menjadi perhatian para ahli sumber daya air karena memiliki (i) harga rata-rata, (ii) simpangan baku dan (iii) koefisien kemencengan. Yang menarik, jika koefisien kemencengan sama dengan nol, distribusi kembali ke distribusi Log Normal.

2.3.1 Distribusi Normal

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

$$X_T = X + S_x \times K \quad (2.6)$$

Dimana:

X_T = variate yang diekstrapolasikan yaitu besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T (tahun)

$$X = \text{harga rata-rata dari data} = \frac{\sum_1^n x_i}{n}$$

K = variabel reduksi

S_x = standard deviasi

Tabel 2.2: Nilai Variabel Reduksi *Gauss* (Suripin, 2004).

No	Periode Ulang, T (tahun)	Peluang	KT
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

Tabel 2.2: *Lanjutan.*

No	Periode Ulang, T (tahun)	Peluang	KT
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

2.3.2 Distribusi Log Normal

Untuk menganalisis frekuensi hujan menggunakan metode distribusi log normal dengan persamaan berikut:

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

Dimana:

X_T = variate yang diekstrapolasi yaitu besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T (tahun)

$\text{Log } X$ = harga rata-rata dari data

$S_x \cdot \text{Log } X$ = standard deviasi

K = variabel reduksi

Tabel 2.3 : Nilai K untuk distribusi Log Normal (Suripin, 2004).

No	Periode Ulang, T (tahun)	Peluang	KT
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58

Tabel 2.3 : *Lanjutan.*

No	Periode Ulang, T (tahun)	Peluang	KT
3	1,01	0,99	-2,33
4	1,05	0,95	-1,64
5	1,11	0,9	-1,28
6	1,25	0,8	-0,84
7	1,33	0,75	-0,67
8	1,43	0,7	-0,52
9	1,67	0,6	-0,25
10	2	0,5	0
11	2,5	0,4	0,25
12	3,33	0,3	0,52
13	4	0,25	0,67
14	5	0,2	0,84
15	10	0,1	1,28
16	20	0,05	1,64
17	50	0,02	2,05
18	100	0,01	2,33
19	200	0,005	2,58
20	500	0,002	2,88
21	1,000,000	0,001	3,09

2.3.3 Distribusi Log Person III

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode Log Person Type III, dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + \text{Ktr} \cdot S_x \quad (2.8)$$

Dimana:

X_T = variate yang diekstrapolasikan yaitu besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T (tahun)

$\text{Log } X$ = harga rata-rata dari data

S_x = standard deviasi

dengan periode ulang T. $CS = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (\log Xi - \text{Log } X)^2}{n}$

Tabel 2.4: Nilai K (faktor frekuensi) untuk distribusi Log Person III (Suripin, 2004).

(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

Tabel 2.4: *Lanjutan.*

(Cs)	Periode Ulang Tahun							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
-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	0,935	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
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810

2.3.4 Distribusi *Gumbel*

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode *E.J Gumbel* dengan persamaan sebagai berikut:

$$X_T = X + K \cdot S_x \quad (2.9)$$

Dimana:

X_T = variate yang diekstrapolasikan yaitu besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T (tahun)

$$X = \text{harga rata-rata dari data} = \frac{\sum_1^n x_i}{n}$$

S_x = standard deviasi

K = variabel reduksi

Untuk menghitung variabel reduksi E.J. Gumbel mengambil harga:

$$K = \frac{Y_T - Y_N}{S_N} \quad (2.10)$$

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)

Tabel 2.5: Standard Deviasi (Yn) untuk Distribusi Gumbel (Suripin, 2004)

No	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,495	0,500	0,504	0,507	0,510	0,513	0,516	0,518	0,520	0,522
20	0,524	0,525	0,527	0,528	0,530	0,531	0,532	0,533	0,534	0,535
30	0,536	0,537	0,538	0,539	0,540	0,540	0,541	0,542	0,542	0,535
40	0,544	0,544	0,545	0,545	0,546	0,546	0,547	0,473	0,548	0,548
50	0,549	0,549	0,549	0,550	0,550	0,550	0,551	0,551	0,552	0,552
60	0,552	0,552	0,553	0,553	0,553	0,554	0,554	0,554	0,554	0,555
70	0,555	0,555	0,555	0,556	0,556	0,556	0,556	0,556	0,557	0,557
80	0,557	0,557	0,557	0,557	0,558	0,558	0,558	0,558	0,558	0,559
90	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559	0,560	0,560	0,560	0,560
100	0,560	0,560	0,560	0,560	0,561	0,561	0,561	0,561	0,551	0,561

Untuk mendapatkan nilai reduksi variant (YTR) sebagai fungsi periode ulang Gumbel diperoleh dari Tabel 2.6.

Tabel 2.6: Reduksi Variant (YTR) sebagai fungsi periode ulang Gumbel (Suripin, 2004).

Periode Ulang, TR (Tahun)	Reduced Variate, YTR (Tahun)	Periode Ulang TR (Tahun)	Reduced Variate, YTR (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	3,3117	10000	9,2121

Dan untuk mendapatkan nilai reduksi standard deviasi (Sn) diperoleh dari tabel 2.7. dibawah ini yang berfungsi sebagai distribusi Gumbel.

Tabel 2.7: Reduksi Standard Deviasi (Sn) untuk distribusi Gumbel (Suripin, 2004).

NO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,94	0,96	0,99	0,99	0,99	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	1,90	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
100	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,208	1,20	1,20	1,209	1,209

2.4 Uji Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Rumilla harahap, (2014) menerangkan diperlukan penguji parameter untuk menguji kecocokan (*the goodness of fittest test*) distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering dipakai adalah:

- a. Chi-kuadrat
- b. Smirnov-Kolmogrov

2.4.1 Uji Chi-Kuadrat

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

$$X^2_{Hit} = \sum_{i=1}^k \frac{(EF-EO)^2}{EF} \quad (2.11)$$

Dimana :

$$k = 1 + 3,22 \text{ Log } n$$

EO = nilai yang diamati

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:

$$DK = JK - (P + 1) \quad (2.12)$$

Dimana :

DK = derajat kebebasan,

JK = jumlah kelas, dan

P = faktor keterikatan (untuk pengujian *Chi-Square* mempunyai keterikatan 2).

2.4.2 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:

$$p = \frac{m}{n+1} \times 100\% \quad (2.13)$$

Dimana :

m = nomor urut dari nomor kecil ke besar

n = banyaknya data

- b. tarik garis dengan mengikuti persamaan:

$$\text{Log } X_T = \log X + G. Sd \quad (2.14)$$

Dari grafik plotting diperoleh perbedaan maksimum antara distribusi teoritis dan empiris

$$\Delta_{\max} = P_e - P_t \quad (2.15)$$

Dimana :

P_e = peluang empiris

P_t = peluang teoritis

2.5 Hidrograf Satuan Sintetik

Sri Harto (2000), menerangkan bahwa untuk membuat hidrograf banjir pada sungai-sungai dilakukan observasi hidrograf banjirnya, maka perlu dicari karakteristik atau parameter daerah pengaliran tersebut terlebih dulu, misalnya waktu untuk mencapai puncak hidrograf (*time to peak magnitude*) lebar dasar, luas, kemiringan, panjang alur terpanjang (*length of the longest channel*), koefisien limpasan (*runoff coefficient*) dan sebagainya.

Banyak ragam hidrograf satuan sintetik (HSS) yang telah dikembangkan. Berikut beberapa HSS yang umum digunakan dan dikenal dalam praktek:

- a. HSS Gama I
- b. HSS Nakayasu

2.5.1 Metode HSS GAMA I

Sifat-sifat daerah aliran sungai dalam metode HSS Gamma I adalah sebagai berikut:

- a. Faktor sumber (*source factor*, SF) adalah perbandingan antara jumlah panjang sungai-sungai tingkat satu dengan jumlah panjang sungai semua tingkat.
- b. Frekuensi sumber (*source frequency*, SN) ditetapkan sebagai perbandingan antara jumlah pangsa sungai semua tingkat.
- c. Faktor simetri (*symmetry factor*, SIM), ditetapkan sebagai hasil kali antara faktor lebar (WF) dengan luas relatif DPS sebelah hulu (RUA).
- d. Faktor lebar (*width factor*, WF) adalah perbandingan antara lebar DAS yang diukur dari titik di sungai yang berjarak $\frac{3}{4} L$ dan lebar DPS yang diukur dari titik di sungai yang berjarak $\frac{1}{4} L$ dari tempat pengukuran.
- e. Luas relatif DPS sebelah hulu (*relative upper catchment area*), yaitu perbandingan antara luas DPS sebelah hulu garis yang ditarik terhadap garis yang menghubungkan titik tersebut dengan tempat pengukuran dengan luas DPS.

Rumus-rumus yang digunakan dalam metode HSS GAMA 1 adalah sebagai berikut:

$$B = 1,5518 \cdot N^{0,14991} \cdot A^{-0,2725} \cdot S^{-0,0733} \quad (2.16)$$

Dimana:

- N = jumlah stasiun hujan
 A = luas DAS (km²)
 SIM = faktor simetris
 S = landai sungai rata-rata
 B = koefisien reduksi

Menghitung waktu puncak HSS Gama I (t_r) dengan rumus berikut:

$$t_r = 0,43 \left(\frac{L}{100SF} \right)^3 + 1,0665 \text{ SIM} + 1,2775 \quad (2.17)$$

Dimana:

- t_r = waktu naik (jam)
 L = panjang sungai induk (km)
 SF = faktor sumber
 SIM = faktor simetris

Menghitung debit puncak banjir HSS Gama I (Q_p) dengan rumus berikut:

$$Q_p = 0,1836 A^{0,5886} JN^{-0,2381} t_r^{-0,4008} \quad (2.18)$$

Dimana:

- Q_p = debit puncak (m³/det)
 JN = jumlah pertemuan sungai

Menghitung waktu dasar pada metode HSS Gama I (t_b) dengan rumus sebagai berikut:

$$t_b = 27,4132.t_r^{0,1457} .S^{-0,0986} .SN^{0,7344} .RUA^{0,2574} \quad (2.19)$$

Dimana:

- S = landai sungai rata-rata
 SN = frekuensi sumber
 RUA = luas relative DPS sebelah hulu (km²)

Menghitung koefisien tampungan (K) pada metode HSS Gama I dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$K = 0,5617.A^{0,1798} .S^{-0,1446} .SF^{-1,0897} .D^{-0,0452} \quad (2.20)$$

Dimana:

K = koefisien tampungan (jam)

A = luas DAS (km²)

S = landai sungai rata-rata

SF = faktor sumber

D = kerapatan jaringan

Menghitung aliran dasar sungai dihitung dengan rumus:

$$Q_b = 0,475 \cdot A^{0,6444} \cdot D^{0,9430} \quad (2.21)$$

Dimana:

Q_b = aliran dasar (m³/det)

A = luas DAS (km²)

D = kerapatan jaringan

2.5.2 Metode HSS Nakayasu

Hidrograf satuan sintetik DR.Nakayasu telah berulang kali diterapkan.

1. Rumus dari hidrograf satuan Nakayasu adalah:

$$Q_p = \frac{C \cdot A \cdot R_o}{3,6 \cdot (0,3 \cdot T_p + T_{0,3})} \quad (2.22)$$

$$T_p = t_g + 0,8 t_r \quad (2.23)$$

$$t_g = 0,21 \times L^{0,7} \quad (L < 15 \text{ km}) \quad (2.24)$$

$$t_g = 0,4 + 0,058 \times L \quad (L > 15 \text{ km}) \quad (2.25)$$

$$T_{0,3} = \alpha \times t_g \quad (2.26)$$

$$Q_t = \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2,4} \times Q_p \quad (2.27)$$

Dengan:

Q_p = debit puncak banjir (m³/det)

C = koefisien pengaliran

R_0 = hujan satuan (mm)

A = luas DAS (km^2)

T_p = tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

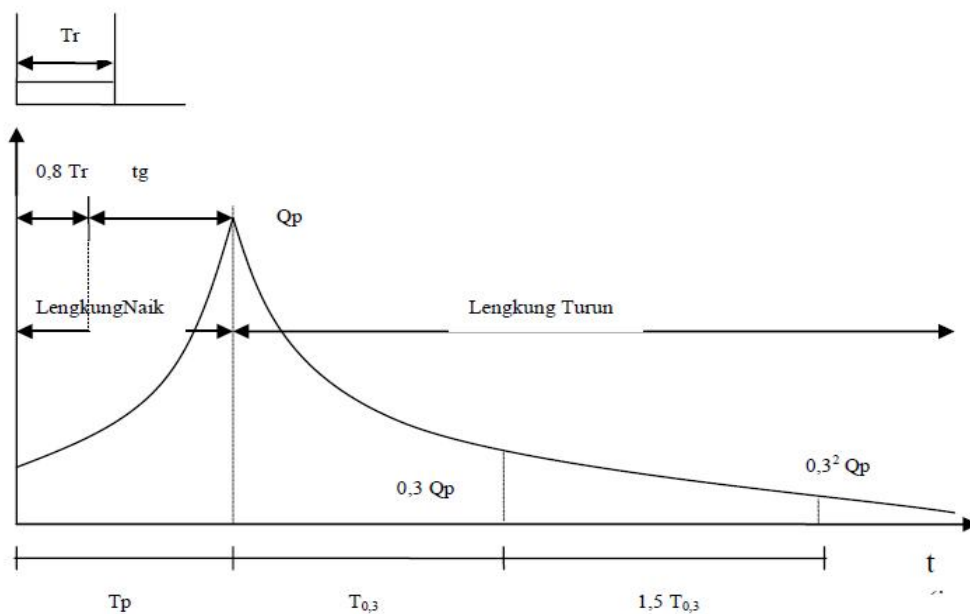
$T_{0,3}$ = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit dari puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak

t_g = time lag yaitu waktu antara hujan sampai debit puncak banjir (jam)

t_r = satuan waktu hujan diambil 1 jam, α = parameter hidrograf, bernilai antara 1,5 – 3,5.

Q_t = debit pada saat 1 jam (m^3/det)

L = panjang sungai (m)



Gambar 2.5: Model Hidrograf Nakayasu (Sri Harto, 2000)

Persamaan-persamaan yang digunakan dalam hidrograf nakayasu adalah:

a. Pada kurva naik $0 \leq t \leq T_p$

$$\text{maka : } Q_t = \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2,4} \times Q_p \quad (2.28)$$

b. Pada kurva turun, $T_p < t \leq (T_p + T_{0,3})$

$$\text{maka: } Q_t = Q_p \times 0,3^{\left[\frac{t-T_p}{T_{0,3}}\right]}, \quad (2.29)$$

$$\text{untuk } (T_p + T_{0,3}) \leq (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}),$$

$$\text{maka : } Q_t = Q_p \times 0,3^{\left[\frac{t-T_p+0,5T_{0,3}}{1,5T_{0,3}}\right]} \quad (2.30)$$

$$\text{untuk } t > (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$$

$$\text{maka : } Q_t = Q_p \times 0,3^{\left[\frac{t-T_p+1,5T_{0,3}}{2T_{0,3}}\right]} \quad (2.31)$$

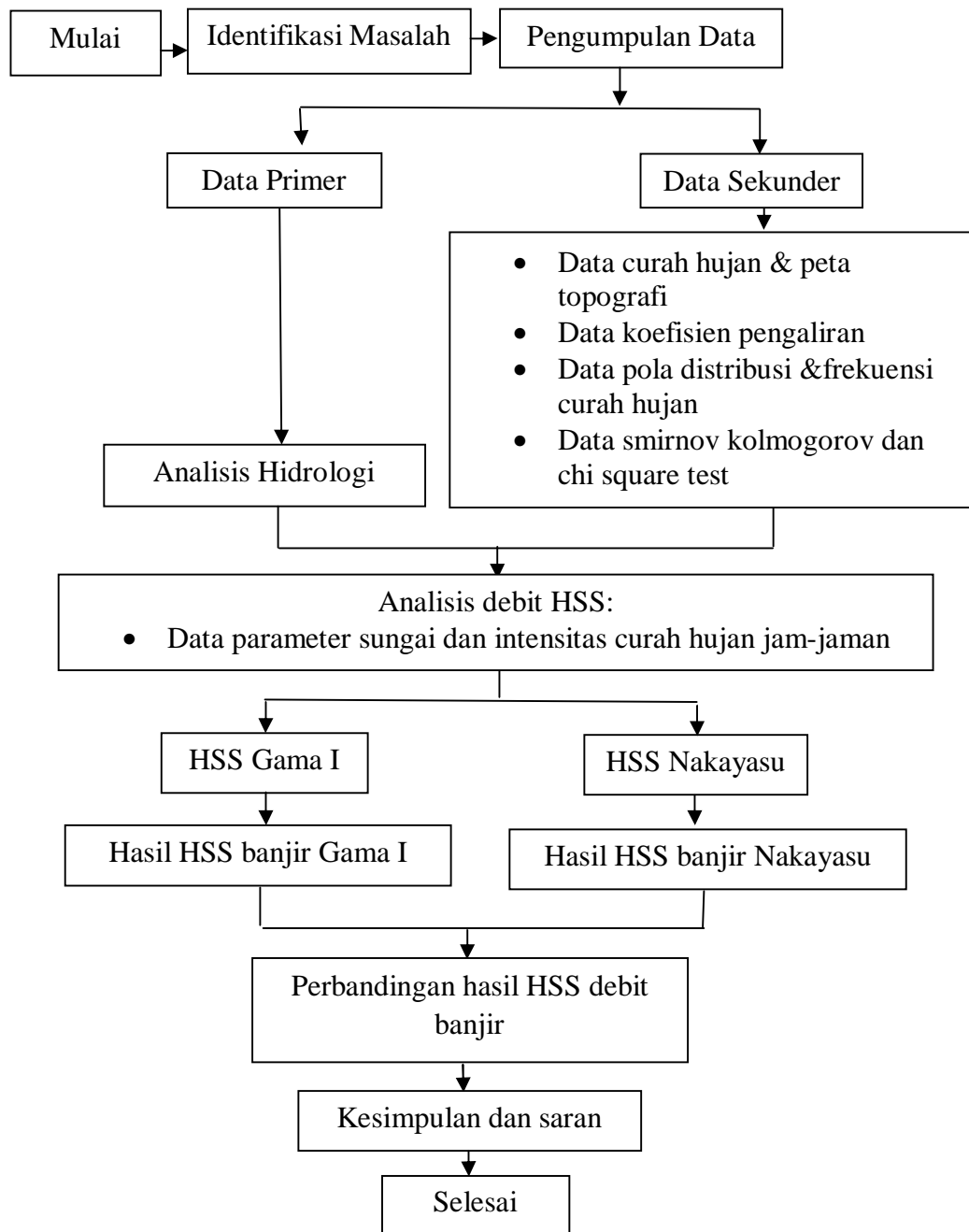
Selanjutnya hasil akhir dari masing-masing metode Hidrograf Satuan Sintetik dibandingkan dengan data debit Sungai Deli yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sumatera Utara I untuk menentukan metode Hidrograf Satuan Sintetik yang paling sesuai dari kedua metode yang digunakan.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

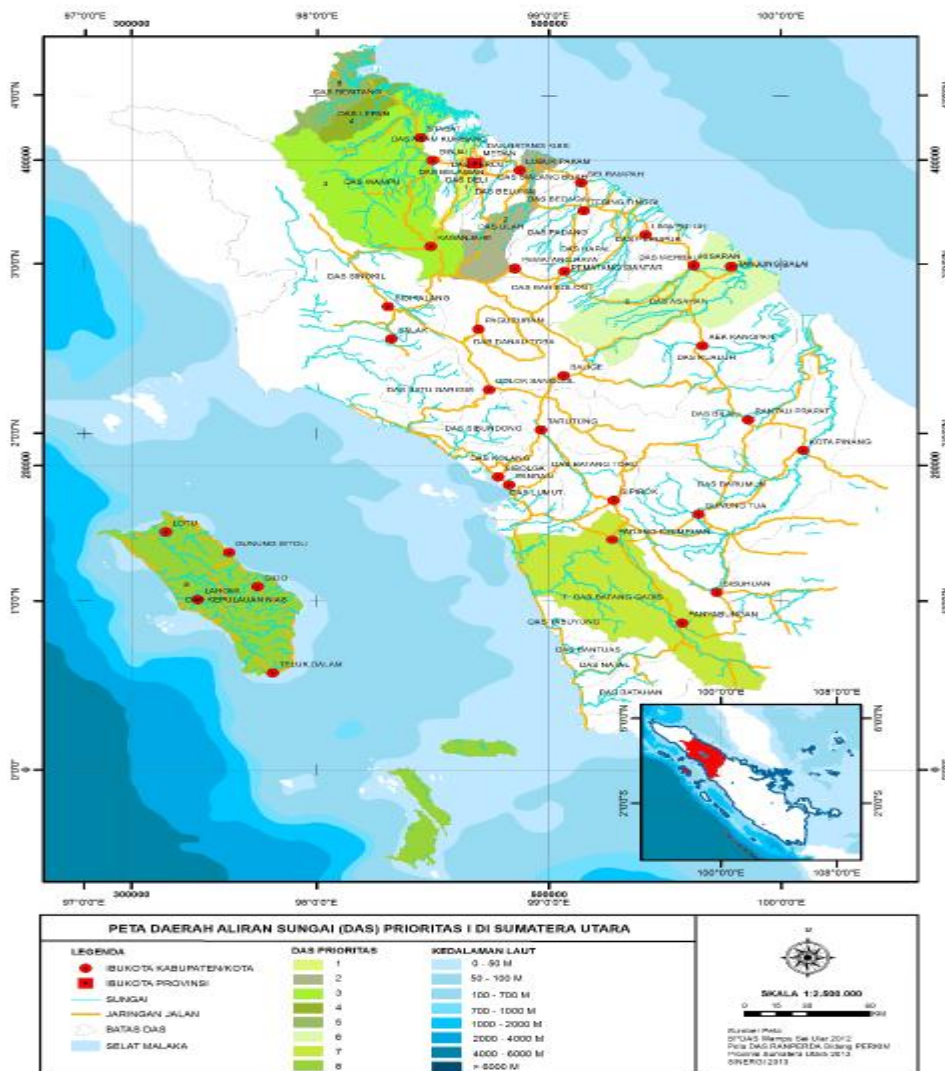
Bagan alir penelitian dipergunakan sebagai gambaran langkah-langkah yang akan diambil dalam proses perencanaan. Seperti terlihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan langsung di daerah aliran sungai Deli di kota Medan. Secara geografis Daerah Aliran Sungai Deli terbentang antara $3^{\circ} 13' 35,50''$ s/d $3^{\circ} 47' 06,05''$ garis Lintang Utara dan meridian $98^{\circ} 29' 22,52''$ s/d $98^{\circ} 42' 51,23''$ Bujur Timur. Selain ke lokasi penelitian dilakukan juga pencarian informasi tentang daerah irigasi di wilayah tersebut dengan menanyakan kepada pegawai dinas PU bagian pengairan di Kota Medan, kemudian mengambil data-data yang diperlukan. Selain itu, data-data pelengkap diambil di Kantor Balai Wilayah Sungai Sumatera II (BWSS) untuk menunjang penulisan tugas akhir ini.



Gambar 3.2: Peta wilayah sungai Deli (BPDAS Sei Wampu Ular, 2012).

3.3 Rancangan Penelitian

1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi:

a. Data Primer

Data Primer adalah data yang diperoleh dengan pengamatan dan pengukuran di lapangan. Secara umum pengertian data primer adalah data yang diperoleh dari sumber pertama/sumber data atau data yang dikumpulkan peneliti secara langsung melalui obyek penelitian.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang mendukung penelitian dan memberikan gambaran umum tentang hal-hal yang mencakup penelitian. Pengumpulan data sekunder didapatkan melalui instansi-instansi yang terkait dalam permasalahan ini, seperti jurnal, buku literatur, internet dan data-data yang digunakan. Secara umum pengertian data sekunder adalah data yang diperoleh dari pihak kedua, data ini biasanya sudah dalam keadaan diolah.

c. Pengolahan Data

Setelah semua data yang dibutuhkan diperoleh, langkah selanjutnya adalah pengolahan data. Data-data yang diperoleh dari hasil survei lapangan, hasil analisa dan data-data yang telah diolah oleh suatu pusat penelitian akan di hitung dengan menggunakan suatu metode.

2. Analisis Data

Dari hasil pengolahan akan dilakukan analisa data sehingga dapat diperoleh kesimpulan akhir yang berarti. Beberapa analisa tersebut berupa:

a. Analisis curah hujan

Data ini dari BWSS berguna untuk mengetahui intensitas curah hujan harian maksimum tahun 2007-2016 untuk digunakan sebagai bagian dalam parameter perhitungan Hidrograf yang akan ditentukan.

b. Analisis debit puncak dengan Hidrograf Satuan Sintetik Gama I dan Nakayasu

Data ini berguna untuk mengetahui debit puncak dari masing-masing metode Hidrograf Satuan Sintetik di Sungai Deli yang terletak pada Provinsi Sumatera Utara.

c. Analisa Pemodelan hidrograf satuan sintetik dengan debit observasi

Menghitung debit menggunakan metode HSS Gama I, HSS Nakayasu yang berguna untuk perbandingan pada debit observasi.

BAB 4

ANALISA PEMBAHASAN

4.1 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.

4.2 Perhitungan Curah Hujan Kawasan DAS Deli

Data curah hujan merupakan banyaknya hujan yang jatuh disuatu tempat. Curah hujan mempengaruhi debit dan aliran permukaan pada suatu sungai. Penelitian ini menggunakan data curah hujan selama sepuluh tahun yang tercatat mulai 2007 sampai 2016 yang diambil di 3 stasiun pengamatan yaitu: Stasiun Polonia, Stasiun Batang kuis, dan Stasiun Belawan.

Dari data curah hujan dilakukan perhitungan untuk mengetahui rata-rata curah hujan harian maksimum setiap tahunnya pada DAS Deli. Adapun data curah hujan harian maksimum berdasarkan pos curah hujan yang tersebar pada DAS Deli dapat dilihat pada Tabel 4.1 - 4.3.

Tabel 4.1: Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Polonia (BWSS).

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Spt	Okt	Nov	Des	Maks
2007	37	7	26	85	88	37	47	73	60	68	72	57	88
2008	67	7	20	52	50	12	64	29	52	67	82	36	82
2009	72	53	55	80	115	29	59	56	113	55	26	21	115
2010	59	7	25	42	29	43	60	72	31	40	40	69	72
2011	50	31	69	46	83	34	35	60	53	61	32	65	83
2012	22	31	70	37	82	35	62	33	62	93	0	47	93
2013	73	48	72	62	50	41	27	35	37	88	64	89	89

Tabel 4.2: Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Batang kuis (BWSS).

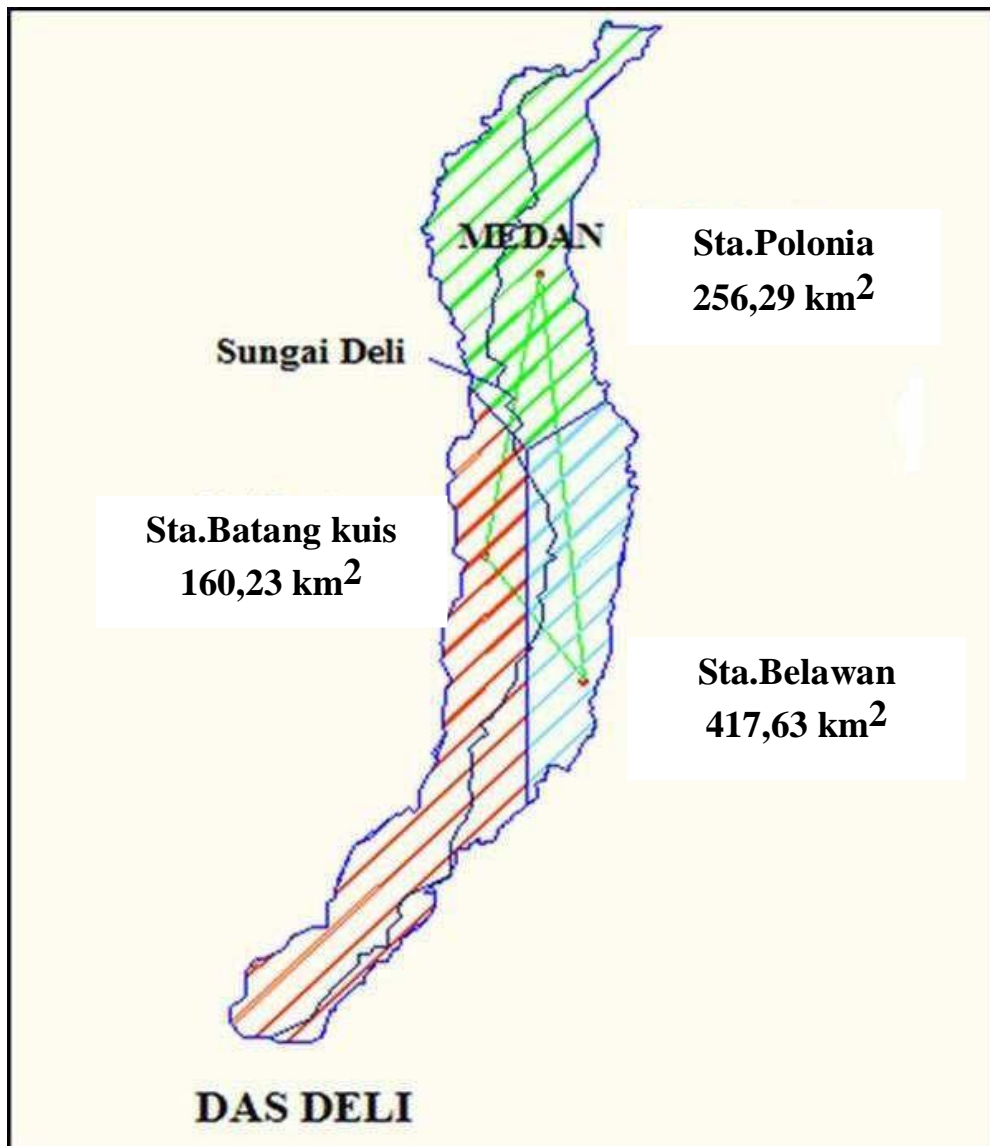
Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Spt	Okt	Nov	Des	Maks
2007	38	0	15	20	56	10	50	30	32	30	70	35	70
2008	7	10	26	35	27	25	38	23	24	45	61	30	61
2009	89	5	75	49	40	55	17	51	59	57	25	14	89
2010	35	0	35	62	67	75	25	26	39	28	80	80	80
2011	25	13	74	110	13	34	37	150	116	75	48	42	150
2012	31	13	18	69	127	68	28	88	29	0	0	60	127
2013	30	70	20	75	45	45	15	25	35	90	110	80	110
2014	0	6	16	18	55	68	30	41	95	85	82	93	95
2015	18	36	6	38	55	13	29	40	25	50	37	35	55
2016	39	75	17	1	55	14	122	59	117	53	23	21	122

Tabel 4.3: Data Curah Hujan Bulanan dan Harian Maksimum Stasiun Belawan (BWSS).

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Spt	Okt	Nov	Des	Maks
2007	50	51	31	35	0	40	58	63	100	98	103	79	88
2008	17	9	95	22	38	0	115	137	94	95	109	190	190
2009	74	34	0	30	68	48	72	92	87	57	96	36	96
2010	42	18	21	43	23	62	71	51	39	53	59	101	101
2011	36	2	54	46	28	62	39	49	46	45	50	0	50
2012	45	59	0	0	0	17	0	40	0	37	51	43	59
2013	50	54	7	114	44	0	76	67	56	65	54	64	114
2014	21	59	7	92	63	49	38	85	100	39	31	81	100
2015	58	0	2	11	81	75	32	64	69	63	57	43	81
2016	58	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64

Untuk sungai Deli, perhitungan curah hujan areal menggunakan Metode *Polygon Thiessen*. Hal ini dikarenakan areal Sungai Deli yang cukup luas. Penentuan hujan kawasan dengan metode *Polygon Thiessen* adalah dengan

memperhitungkan bobot dari masing-masing pos curah hujan yang mewakili luasan sekitarnya. Pada suatu luasan polygon di dalam DAS Deli dianggap bahwa hujan akan tercatat pada pos curah hujan yang mewakili luasan polygon tersebut. Pada dasarnya metode ini digunakan karena penyebaran pos curah hujan tidak merata. Adapun hitungan curah hujan harian maksimum dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari tiap pos curah hujan.



Gambar 4.1: *Polygon Thiessen* DAS Deli

Dengan metode *Polygon Thiessen* maka masing-masing pos curah hujan memiliki daerah pengaruh hujan yang berbeda berdasarkan letak pos curah hujannya.

Untuk mengetahui curah hujan maksimum dengan *Polygon Thiessen* terlebih dahulu dilakukan analisis peta dengan menghitung luasan dari masing-masing polygon. 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 Daerah Aliran Sungai Deli (BWSS).

No.	Nama Stasiun Penakar Curah Hujan	Luas Areal
1	Stasiun Polonia	256,29 km ²
2	Stasiun Batang kuis	160,23 km ²
3	Stasiun Belawan	417,63 km ²
Luas Total		834,15 km ²

Hasil analisis curah hujan bulanan dan harian maksimum rata-rata Sungai Deli dengan metode *Polygon Thiessen* dapat dilihat pada Tabel 4.5

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

NO	POLONIA	BATANG KUIS	BELAWAN	RH maks rata-rata
1	27,038	13,446	44,059	84,542
2	25,194	11,717	95,126	132,038
3	35,333	17,096	48,064	100,493
4	22,122	15,367	50,567	88,056
5	25,501	28,813	25,033	79,348
6	28,574	24,395	29,539	82,508
7	27,345	21,130	57,076	105,550
8		18,248	50,067	68,315
9		10,565	40,554	51,119
10		23,435	32,043	55,477

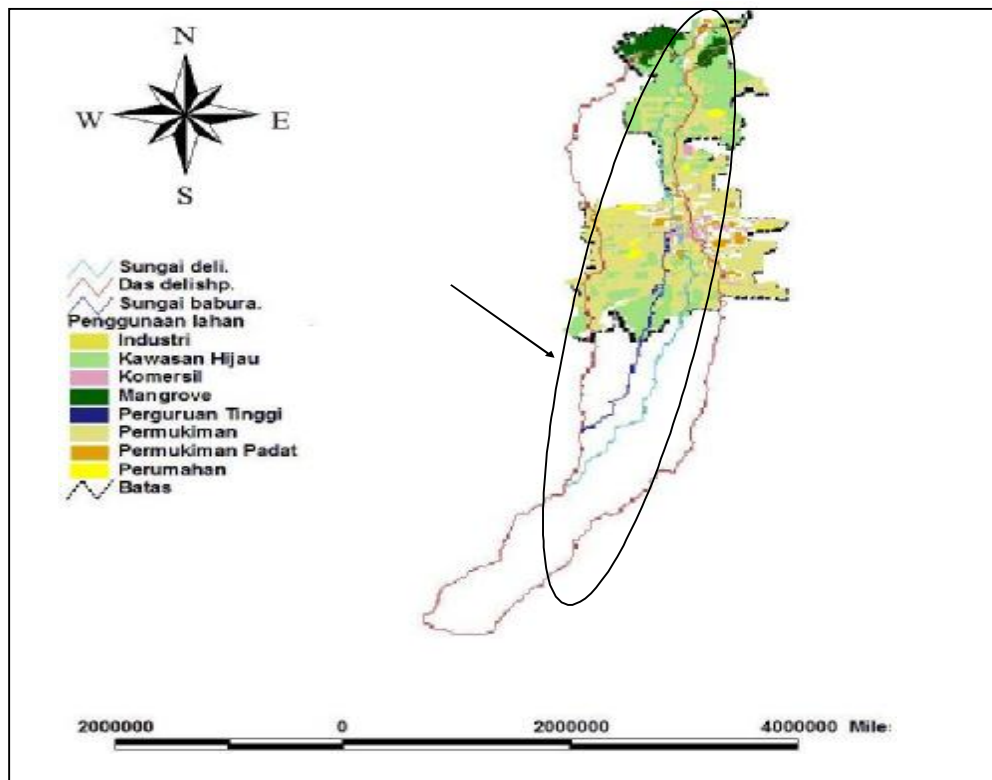
Hasil kumulatif curah hujan harian maksimum setiap tahunnya dari masing-masing pos curah hujan kemudian diurutkan dari data yang terbesar sampai data yang terkecil. Dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6: Rangkang curah hujan bulanan dan harian maksimum rata-rata Sungai Deli.

NO	Tahun (mm)	RH maks Rata-rata (mm)
1	2008	132,04
2	2013	105,55
3	2009	100,49
4	2014	98,61
5	2010	88,06
6	2007	84,54
7	2012	82,51
8	2016	80,08
9	2011	79,35
10	2015	73,79

4.3 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).

Tabel 4.7 Zona Penggunaan Lahan DAS Deli (Analisa data dan peta RBI Medan, 2010).

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 & 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 memengaruhi 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)	Luasan Area (ha)	C x A
1	Air danau/situ	0,15	1,61	0,2415
2	Air empang	0,15	179,06	26,859

Tabel 4.8: *Lanjutan.*

No	Zona Penggunaan Lahan	Koefisien Limpasan (C)	Luasan Area (ha)	C x A
3	Air rawa	0,15	3730,23	559,5345
4	Air tawar sungai	0,15	950,4	142,56
5	Budidaya lainnya	0,2	204,41	40,882
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/lading	0,2	26811,50	5362,3
	Total		91140,16	25747,4845

$$C_{\text{rerata}} = \frac{25747,4845}{91140,16} = 0,282517357 = 0,28$$

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). Nilai koefisien ini juga dapat digunakan untuk menentukan kondisi fisik dari DAS Deli yang artinya memiliki kondisi fisik yang baik. 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.

4.4 Penentuan Pola Distribusi Hujan

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. E.J Gumbel

4.4.1 Metode Distribusi Normal

Hasil perhitungan curah hujan rata-rata dengan Metode Distribusi Normal dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Analisa Curah Hujan Distribusi Normal

No	Tahun	Curah hujan (mm) Xi	\bar{X}	$(x_i - \bar{X})$	$(x_i - \bar{X})^2$
1	2008	132,04	92,50	39,54	1563,07
2	2013	105,55	92,50	13,05	170,26
3	2009	100,49	92,50	7,99	63,85
4	2014	98,61	92,50	6,11	37,35
5	2010	88,06	92,50	-4,45	19,77
6	2007	84,54	92,50	-7,96	63,36
7	2012	82,51	92,50	-9,99	99,88
8	2016	80,08	92,50	-12,42	154,26
9	2011	79,35	92,50	-13,15	173,04
10	2015	73,79	92,50	-18,71	350,12
Jumlah		925,023		Σ	2694,95

Dari data-data diatas didapat:

$$\bar{X} = 925,023/10 = 92,50 \text{ mm}$$

$$S = \sqrt{\frac{(x_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{2694,95}{10-1}} = 17,30$$

Selanjutnya pada analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Normal diperlukan nilai Kt (variabel reduksi) yang diperoleh dari Tabel 2.2 untuk menentukan analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Normal seperti pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10: Analisa curah hujan dengan Metode Distribusi Normal.

No	Periode ulang (T) tahun	(\bar{X})	Kt	S	Curah Hujan (Xt) (mm)
1	2	92,50	0,000	17,30	92,50
2	5	92,50	0,840	17,30	107,04
3	10	92,50	1,280	17,30	114,65
4	25	92,50	1,708	17,30	122,06
5	50	92,50	2,050	17,30	127,98
6	100	92,50	2,330	17,30	132,82

Berikut hasil analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Normal:

- Untuk periode ulang (T) 2 tahun

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

$$= 92,50 + (0 \cdot 17,30) = 92,50 \text{ mm}$$
- Untuk periode ulang (T) 5 tahun

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

$$= 92,50 + (0,840 \cdot 17,30) = 107,04 \text{ mm}$$
- Untuk periode ulang (T) 10 tahun

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

$$= 92,50 + (1,280 \cdot 17,30) = 114,65 \text{ mm}$$
- Untuk periode ulang (T) 25 tahun

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

$$= 92,50 + (1,64 \cdot 17,30) = 122,06 \text{ mm}$$

- Untuk periode ulang (T) 50 tahun

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

$$= 92,50 + (2,050 \cdot 17,30) = 127,98\text{mm}$$

- Untuk periode ulang (T) 100 tahun

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

$$= 92,50 + (2,330 \cdot 17,30) = 132,82 \text{ mm}$$

4.4.2 Metode Distribusi Log Normal

Data-data yang digunakan dalam perhitungan parameter statistik dengan sebaran logaritmatik dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Analisa Curah Hujan dengan Distribusi Log Normal.

No	Tahun	Curah hujan Xi (mm)	\bar{X}	Log X_i	$(x_i - \bar{X})$	$(x_i - \bar{X})^2$	$(\text{Log } x_i - \text{Log } \bar{X})^2$
1	2008	132,04	92,50	2,12	39,54	1563,07	0,026
2	2013	105,55	92,50	2,02	13,05	170,26	0,004
3	2009	100,49	92,50	2,00	7,99	63,85	0,002
4	2014	98,61	92,50	1,99	6,11	37,35	0,001
5	2010	88,06	92,50	1,94	-4,45	19,77	0,000
6	2007	84,54	92,50	1,93	-7,96	63,36	0,001
7	2012	82,51	92,50	1,92	-9,99	99,88	0,002
8	2016	80,08	92,50	1,90	-12,42	154,26	0,003
9	2011	79,35	92,50	1,90	-13,15	173,04	0,004
10	2015	73,79	92,50	1,87	-18,71	350,12	0,008
		925,023		19,60		2694,95	0,051

Dari data-data diatas didapat :

$$\bar{X} = 925.023/10 = 92,50 \text{ mm}$$

$$S = \sqrt{\frac{(x_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{2694,95}{10-1}} = 17,30$$

Selanjutnya pada analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Log Normal diperlukan nilai K (variabel reduksi) untuk menentukan analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Normal seperti pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12: Analisa curah hujan rencana Metode Distribusi Log Normal.

No	Periode ulang (T) tahun	K _t	Log Xi	S _{logx}	Log X _t	Curah hujan (XT)
1	2	0,000	1,96	0,075	1,960	91,19
2	5	0,840	1,96	0,075	2,023	105,53
3	10	1,280	1,96	0,075	2,057	113,92
4	25	1,708	1,96	0,075	2,089	122,72
5	50	2,050	1,96	0,075	2,115	130,24
6	100	2,330	1,96	0,075	2,136	136,73

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

- $\text{Log } X_t = \text{Log}X + (K_t \cdot S_{\log x})$
 $T = 2 \text{ tahun}$
 $\text{Log } X_2 = 1,96 + (0 \times 0,075) = 1,96 \text{ mm}$
- $\text{Log } X_t = \text{Log}X + (K_t \cdot S_{\log x})$
 $T = 5 \text{ tahun}$
 $\text{Log } X_2 = 1,96 + (0,84 \times 0,075) = 2,023 \text{ mm}$
- $\text{Log } X_t = \text{Log}X + (K_t \cdot S_{\log x})$
 $T = 10 \text{ tahun}$
 $\text{Log } X_2 = 1,96 + (1,28 \times 0,075) = 2,057 \text{ mm}$
- $\text{Log } X_t = \text{Log}X + (K_t \cdot S_{\log x})$
 $T = 25 \text{ tahun}$
 $\text{Log } X_2 = 1,96 + (1,708 \times 0,075) = 2,089 \text{ mm}$
- $\text{Log } X_t = \text{Log}X + (K_t \cdot S_{\log x})$
 $T = 50 \text{ tahun}$
 $\text{Log } X_2 = 1,96 + (2,05 \times 0,075) = 2,115 \text{ mm}$
- $\text{Log } X_t = \text{Log}X + (K_t \cdot S)$
 $T = 100 \text{ tahun}$
 $\text{Log } X_2 = 1,96 + (2,33 \times 0,075) = 2,136 \text{ mm}$

4.4.3 Metode Distribusi Log Pearson III

Berikut ini adalah tabel 4.13 yang menunjukkan data analisa curah hujan dengan distribusi Log Pearson III.

Tabel 4.13 Analisa Curah Hujan dengan Distribusi Log Pearson III.

No	Curah hujan maks (mm) X_i	$\text{Log } X_i$	$\overline{\text{Log } X}$	$(\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})$	$(\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^2$	$(\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^3$
1	132,04	2,12	1,96	0,16	0,026	0,004
2	105,55	2,02	1,96	0,06	0,004	0,000
3	100,49	2,00	1,96	0,04	0,002	0,000
4	98,61	1,99	1,96	0,03	0,001	0,000
5	88,06	1,94	1,96	-0,02	0,000	0,000
6	84,54	1,93	1,96	-0,03	0,001	0,000
7	82,51	1,92	1,96	-0,04	0,002	0,000
8	80,08	1,90	1,96	-0,06	0,003	0,000
9	79,35	1,90	1,96	-0,06	0,004	0,000
10	73,79	1,87	1,96	-0,09	0,008	-0,001
		19,60		Σ	0,051	0,003

Dari data-data diatas didapat:

$$\text{Log } \bar{X} = 19,60 / 10 = 1,96$$

$$\text{Deviasi standar } S = \sqrt{\frac{(\log x_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,051}{10-1}} = 0,075$$

$$\text{Koefisien kemencengan } G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

$$= \frac{10 \cdot 0,003}{9 \cdot 8 \cdot 0,075^3} = 1,0406$$

Selanjutnya pada analisa curah hujan rencana dengan distribusi Log Pearson III diperlukan nilai K seperti yang terdapat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14: Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log Pearson III.

No	Periode ulang (T) tahun	K	Log X	S	Log X_T	Curah hujan (XT)
1	2	-0,164	1,96	0,075	1,948	88,63
2	5	0,758	1,96	0,075	2,017	104,04

Tabel 4.14: *Lanjutan*

No	Periode ulang (T) tahun	K	Log X	S	Log X _T	Curah hujan (XT)
3	10	1,340	1,96	0,075	2,061	115,11
4	25	2,043	1,96	0,075	2,114	130,08
5	50	2,542	1,96	0,075	2,152	141,86
6	100	3,022	1,96	0,075	2,188	154,21

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

- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_{tr} \cdot S)$
 $T = 2$ tahun
 $\text{Log } X = 1,96 + (-0,164 \cdot 0,075)$
 $\text{Log } X = 88,63$ mm
- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_{tr} \cdot S)$
 $T = 5$ tahun
 $\text{Log } X = 1,96 + (0,758 \cdot 0,075)$
 $\text{Log } X = 104,04$ mm
- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_t \cdot S)$
 $T = 10$ tahun
 $\text{Log } X = 1,96 + (1,340 \cdot 0,075)$
 $\text{Log } X = 115,11$ mm
- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_t \cdot S)$
 $T = 25$ tahun
 $\text{Log } X = 1,96 + (2,043 \cdot 0,075)$
 $\text{Log } X = 130,08$ mm
- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_t \cdot S)$
 $T = 50$ tahun
 $\text{Log } X = 1,96 + (2,542 \cdot 0,075)$
 $\text{Log } X = 141,86$ mm
- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_t \cdot S)$
 $T = 100$ tahun
 $\text{Log } X = 1,96 + (3,022 \cdot 0,075)$
 $\text{Log } X = 154,21$ mm

4.4.4 Metode Distribusi Gumbel

Hasil perhitungan curah hujan rata-rata dengan Metode Distribusi Gumbel dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15: Analisa Curah Hujan dengan Distribusi Gumbel.

No	Curah hujan Xi (mm)	Tahun	\bar{X}	$(x_i - \bar{X})$	$(x_i - \bar{X})^2$
1	132,04	2008	92,50	39,54	1563,07
2	105,55	2013	92,50	13,05	170,26
3	100,49	2009	92,50	7,99	63,85
4	98,61	2014	92,50	6,11	37,35
5	88,06	2010	92,50	-4,45	19,77
6	84,54	2007	92,50	-7,96	63,36
7	82,51	2012	92,50	-9,99	99,88
8	80,08	2016	92,50	-12,42	154,26
9	79,35	2011	92,50	-13,15	173,04
10	73,79	2015	92,50	-18,71	350,12
Jumlah	925,023				2694,95

Dari data-data diatas didapat:

$$\bar{X} = \frac{925,023}{10} = 92,50 \text{ mm}$$

$$\text{Standar deviasi: } S = \sqrt{\frac{(x_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{2694,95}{10-1}} = 17,30$$

Dari tabel 2.4 dan tabel 2.6 untuk n = 10

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,94$$

Untuk periode ulang (T) 2 tahun

$$Y_{TR} = 0,3668$$

$$K = \frac{Y_{TR} - Y_n}{S_n} = \frac{0,3668 - 0,4952}{0,94} = -0,14$$

$$X_T = \bar{X} + K.S = 92,50 + (17,30 \times -0,148) = 90,14 \text{ mm}$$

Di bawah ini merupakan tabel 4.16 yang berisikan data analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Gumbel. Nilai Y_{TR} diperoleh dari Tabel 2.4, Y_n dari Tabel 2.3, dan S_n diperoleh dari Tabel 2.5 seperti yang tertera pada tabel 4.16.

Tabel 4.16: Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Gumbel.

NO	Periode ulang (T) tahun	Y_{TR}	Y_n	S_n	\bar{X}	S	X_t (mm)
1	2	0,3668	0,4952	0,94	92,50	17,30	90,14
2	5	1,5004	0,4952	0,94	92,50	17,30	111,01
3	10	2,2510	0,4952	0,94	92,50	17,30	124,82
4	25	2,9709	0,4952	0,94	92,50	17,30	142,28
5	50	3,9028	0,4952	0,94	92,50	17,30	155,23
6	100	4,6012	0,4952	0,94	92,50	17,30	168,09

Hasil resume perhitungan frekuensi curah hujan kala ulang Das Deli dapat di lihat pada Tabel 4.17

Tabel 4.17 Resume Perhitungan Frekuensi Curah Hujan Kala Ulang DAS Deli.

Periode Ulang (Tahun)	Curah Hujan			
	Normal (mm)	Log Normal (mm)	Log Pearson T III (mm)	Gumbel (mm)
100	132,82	136,73	154,21	168,09
50	127,98	130,24	141,86	155,23
25	122,06	122,72	130,08	142,28
10	114,65	113,92	115,11	124,82
5	107,04	105,53	104,04	111,01
2	92,50	91,19	88,63	90,14

Dari data di atas di dapat bahwa:

Untuk periode ulang T = 100 Tahun

- Distribusi Normal =132,82 mm

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

$$= 92,50 + (2,330 \cdot 17,30)$$

$$= 132,82 \text{ mm}$$

- Distribusi Log Normal = 136,73 mm

$$\begin{aligned}\text{Log } X_t &= \text{Log } X + (K_t \cdot S) \\ &= 1,96 + (2,33 \times 0,08) \\ &= 136,73 \text{ mm}\end{aligned}$$

- Distribusi Log Pearson Type III = 147,21 mm

$$\begin{aligned}\text{Log } X_t &= \text{Log } X + (K_t \cdot S) \\ &= 1,96 + (3,022 \cdot 0,075) \\ &= 154,21 \text{ mm}\end{aligned}$$

- Distribusi Gumbel = 168,09 mm

$$\begin{aligned}X_t &= X + (K_t \cdot S) \\ &= 92,50 + (4,37 \cdot 17,304) \\ &= 168,09 \text{ mm}\end{aligned}$$

4.5 Analisa Pemilihan Distribusi Curah Hujan

4.5.1 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	Curah hujan max(mm) X_i	\bar{X}	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
1	132,04	92,50	39,54	1563,07	61797,26	2443199,45
2	105,55	92,50	13,05	170,26	2221,52	28986,84
3	100,49	92,50	7,99	63,85	510,23	4077,17
4	98,61	92,50	6,11	37,35	228,25	1394,88
5	88,06	92,50	-4,45	19,77	-87,90	390,83
6	84,54	92,50	-7,96	63,36	-504,33	4014,42
7	82,51	92,50	-9,99	99,88	-998,18	9975,73
8	80,08	92,50	-12,42	154,26	-1915,84	23794,65

Tabel 4.18: *Lanjutan*

No	Curah hujan max(mm) Xi	\bar{X}	$(Xi-\bar{X})$	$(Xi-\bar{X})^2$	$(Xi-\bar{X})^3$	$(Xi-\bar{X})^4$
9	79,35	92,50	-13,15	173,04	-2276,20	29941,91
10	73,79	92,50	-18,71	350,12	-6551,39	122587,10
Total	925,023	Σ	2694,95	52423,42	2668362,99	Total

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

1. Koefesien Kemencengan (C_s)

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

$$= \frac{10}{9.8.17,30^3} 52423,42 = 1,4052$$

2. Koefesien Kurtosis (C_k)

$$C_k = \frac{N^2}{(N-1)(N-2)(N-3)S^4} \sum (Xi - \bar{X})^4$$

$$= \frac{10}{9.8.7.17,30^4} 2668362,99 = 5,9047$$

3. Koefesien Variasi (C_v)

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{17,30}{92,50} = 0,1871$$

4.5.2 Jenis Distribusi

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

- a. Distribusi Gumbel
- b. Distribusi Log Normal
- c. Distribusi Log Pearson III
- d. Distribusi Normal

Berikut ini adalah Tabel 4.19 yaitu perbandingan syarat-syarat distribusi dan hasil perhitungan analisa frekuensi hujan.

Tabel 4.19: Uji parameter statistik untuk menentukan jenis sebaran.

Jenis Sebaran	Syarat		Hasil Perhitungan		Perbandingan	
	Cs	Ck	Cs	Ck	Cs	Ck
Normal (Gauss)	0	3	1,4052	5,9047	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
Log Normal	0,763	3	1,4052	5,9047	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
Log Pearson III	$\neq 0$	$\neq 0$	1,4052	5,9047	Memenuhi	Memenuhi
Gumbel	$<1,139$	$<5,400$	1,4052	5,9047	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.

4.5.3 Uji Sebaran Chi Kuadrat (Chi Square Test)

Uji Sebaran Chi Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter χ^2 .

Berikut langkah-langkah perhitungan uji sebaran Chi Kuadrat:

Tabel 4.20: Data Curah Hujan

NO	Tahun (mm)	RH maks Rata-rata (mm)
1	2008	132,04
2	2013	105,55
3	2009	100,49
4	2014	98,61
5	2010	88,06
6	2007	84,54
7	2012	82,51
8	2016	80,08
9	2011	79,35
10	2015	73,79

Ø Menghitung jumlah kelas

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

$$\begin{aligned}\text{Kelas distribusi (K)} &= 1 + 3,3 \log n \\ &= 1 + 3,3 \log 10 \\ &= 4,3 \approx 5 \text{ kelas}\end{aligned}$$

Ø Menghitung derajat kebebasan (DK) dan X^2_{cr}

$$\text{Parameter (P)} = 2$$

$$\text{Derajat kebebasan (DK)} = K - (P+1) = 5 - (2+1) = 2$$

Nilai X^2_{cr} dengan jumlah data (n) = 10 ; $\alpha = 5\%$ dan DK = 2 adalah 5,9910

Ø Menghitung kelas distribusi

$$\text{Kelas distribusi} = \frac{1}{5} \times 100\% = 20\%$$

Interval distribusi adalah : 20% ; 40% ; 60% ; 80%

ü Persentase 20%

$$P_{(x)} = 20\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P_{(x)}} = \frac{1}{0,20} = 5 \text{ tahun}$$

ü Persentase 40%

$$P_{(x)} = 40\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P_{(x)}} = \frac{1}{0,40} = 2,5 \text{ tahun}$$

ü Persentase 60%

$$P_{(x)} = 60\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P_{(x)}} = \frac{1}{0,60} = 1,67 \text{ tahun}$$

ü Persentase 80%

$$P_{(x)} = 80\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P_{(x)}} = \frac{1}{0,80} = 1,25 \text{ tahun}$$

Ø Menghitung interval kelas

▼ Distribusi Probabilitas Normal

Tabel 4.21: Analisis Uji Distribusi Chi Kuadrat Distribusi Normal

Kala ulang	\bar{X}	Kt	S	Xt (mm)
5	92,50	0,84	17,30	107,04

Tabel 4.21: *Lanjutan*

Kala ulang	\bar{X}	Kt	S	Xt (mm)
2,5	92,50	0,25	17,30	96,83
1,67	92,50	-0,25	17,30	88,18
1,25	92,50	-0,84	17,30	77,97

▼ Distribusi Probabilitas Log Normal

Tabel 4.22: Analisis Uji Distribusi Chi Kuadrat Distribusi Log Normal

Kala ulang	Log X	Kt	S logX	Log Xt	Xt(mm)
5	1,96	0,84	0,075	2,023	105,53
2,5	1,96	0,25	0,075	1,979	95,24
1,67	1,96	-0,25	0,075	1,941	87,32
1,25	1,96	-0,84	0,075	1,897	78,80

▼ Distribusi Probabilitas Log Pearson III

Tabel 4.23: Analisis Uji Distribusi Chi Kuadrat Distribusi Log Pearson III

Kala ulang	Log X	Kt	S logX	Log Xt	Xt(mm)
5	1,96	0,758	0,075	2,017	104,04
2,5	1,96	-0,010	0,075	1,959	91,04
1,67	1,96	-0,467	0,075	1,925	84,08
1,25	1,96	-0,852	0,075	1,896	78,64

▼ Distribusi Probabilitas Gumbel

Tabel 4.24: Analisis Uji Distribusi Chi Kuadrat Distribusi Gumbel

Kala Ulang	\bar{X}	S	Yn	Sn	Yt	Kt	Xt(mm)
5	92,50	17,30	0,4952	0,94	1,5004	1,069	111,01
2,5	92,50	17,30	0,4952	0,94	0,5557	0,064	93,62
1,67	92,50	17,30	0,4952	0,94	0,0907	-0,430	85,06
1,25	92,50	17,30	0,4952	0,94	-0,4759	-1,033	74,63

Ø Perhitungan nilai X^2

Tabel 4.25: Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Normal

Kelas	Interval	Ei	Oi	Oi-Ei	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
1	107,04	2	1	-1	0,5
2	96,83-107,04	2	3	-1	0,5
3	88,18-96,83	2	0	-2	2
4	77,97-88,18	2	5	3	4,5
5	< 77,97	2	1	-1	0,5
Jumlah		10	10	X^2	7

Tabel 4.26: Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Log Normal

Kelas	Interval	Ei	Oi	Oi-Ei	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
1	105,53	2	2	0	0
2	95,24-105,53	2	2	0	0

Tabel 4.26: Lanjutan

Kelas	Interval	Ei	Oi	Oi-Ei	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
3	87,32-95,24	2	1	-1	0,5
4	78,80-87,32	2	4	2	2
5	< 78,80	2	1	-1	0,5
Jumlah		10	10	X^2	3

Tabel 4.27: Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Log Pearson III

Kelas	Interval	Ei	Oi	Oi-Ei	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
1	104,04	2	2	0	0
2	91,04-104,04	2	2	0	0
3	84,08-91,04	2	2	0	0
4	78,64-84,08	2	3	1	0,5
5	< 78,64	2	1	-1	0,5
Jumlah		10	10	X^2	1

Tabel 4.28: Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Gumbel

Kelas	Interval	Ei	Oi	Oi-Ei	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
1	111,01	2	1	-1	0,5
2	93,62-111,01	2	3	1	0,5
3	85,06-93,62	2	1	-1	0,5
4	74,63-85,06	2	4	2	2
5	< 74,63	2	1	-1	0,5
Jumlah		10	10	X^2	4

Ø Rekapitulasi nilai X^2 dan X^2_{cr} untuk keempat distribusi probabilitas

Tabel 4.29: Rekapitulasi Nilai X^2 dan X^2_{cr}

Distribusi probabilitas	X^2 terhitung	X^2_{α}	Keterangan
Normal	7	5,991	Tidak diterima
Log normal	3	5,991	Diterima
Log pearson III	1	5,991	Diterima
Gumbel	4	5,991	Diterima

Berdasarkan Tabel 4.29 terdapat tiga probabilitas yang memiliki $X^2 < X^2_{cr}$ atau distribusi tersebut dapat diterima yaitu distribusi Log Normal, Log Pearson III, dan Gumbel. Tetapi yang baik dipakai sebagai acuan adalah distribusi Log Pearson III.

4.5.4. Uji Sebaran Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov sering juga disebut uji kecocokan non parametrik (non parametric test). Pengujian distribusi probabilitas dengan metode Smirnov-Kolmogorov dilakukan dengan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut:

Ø Uji distribusi dengan Metode Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Normal

Tabel 4.30: Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Normal

I	X_i	$P(X_i)$	$F(t)$	$A(t)$	$P'(X_i)$	ΔP
1	2	3	4	5	6	$7=6-3$
1	132,04	0,09091	2,28543	0,9889	0,0111	-0,0798
2	105,55	0,18182	0,75436	0,7747	0,2253	0,0435
3	100,49	0,27273	0,46203	0,6779	0,3221	0,0494
4	98,61	0,36364	0,35339	0,6381	0,3619	-0,0017
5	88,06	0,45455	-0,25688	0,3986	0,6014	0,1469
6	84,54	0,54545	-0,45998	0,3228	0,6772	0,1317
7	82,51	0,63636	-0,57755	0,2818	0,7182	0,0818

Tabel 4.30: *Lanjutan*

I	Xi	P(Xi)	F(t)	A(t)	P'(Xi)	ΔP
1	2	3	4	5	6	7=6-3
8	80,08	0,72727	-0,71778	0,2365	0,7635	0,0362
9	79,35	0,81818	-0,76024	0,2235	0,7765	-0,0417
10	73,79	0,90909	-1,08146	0,1398	0,8602	-0,0489

Ø Uji distribusi dengan Metode Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi log Normal

Tabel 4.31: Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Log Normal

I	Xi	P(Xi)	F(t)	A(t)	P'(Xi)	ΔP
1	2	3	4	5	6	7=6-3
1	2,12	0,09091	2,13333	0,9835	0,0165	-0,0744
2	2,02	0,18182	0,80000	0,7881	0,2119	0,0301
3	2	0,27273	0,53333	0,7031	0,2969	0,0242
4	1,99	0,36364	0,40000	0,6554	0,3446	-0,0190
5	1,94	0,45455	-0,26667	0,3949	0,6051	0,1506
6	1,93	0,54545	-0,40000	0,3446	0,6554	0,1099
7	1,92	0,63636	-0,53333	0,2969	0,7031	0,0667
8	1,904	0,72727	-0,75301	0,2257	0,7743	0,0470
9	1,90	0,81818	-0,80604	0,2101	0,7899	-0,0283
10	1,87	0,90909	-1,20000	0,1151	0,8849	-0,0242

Ø Uji distribusi dengan Metode Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Log Pearson III

Tabel 4.32: Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Log Pearson III

I	Xi	P(Xi)	F(t)	A(t)	P'(Xi)	ΔP
1	2	3	4	5	6	7=6-3
1	2,12	0,09091	2,13333	0,9835	0,0165	-0,0744
2	2,02	0,18182	0,80000	0,7881	0,2119	0,0301
3	2	0,27273	0,53333	0,7031	0,2969	0,0242
4	1,99	0,36364	0,40000	0,6554	0,3446	-0,0190
5	1,94	0,45455	-0,26667	0,3949	0,6051	0,1506
6	1,93	0,54545	-0,40000	0,3446	0,6554	0,1099

Tabel 4.32: Lanjutan

I	Xi	P(Xi)	F(t)	A(t)	P'(Xi)	ΔP
1	2	3	4	5	6	7=6-3
7	1,92	0,63636	-0,53333	0,2969	0,7031	0,0667
8	1,904	0,72727	-0,75301	0,2257	0,7743	0,0470
9	1,90	0,81818	-0,80604	0,2101	0,7899	-0,0283
10	1,87	0,90909	-1,20000	0,1151	0,8849	-0,0242

Ø Uji distribusi dengan Metode Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Gumbel

Tabel 4.33: Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Gumbel

I	Xi	P(Xi)	F(t)	Yt	T	P'(Xi)	ΔP
1	2	3	4	5	6	7	8=7-3
1	132,04	0,09091	2,28543	2,64351	14,568	0,0686	-0,0223
2	105,55	0,18182	0,75436	1,20430	3,859	0,2591	0,0773
3	100,49	0,27273	0,46203	0,92951	3,066	0,3262	0,0534
4	98,61	0,36364	0,35339	0,82738	2,824	0,3541	-0,0095
5	88,06	0,45455	-0,25688	0,25373	1,853	0,5397	0,0851
6	84,54	0,54545	-0,45998	0,06282	1,642	0,6090	0,0636
7	82,51	0,63636	-0,57755	-0,04770	1,539	0,6498	0,0134
8	80,08	0,72727	-0,71778	-0,17952	1,433	0,6978	-0,0294
9	79,35	0,81818	-0,76024	-0,21942	1,404	0,7123	-0,1059
10	73,79	0,90909	-1,08146	-0,52138	1,228	0,8143	-0,0948

Maka, rekapitulasi Simpangan Maksimum dari keseluruhan distribusi probabilitas dapat dilihat pada Tabel 4.34.

Tabel 4.34: Rekapitulasi Simpangan Maksimum (ΔP) Keseluruhan Distribusi Probabilitas

NO	Jenis Distribusi Probabilitas			
	Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbel
1	-0,0798	-0,0744	-0,0744	-0,0223
2	0,0435	0,0301	0,0301	0,0773
3	0,0494	0,0242	0,0242	0,0534
4	-0,0017	-0,019	-0,019	-0,0095

Tabel 4.34: *Lanjutan*

NO	Jenis Distribusi Probabilitas			
	Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbel
5	0,1469	0,1506	0,1506	0,0851
6	0,1317	0,1099	0,1099	0,0636
7	0,0818	0,0667	0,0667	0,0134
8	0,0362	0,047	0,047	-0,0294
9	-0,0417	-0,0283	-0,0283	-0,1059
10	-0,0489	-0,0242	-0,0242	-0,0948
Max	0,1469	0,1506	0,1506	0,0851

Berdasarkan Tabel 4.34 dapat dilihat bahwa:

- Simpangan maksimum (ΔP maksimum) berturut-turut 0,1469;0,1506;0,1506 dan 0.0851
- Jika jumlah data (n) = 10 dan $\alpha = 5\%$ maka didapat ΔP kritis = 0,41
- Jadi (ΔP maksimum) < ΔP kritis

Oleh karena itu, distribusi probabilitas Normal, Log Normal, Log Pearson III dan Gumbel dapat diterima untuk menganalisis data hujan.

4.5.5. Perhitungan Intensitas Curah Hujan Jam-Jaman

Waktu yang diperlukan oleh hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ketempat keluarnya (titik kontrol) disebut dengan waktu konsentrasi suatu daerah aliran dimana setelah tanah menjadi jenuh dan tekanan kecil terpenuhi. Dalam hal ini diasumsikan bahwa jika durasi hujan sama dengan waktu konsentrasi maka setiap bagian daerah aliran secara serentak telah menyumbangkan aliran terhadap titik kontrol.

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan persatuan waktu. Sifat umum hujan adalah semakin singkat hujan berlangsung, intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin jauh pula intensitasnya.

Hubungan antara intensitas hujan, lamanya hujan dan frekuensi hujan biasanya dinyatakan dalam lengkung Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) yaitu *intensity, duration, frequency Curve*. Diperlukan data hujan jangka pendek, misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, 60 menit dan jam-jaman untuk membentuk lengkung IDF. Data

hujan jenis ini hanya dapat diperoleh dari stasiun penangkar otomatis, selanjutnya berdasarkan hujan jangka pendek tersebut lengkung IDF dapat dibuat dari tabel dibawah dan divariasikan terhadap waktu.

Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk intensitas curah hujan.

Intensitas Curah Hujan 10 tahun:

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

R_{24} = perhitungan Frekuensi Curah Hujan (Tabel 4.14)

T_c = Nilai waktu konsentrasi hujan dalam satuan Jam

Untuk curah hujan rencana yang diperkirakan untuk 10 tahunan, sehingga didapatlah analisa perhitungan intensitas dan waktu konsentrasi pada tabel 4.21.

Tabel 4.35: Perhitungan analisa intensitas curah hujan.

NO	T		I (mm/jam)					
	Menit	Jam	R_2	R_5	R_{10}	R_{25}	R_{50}	R_{100}
1	5	0,083	161,051	189,053	209,169	236,371	257,777	280,218
2	10	0,167	101,456	119,096	131,768	148,904	162,389	176,526
3	20	0,333	63,913	75,026	83,009	93,804	102,299	111,205
4	30	0,500	48,775	57,255	63,347	71,586	78,069	84,865
5	40	0,667	40,263	47,263	52,292	59,093	64,444	70,055
6	50	0,833	34,697	40,730	45,064	50,925	55,536	60,371
7	60	1,000	30,726	36,069	39,906	45,096	49,180	53,462
8	70	1,167	27,725	32,546	36,009	40,692	44,377	48,240
9	80	1,333	25,364	29,774	32,942	37,226	40,597	44,132
10	90	1,500	23,449	27,526	30,454	34,415	37,531	40,799
11	100	1,667	21,858	25,658	28,389	32,080	34,986	38,031
12	110	1,833	20,512	24,079	26,641	30,105	32,832	35,690
13	120	2,000	19,356	22,722	25,139	28,409	30,982	33,679
14	130	2,167	18,351	21,541	23,833	26,933	29,372	31,929
15	140	2,333	17,466	20,503	22,684	25,634	27,956	30,390
16	150	2,500	16,681	19,581	21,665	24,482	26,699	29,023
17	160	2,667	15,978	18,756	20,752	23,451	25,575	27,801
18	170	2,833	15,345	18,014	19,930	22,522	24,562	26,700
19	180	3,000	14,772	17,340	19,185	21,680	23,643	25,702

Intensitas curah hujan 2 tahun:

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

$$I = \frac{88,63}{24} \left(\frac{24}{0,083} \right)^{2/3} = 161,051 \text{ mm/jam.}$$

4.6. Analisa Hidrograf Satuan Sintetik

4.6.1 Hidrograf Satuan Sintetik GAMA I

Untuk menghitung metode hidrograf satuan sintetik (HSS) Gama I digunakan parameter yang dibutuhkan dalam menghitungnya antara lain:

Tabel 4.36: Parameter untuk menghitung HSS Gama 1.

Parameter	Nilai	Keterangan
Luas DAS (A)	834,15 km ²	Dari BWS
Panjang Sungai (L)	55 km	Dari BWS
Kemiringan sungai rata-rata(S)	0,0193	Dari BWS
Kerapatan jaringan kuras (D)	0,157	Dari BWS
Luas DAS bag.Hulu (RUA)	0,621	Analisa peta
Faktor lebar (WF)	1,587	Analisa peta
Faktor simetris (SIM)	0,9855	Analisa peta
Faktor sumber (SF)	0,547	Analisa peta
Frekuensi sumber (SN)	0,8	Analisa peta
Jumlah Pertemuan Sungai (JN)	4	Analisa peta

Dari parameter diatas selanjutnya kita akan menghitung hidrograf satuan dengan beberapa faktor sebagai berikut:

1. Menghitung waktu mencapai debit puncak (t_r)

$$\begin{aligned} t_r &= 0,43 \left(\frac{L}{100SF} \right)^3 + 1,0655SIM + 1,2775 \\ &= 0,43 \left(\frac{55}{100 \times 0,547} \right)^3 + 1,0655(0,9855) + 1,2755 \\ &= 2,67 \text{ jam.} \end{aligned}$$

2. Menghitung debit puncak hidrograf (Qp)

$$\begin{aligned}
 Q_p &= 0,1836 \cdot A^{0,5886} \cdot t_r^{-0,4008} \cdot JN^{0,2381} \\
 &= 0,1836 \cdot (834,15)^{0,5886} \cdot (2,67)^{-0,4008} \cdot (4)^{0,2381} \\
 &= 9,03 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

3. Menghitung waktu dasar (tb)

$$\begin{aligned}
 t_b &= 27,4132 \cdot t_r^{0,1457} \cdot S^{-0,0986} \cdot SN^{0,7344} \cdot RUA^{0,2574} \\
 &= 27,4132 \cdot (2,67)^{0,1457} \cdot (0,0193)^{-0,0986} \cdot (0,8)^{0,7344} \cdot (0,621)^{0,2574} \\
 &= 35 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

4. Menghitung koefisien tampungan (K)

$$\begin{aligned}
 K &= 0,5617 \cdot A^{0,1798} \cdot S^{-0,1446} \cdot SF^{-1,0897} \cdot D^{-0,0452} \\
 &= 0,5617 \cdot (834,15)^{0,1798} \cdot (0,0193)^{-0,1446} \cdot (0,547)^{-1,0897} \cdot (0,157)^{-0,0452} \\
 &= 5,91 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

5. Menghitung aliran dasar sungai

$$\begin{aligned}
 Q_b &= 0,475 \cdot A^{0,6444} \cdot D^{0,9430} \\
 &= 0,475 \cdot (843,15)^{0,6444} \cdot (0,157)^{0,9430} = 6,37 \text{ m}^3 \text{ det.}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas kemudian dimasukkan ke dalam tabel dengan keterangan sebagai berikut:

Kolom (1) : Periode hidrograf dengan selang waktu 1 jam

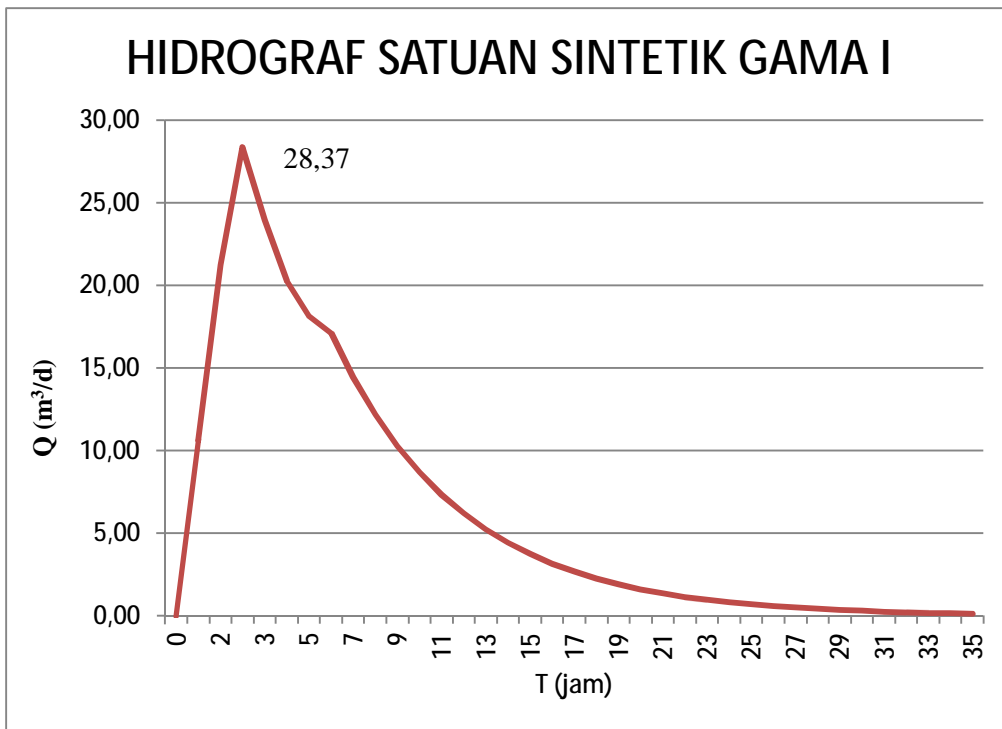
Kolom (2) : Debit dalam waktu tertentu $Q_t = Q_p \cdot e^{\frac{t}{k}}$

Tabel 4.37: Tabel Hasil Perhitungan HSS Gama I.

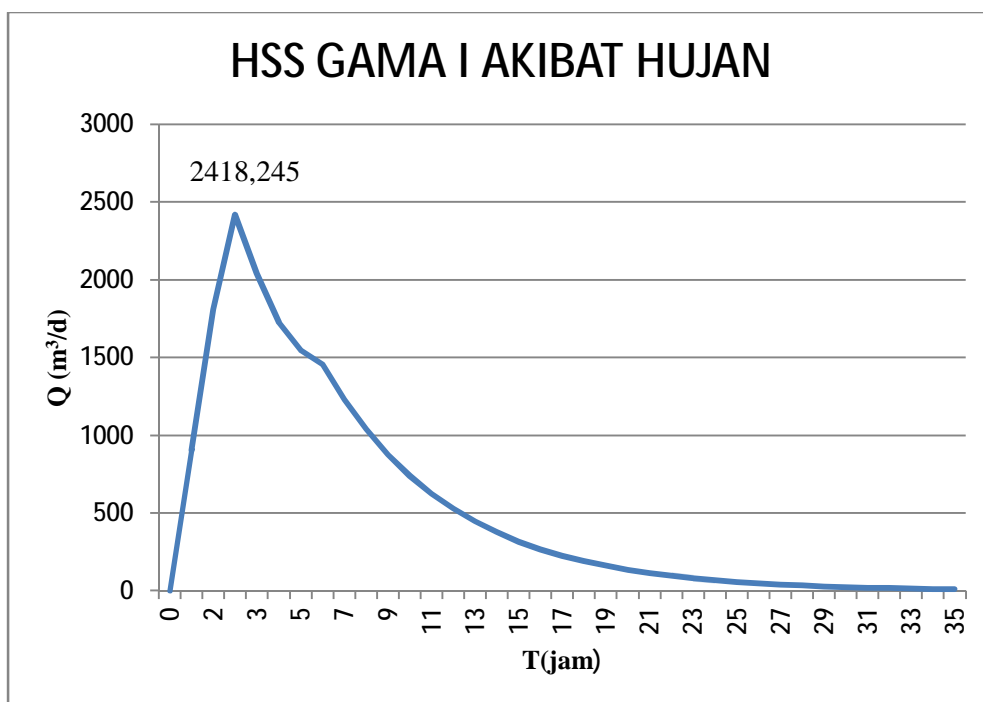
T (jam)	Q terkoreksi (m3/d)	Design Rainfall			Q(m ³ /s)
		1	2	3	
		39,9064	25,1395	19,1850	
0	0,00	0	0.000	0	0
1	10,63	424,067	267,146	203,8703	905,710
2	21,25	848,134	534,291	407,741	1811,419
2,67	28,37	1132,260	713,279	544,334	2418,245

Tabel 4.37: Lanjutan

T (jam)	Q terkoreksi (m ³ /d)	Design Rainfall			Q terkoreksi
		1	2	3	
		39,9064	25,1395	19,1850	
0	0,00	0	0.000	0	0
3	23,96	956,095	602,302	459,643	2041,998
4	20,23	807,339	508,592	388,128	1724,291
5	18,16	724,522	456,420	348,314	1547,411
6	17,08	681,728	429,462	327,741	1456,014
7	14,43	575,660	362,643	276,749	1229,478
8	12,18	486,095	306,221	233,690	1038,188
9	10,29	410,465	258,577	197,331	876,659
10	8,69	346,603	218,346	166,629	740,263
11	7,33	292,676	184,374	140,704	625,088
12	6,19	247,139	155,688	118,812	527,833
13	5,23	208,688	131,465	100,327	445,709
14	4,42	176,219	111,011	84,717	376,363
15	3,73	148,801	93,739	71,536	317,806
16	3,15	125,650	79,155	60,406	268,359
17	2,66	106,101	66,839	51,008	226,606
18	2,25	89,593	56,440	43,072	191,349
19	1,90	75,653	47,659	36,370	161,578
20	1,60	63,883	40,244	30,712	136,439
21	1,35	53,943	33,982	25,933	115,211
22	1,14	45,550	28,695	21,898	97,285
23	0,96	38,463	24,230	18,491	82,149
24	0,81	32,479	20,461	15,614	69,368
25	0,69	27,426	17,277	13,185	58,575
26	0,58	23,159	14,589	11,134	49,462
27	0,49	19,555	12,319	9,401	41,766
28	0,41	16,513	10,402	7,939	35,268
29	0,35	13,944	8,784	6,703	29,781
30	0,30	11,774	7,417	5,660	25,147
31	0,25	9,942	6,263	4,780	21,235
32	0,21	8,395	5,289	4,036	17,931
33	0,18	7,089	4,466	3,408	15,141
34	0,15	5,986	3,771	2,878	12,785
35	0,13	5,055	3,184	2,430	10,796



Gambar 4.3: Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Gama 1



Gambar 4.4: Grafik HSS GAMA I akibat hujan.

4.6.2 Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Hidrograf satuan sintetik (HSS) Nakayasu adalah metode yang berasal dari Jepang. Adapun parameter yang diperlukan dalam metode HSS Nakayasu adalah pada Tabel 4.38

Tabel 4.38: Parameter untuk menghitung HSS Nakayasu.

Parameter	Nilai	satuan	Keterangan
Luas DAS (A)	834,15	km ²	Dari BWS
Panjang sungai (L)	55	km	Dari BWS
Koefisien pengaliran (C)	0,28		Perhitungan
Hujan satuan (Ro)	1	mm	Tetapan

Dalam menghitung HSS Nakayasu diperlukan data yang diperoleh dari Tabel 4.35 yaitu perhitungan intensitas hujan jam-jaman seperti pada Tabel 4.39.

Tabel 4.39: Hujan Efektif Daerah Pengaliran.

T (jam)	Hujan (mm/jam)
1	39,9064
2	25,1395
3	19,1850

Dari parameter-parameter diatas selanjutnya akan menghitung hidrograf satuan dengan beberapa faktor sebagai berikut:

1. Menghitung waktu konsentrasi hujan

Untuk panjang sungai $L > 15\text{km}$ maka,

$$t_g = 0,40 + 0,058L = 0,40 + 0,058(55) = 3,59\text{jam}$$

2. Menghitung satuan waktu dari curah hujan

$$t_r = 0,75 t_g = 0,75(3,59) = 2,69 \text{ jam}$$

3. Menghitung waktu dari permukaan hujan sampai puncak banjir

$$T_p = t_g + 0,8 t_r = 3,59 + 0,8(2,69) = 5,74 \text{ jam}$$

4. Menghitung waktu penurunan debit

Ambil nilai $\alpha = 2$, untuk pengaliran biasa

$$T_{0,3} = \alpha \cdot t_g = 2 \times 3,59 = 7,18 \text{ jam}$$

5. Menghitung debit maksimum

$$Q_p = \frac{c.A.R_o}{3,6(0,3T_p + T_{0,3})} = \frac{0,28.834,15 \cdot 1}{3,6(0,3(5,74) + 7,18)} = 7,29 \text{ m}^3/\text{det}$$

6. Menghitung kurva naik dan kurva turun hidrograf

a. Kurva naik

1. $0 \leq t < T_p$, maka

$$0 \leq t < 5,74$$

Rumus kurva naik : $Q_t = Q_p \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2,4}$, maka

$$Q_t = 7,29 \left(\frac{t}{5,74}\right)^{2,4} \quad (\text{persamaan kurva naik})$$

b. Kurva turun

1. Kurva turun pertama

$T_p \leq t < (T_p + T_{0,3})$, maka

$$5,74 \leq t < 12,92$$

Rumus kurva turun: $Q_{t1} = Q_p \cdot 0,3^{\left(\frac{t-T_p}{T_{0,3}}\right)}$ maka

$$Q_{t1} = 7,29 \cdot 0,3^{\left(\frac{t-5,74}{7,18}\right)} \quad (\text{persamaan kurva turun 1})$$

2. Kurva turun kedua

$T_p + T_{0,3} \leq t < (T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$, maka

$$12,92 \leq t < 23,69$$

Rumus kurva turun: $Q_{t2} = Q_p \cdot 0,3^{\left(\frac{t-T_p+(0,5T_{0,3})}{1,5T_{0,3}}\right)}$

$$Q_{t2} = 7,29 \cdot 0,3^{\frac{t-[5,74+(0,5(7,18))]}{1,5(7,18)}} \quad (\text{persamaan kurva turun 2})$$

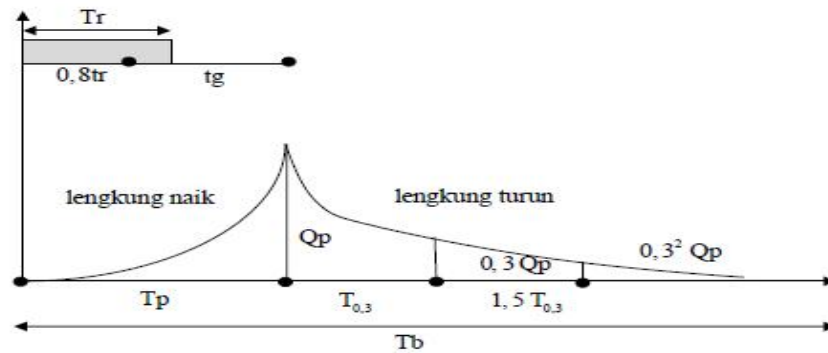
3. Kurva turun ketiga

$$t \geq (T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}), \text{ maka}$$

$$t \geq 23,69$$

$$\text{rumus kurva turun : } Q_t = Q_p \cdot 0,3^{\left(\frac{t - T_p + (1,5T_{0,3})}{2,0T_{0,3}}\right)}$$

$$Q_t = 7,29 \cdot 0,3^{\frac{t - [5,74 + (1,5(7,18))]}{2,0(7,18)}} \quad (\text{persamaan kurva turun 2})$$



Gambar 4.5: Skema hidrograf satuan sintetik nakayasu

7. Memasukan hasil perhitungan ke dalam tabel

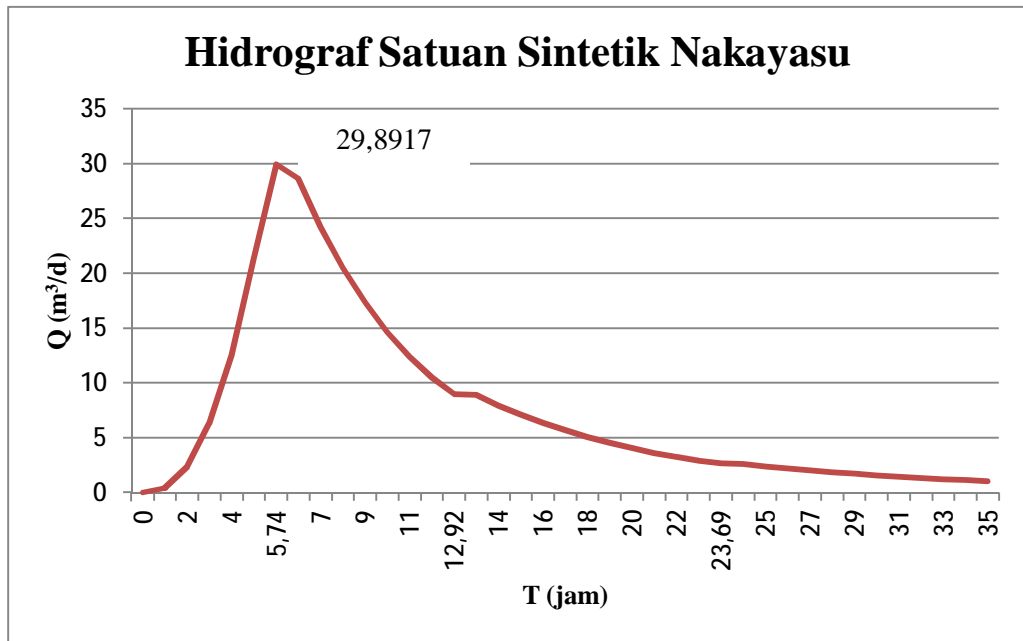
Hasil dari perhitungan diatas kemudian ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.40: Hasil perhitungan HSS Nakayasu.

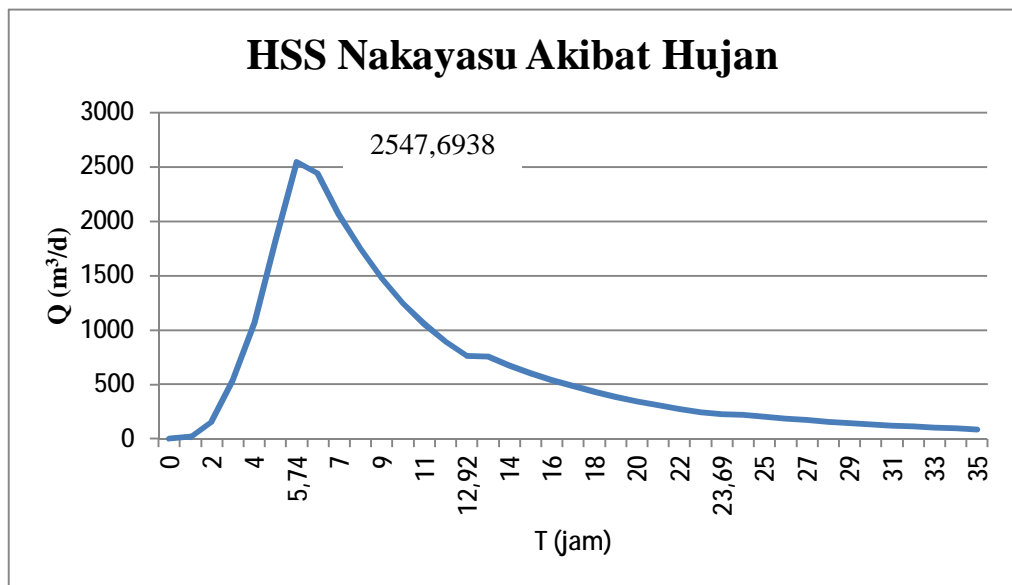
T	Q terkoreksi	Design Rainfall			Q(m ³ /s)
		1	2	3	
(jam)	(m ³ /d)	39,906	25,1395	19,1850	
0	0	0			0
1	0,4502	17,96711	0		18,4173
2	2,3763	94,83099	59,73978	0	156,9471
3	6,2882	250,9397	158,0821	120,6392	535,9492
4	12,5424	500,521	315,3085	240,6254	1068,9972
5	21,4271	855,0792	538,6661	411,0792	1826,2516
5,74	29,8917	1192,87	751,4607	573,4719	2547,6938
6	28,6357	1142,747	719,8852	549,3752	2440,6427
7	24,2149	966,3303	608,7499	464,5631	2063,8582
8	20,4766	817,149	514,7716	392,8443	1745,2415

Tabel 4.40: *Lanjutan*

T	Q terkoreksi	Design Rainfall			Q (m ³ /d)
		1	2	3	
(jam)	(m ³ /d)	39,906	25,1395	19,1850	
0	0	0		0	0
9	17,3155	690,9982	435,3016	332,1973	1475,8125
10	14,6423	584,3224	368,1001	280,9129	1247,9778
11	12,3819	494,1152	311,2731	237,5458	1055,3160
12	10,4704	417,8341	263,219	200,8737	892,3971
12,92	8,9675	357,8609	225,4382	172,0416	764,3081
13	8,8916	354,8334	223,531	170,5861	757,8421
14	7,9512	317,3035	199,8887	152,5436	677,6870
15	7,1102	283,7431	178,747	136,4095	606,0097
16	6,3582	253,7323	159,8413	121,9818	541,9136
17	5,6857	226,8957	142,9353	109,0801	484,5967
18	5,0843	202,8975	127,8174	97,54293	433,3421
19	4,5466	181,4375	114,2985	87,22606	387,5086
20	4,0657	162,2473	102,2094	78,00037	346,5228
21	3,6357	145,0868	91,39897	69,75047	309,8719
22	3,2511	129,7413	81,73193	62,37313	277,0976
23	2,9073	116,0189	73,08735	55,77608	247,7896
23,69	2,6903	107,3583	67,63146	51,61247	229,2924
24	2,6221	104,6389	65,9184	50,30516	223,4846
25	2,4112	96,2235	60,61701	46,25944	205,5112
26	2,2173	88,48487	55,74197	42,53909	188,9832
27	2,0390	81,3686	51,259	39,11794	173,7845
28	1,8750	74,82464	47,13657	35,97194	159,8082
29	1,7242	68,80698	43,34568	33,07895	146,9558
30	1,5855	63,27328	39,85967	30,41862	135,1371
31	1,4580	58,18461	36,65401	27,97224	124,2689
32	1,3408	53,5052	33,70616	25,72262	114,2747
33	1,2329	49,20212	30,99539	23,65391	105,0844
34	1,1338	45,24511	28,50263	21,75158	96,6331
35	1,0426	41,60634	26,21035	20,00224	88,8615



Gambar 4.6: Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

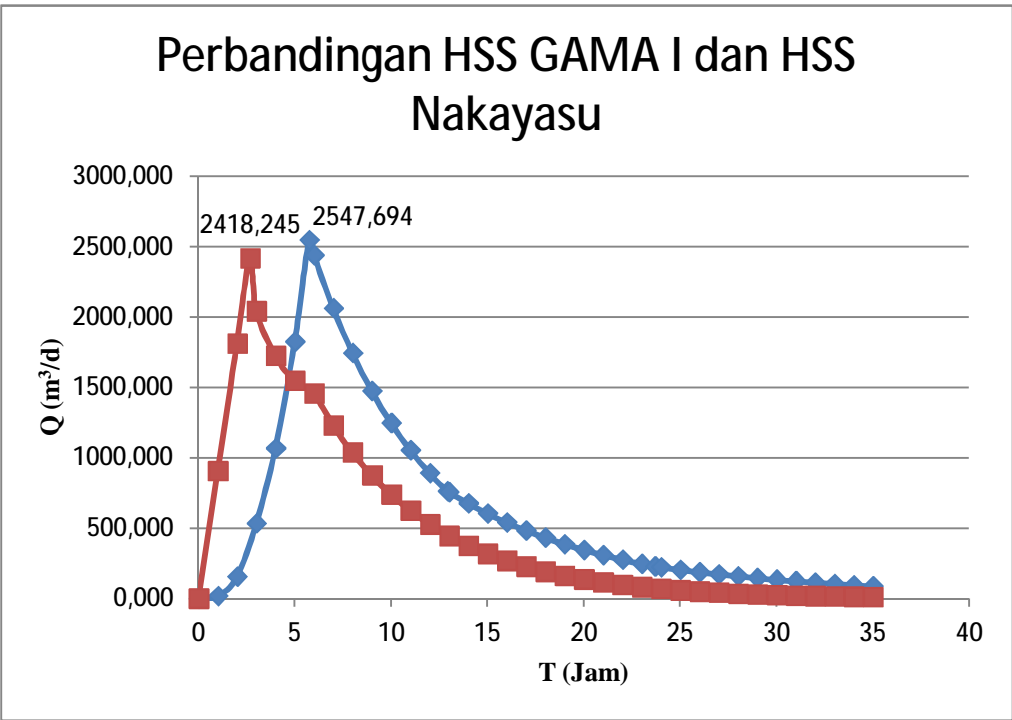


Gambar 4.7: Grafik HSS Nakayasu Akibat Hujan

Dari 2 metode yang telah dihitung dapat dilihat perbandingan antara HSS GAMA I dan HSS NAKAYASU dari Tabel 4.29.

Tabel 4.41: Perbandingan perhitungan HSS GAMA I dan HSS NAKAYASU.

No	Q koreksi untuk HSS NAKAYASU	Q koreksi untuk HSS GAMA I	t HSS NAKAYASU	t HSS GAMA I
1	0,000	0	0	0
2	18,417	905,710	1	1
3	156,947	1811,419	2	2
4	535,949	2418,245	3	2,67
5	1068,997	2041,998	4	3
6	1826,252	1724,291	5	4
7	2547,694	1547,411	5,74	5
8	2440,643	1456,014	6	6
9	2063,858	1229,478	7	7
10	1745,241	1038,188	8	8
11	1475,813	876,659	9	9
12	1247,978	740,263	10	10
13	1055,316	625,088	11	11
14	892,397	527,833	12	12
15	764,308	445,709	12,92	13
16	757,842	376,363	13	14
17	677,687	317,806	14	15
18	606,010	268,359	15	16
19	541,914	226,606	16	17
20	484,597	191,349	17	18
21	433,342	161,578	18	19
22	387,509	136,439	19	20
23	346,523	115,211	20	21
24	309,872	97,285	21	22
25	277,098	82,149	22	23
26	247,790	69,368	23	24
27	229,292	58,575	23,69	25
28	223,485	49,462	24	26
29	205,511	41,766	25	27
30	188,983	35,268	26	28
31	173,785	29,781	27	29
32	159,808	25,147	28	30
33	146,956	21,235	29	31
34	135,137	17,931	30	32
35	124,269	15,141	31	33
36	114,275	12,785	32	34
37	105,084	10,796	33	35
38	96,633		34	
39	88,862		35	



Gambar 4.8: Grafik perbandingan metode HSS Gama I dengan HSS Nakayasu

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Dari hasil analisa pada bab sebelumnya didapatkan debit banjir dari kedua metode Hidrograf Satuan Sintetik yaitu:
 - a. Debit banjir dari metode Hidrograf Satuan Sintetik Gama I adalah sebesar 2418,245 m³/det pada t = 2,67 jam.
 - b. Debit banjir dari metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu adalah sebesar 2547,694 m³/det pada t = 5,74 jam.
2. Berdasarkan hasil pembahasan dari dua metode hidrograf satuan sintetik dapat dilihat perbandingannya yaitu
 - HSS GAMA I : HSS NAKAYASU
 - 2418,245 m³/det : 2547,694 m³/det
 - 1 : 1,05
3. Berdasarkan hasil dan perbandingan dari metode HSS Gama I dan HSS Nakayasu dapat dipilih bahwa yang paling baik digunakan dalam merencanakan debit banjir rencana sungai Deli adalah dengan metode HSS Gama I

5.2 Saran

1. Dari hasil penelitian diharapkan menjadi masukan yang berguna dalam proses pengambilan keputusan untuk kepentingan pengukuran debit pada DAS Deli.
2. 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 menyatakan persepsi dan mencari solusi tentang persoalan banjir. Sehingga diharapkan akan tercipta solusi yang baik dalam penanganan masalah banjir tersebut.

3. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi perbandingan dengan metode HSS lainnya agar dapat mengetahui perbandingan metode HSS lain yang sudah dibahas.
4. 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 diperlukan tata ruang dalam pembangunan kota yang baik dan terus mempertahankan penghijauan lingkungan yang ada karena sangat penting bagi peresapan air.

DAFTAR PUSTAKA

- Harahap,R. (2017) *Pemodelan Indeks Banjir Pada Sungai Deli Berdasarkan Kajian Hidrologi Sebagai Pengendalian Banjir Kota Medan*,UNIMED.
- Harahap,R. (2014) *Model Perencanaan Drainase Sebagai Pengendalian Banjir Kota Medan untuk Lanjutan.*,UNIMED.
- Kodoatie (2005) *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Siddik,R.N. (2014) *Analisis Hidrograf Satuan Sintetik Di Das Wampu Kab. Langkat*.Medan.
- Sri Harto (2000) *Hidrologi: Teori, Masalah, Penyelesaian*. Yogyakarta: Nafiri Offset.
- Suripin (2004) *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Syifa, I. H. (2015) *Kajian Metode Hidrograf Satuan Sintetik Pada Sungai Deli*. Medan.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Rizky Ari Ananda
Nama Pangilan : Rizky
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 8 Januari 1996
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat : Jl. Pukat V Gg.Mangga no.24B Medan
Nomor KTP : 1271140801960003
Nomor HP : 082236643085/085762730612
E-mail : rizkyariananda13@gmail.com
Nama Orang Tua, Ayah : Adi Sakirman
Ibu : Almh. Netty Hariany

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1407210120
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri No.3, Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	Sekolah Dasar	SD Swasta Islam Azizi, Medan	2008
2	SMP	SMP Negeri 13, Medan	2011
3	SMA	SMA Negeri 8, Medan	2014
4	Melanjutkan Kuliah Di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2014 sampai selesai.		

LAMPIRAN

Tabel L. 1 : Data curah hujan dan curah hujan maksimum (BWSS).

Stasiun : Polonia

Koordinat : 03° 29'35''LU; 99° 40'32'' BT

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Spt	Okt	Nov	Des	Maks
2007	37	7	26	85	88	37	47	73	60	68	72	57	88
2008	67	7	20	52	50	12	64	29	52	67	82	36	82
2009	72	53	55	80	115	29	59	56	113	55	26	21	115
2010	59	7	25	42	29	43	60	72	31	40	40	69	72
2011	50	31	69	46	83	34	35	60	53	61	32	65	83
2012	22	31	70	37	82	35	62	33	62	93	0	47	93
2013	73	48	72	62	50	41	27	35	37	88	64	89	89
2007	37	7	26	85	88	37	47	73	60	68	72	57	88
2008	67	7	20	52	50	12	64	29	52	67	82	36	82

Tabel L. 2 : Data curah hujan dan curah hujan maksimum (BWSS).

Stasiun : Batang Kuis

Koordinat : 03° 29'35''LU; 99° 40'32'' BT

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Spt	Okt	Nov	Des	Maks
2007	38	0	15	20	56	10	50	30	32	30	70	35	70
2008	7	10	26	35	27	25	38	23	24	45	61	30	61
2009	89	5	75	49	40	55	17	51	59	57	25	14	89
2010	35	0	35	62	67	75	25	26	39	28	80	80	80
2011	25	13	74	110	13	34	37	150	116	75	48	42	150
2012	31	13	18	69	127	68	28	88	29	0	0	60	127
2013	30	70	20	75	45	45	15	25	35	90	110	80	110
2014	0	6	16	18	55	68	30	41	95	85	82	93	95
2015	18	36	6	38	55	13	29	40	25	50	37	35	55
2016	39	75	17	1	55	14	122	59	117	53	23	21	122



Gambar L.1: Survei sungai di Jalan Ir.H. Juanda-Medan.



Gambar L.2: Survei pengamatan keadaan sungai di Jalan Ir.H.Juanda-Medan.



Gambar L.3: Survey pengamatan sungai terhadap daratan di Jalan Ir.H Juanda-Medan



Gambar L.4: Survey pengamatan sungai terhadap daratan di Jalan Ir.H. Juanda-Medan



Gambar L.5: Foto Pemukiman warga dekat sungai Deli di Jalan Ir.H.Juanda-Medan