

TUGAS AKHIR

**ANALISIS BANJIR RANCANGAN DENGAN METODE
HIDROGRAF SATUAN SINTETIK GAMA 1 DAN SCS (*SOIL
CONSERVATION SERVICE*) DAS BABURA
(STUDI KASUS)**

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

Disusun Oleh:

MARCH ABDUL RAY LUBIS
1407210113



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan 20238 Telp. (061) 6623301
Website: <http://www.umsu.ac.id> Email: rektor@umsu.ac.id

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : March Abdul Ray Lubis

NPM : 1407210113

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Banjir Rancangan Dengan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Gama 1 Dan SCS (*Soil Conservation Service*) DAS Babura (Studi Kasus)

Bidang Ilmu : Keairan

Disetujui Untuk Disampaikan Kepada
Panitia Ujian

Medan, Oktober 2019

Pembimbing I

Randi Gunawan, S.T., M.Si.

Pembimbing II

Dr Fahrizal Zulkarnain S.T, M.Sc.

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : March Abdul Ray Lubis

NPM : 1407210113

Program Studi : Analisis Banjir Rancangan Dengan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Gama I Dan SCS (*Soil Conservation Service*) DAS Babura.

Bidang Ilmu : Keairan.

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

Medan, Oktober 2019

Mengetahui dan menyetujui :

Dosen Pembimbing I / Penguji



Randi Gunawan, S.T, M.Si

Dosen Pembimbing II / Penguji



Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T M.Sc

Dosen Pembimbing I / Penguji



Dr. Rumillah Harahap, M.T

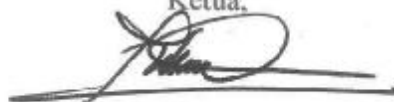
Dosen Pembimbing II / Penguji



Tondi Amirsyah, P, 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 : March Abdul Ray Lubis

Tempat / Tanggal Lahir: Pematang Siantar/ 14 Maret 1997

NPM : 1407210113

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

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

“Analisis Banjir Rancangan Dengan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Gama 1 dan SCS (*Soil Conservation Service*) DAS Babura (Studi Kasus)”

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 orisinil 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, Oktober 2019

Saya yang menyatakan,




March Abdul Ray Lubis

ABSTRAK

ANALISIS BANJIR RANCANGAN DENGAN METODE HIDROGRAF SATUAN SINTETIK GAMA 1 DAN SCS (SOIL CONSERVATION SERVICE) DAS BABURA (STUDI KASUS)

March Abdul Ray Lubis
1407210113
Randi Gunawan ST. M.Si
Dr. Fahrizal Zulkarnain

Sungai Babura adalah salah satu sungai di propinsi Sumatera Utara, memiliki panjang 36,70 km dan luas DAS sebesar 109,576 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 SCS (*Soil Conservation Service*). Dari hasil perhitungan didapat debit banjir rencana HSS Gama 1 kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahun adalah 151, 251, 347, 514, 679, 889 m³/det. Sedangkan HSS SCS kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahun adalah 89, 149, 205, 304, 402, 526 m³/det. Perbandingan metode HSS Gama 1 dan metode HSS SCS adalah 1 : 1,69.

Kata kunci: Sungai Babura, Banjir, HSS Gama 1 dan HSS SCS.

ABSTRACT

FLOOD DESIGN ANALYSIS WITH HYDROGRAPH METHODS GAMMA 1 SYNTHETIC AND SCS (SOIL CONSERVATION SERVICE)

BABURA WATERSHED

(CASE STUDY)

March Abdul Ray Lubis

1407210113

Randi Gunawan ST. M.Si

Dr. Fahrizal Zulkarnain

Babura River is one of the rivers in the province of North Sumatra, has a length of 36.70 km and a watershed area of 109.576 km². This river is not immune to the problem of flooding which in turn can cause a lot of damage. For planning flood control, river security, and various water structures in the river, hydrological analysis needs to be done to obtain the magnitude of the flood plan. Writing this final project aims to obtain the magnitude of the flood discharge plan and compare flood discharge in order to obtain a comparison of flood discharge plans. In this study used the Gama I Synthetic Hydrograph Unit and the SCS (Soil Conservation Service) Synthetic Unit Hydrograph. From the calculation results obtained flood discharge plan of HSS Gama 1 when 2, 5, 10, 25, 50, 100 years is 151, 251, 347, 514, 679, 889 m³ / sec. Whereas HSS SCS on the 2nd, 5th, 10th, 25th, 50th, 100th year is 89, 149, 205, 304, 402, 526 m³ / sec. The comparison of the HSS Gama 1 method and the HSS SCS method is 1: 1,69.

Keywords: Babura River, Flood, HSS Gama 1 and HSS SCS..

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan Kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Banjir Rancangan Dengan Metode Hidrograf Satuan Sintetik GAMA 1 Dan SCS (*Soil Conservation Service*) DAS Babura (Studi Kasus)” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Bapak Randi Gunawan, S.T. M.Si. selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain S.T, M.Sc, selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Rumilla Harahap M.T, selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Tondi Amirsyah P. S.T, M.T, selaku Dosen Pembanding II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
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 Samsul Bahri Lubis dan Ibunda Rosdiani Tamba yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis..
10. Sahabat-sahabat penulis : Nona Dwi Fradilla S.Pd dan Rizky Ari Ananda S.T yang telah memberi semangat dan masukan yang sangat berarti bagi saya pribadi.
11. Buat teman-teman Teknik Sipil khususnya kelas A2 sore stambuk 2014, kelas Keairan dan seluruh teman-teman yang amat saya sayangi 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, Oktober 2019

March Abdul Ray Lubis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	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	
2.1. Hidrologi	4
2.2. Curah Hujan Frekuensi Areal	6
2.2.1. Rata-rata Aljabar	6
2.2.2. Metode Poligon Thiessen	7
2.2.3. Metode Isohyet	8
2.3. Distribusi Frekuensi Curah Hujan	10
2.3.1. Distribusi Normal	13
2.3.2. Distribusi Log Normal	14
2.3.3. Distribusi Log Person III	15
2.3.4. Distribusi Gumbel	17

2.4.	Uji Distribusi Frekuensi Curah Hujan	19
2.4.1.	Uji Chi Kuadrat	20
2.4.2.	Uji Smirnov Kolmogorof	20
2.5.	Curah Hujan Maksimum Harian Rata-rata	21
2.6.	Hidrograf Satuan Sintesis	22
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		
3.1.	Bagan Alir Penelitian	27
3.2.	Lokasi Penelitian	28
3.3.	Pengumpulan Data	29
3.4.	Data Penelitian	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1.	Analisa Hidrologi	31
4.2.	Perhitungan Curah Hujan Kawasan DAS Babura	31
4.3.	Perhitungan Koefisien Pengaliran DAS Babura	33
4.4.	Penentuan Pola Distribusi Hujan	36
4.4.1	Metode Distribusi Normal	36
4.4.2	Metode Distribusi Log Normal	38
4.4.3	Metode Distribusi Log Person III	40
4.4.4	Metode Distribusi Gumbel	43
4.5.	Analisa Pemilihan Distribusi Curah Hujan	46
4.5.1	Analisa Frekuensi Curah Hujan	46
4.5.2	Jenis Distribusi	48
4.5.3	Uji Sebaran Chi Kuadrat (<i>Chi-Square Test</i>)	49
4.5.4	Uji Sebaran Smirnov-Kolmogorov	54
4.5.5	Perhitungan Intensitas Curah hujan Jam-Jaman	59
4.6.	Analisa Hidrograf Satuan Sintetik	61
4.6.1	Hidrograf Satuan Sintetik GAMMA 1	61
4.6.2	Hidrograf Satuan Sintetik SCS (<i>Soil Conservation Service</i>)	73
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1.	Kesimpulan	82

5.2. Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Jaring-jaring pos penakar hujan dalam DAS	10
Tabel 2.2	Luas DAS	10
Tabel 2.3	Topografi DAS	10
Tabel 2.4	Tabel Pemilihan Jenis Distribusi	12
Tabel 2.5	Nilai Variabel Reduksi Gauss	13
Tabel 2.6	Nilai KT untuk distribusi Log Normal	15
Tabel 2.7	Nilai K (faktor frekuensi) untuk distribusi Log Person III	16
Tabel 2.8	Standard Deviasi (Y_n) untuk Distribusi Gumbel	18
Tabel 2.9	Reduksi Variant (YT) sebagai fungsi periode ulang Gumbel	19
Tabel 2.10	Reduksi Standard Deviasi (S_n) untuk distribusi Gumbel	19
Tabel 2.11	Nilai t/T_p dan q/q_p HSS SCS	22
Tabel 3.1	Data curah hujan maksimum harian dalam jangka waktu 10 tahun	29
Tabel 3.2	Rangking curah hujan bulanan dan harian maksimum DAS Babura	30
Tabel 4.1	Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun polonia (BWSS)	32
Tabel 4.2	Rangking curah hujan bulanan dan harian maksimum rata-rata sungai Babura.	32
Tabel 4.3	Zona Penggunaan Lahan DAS Babura (Analisa data dan peta RBI Medan, 2010).	33
Tabel 4.4	Nilai koefisien pengaliran di DAS Babura.	34
Tabel 4.5	Analisa Curah Hujan Distribusi Normal	36
Tabel 4.6	Analisa curah hujan dengan Metode Distribusi Normal	37
Tabel 4.7	Analisa Curah Hujan dengan Distribusi Log Normal	38
Tabel 4.8	Analisa curah hujan rencana Metode Distribusi Log Normal	39
Tabel 4.9	Analisa Curah Hujan dengan Distribusi Log Person III	41
Tabel 4.10	Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log Person III.	41
Tabel 4.11	Analisa Curah Hujan dengan Metode Distribusi Gumbel	43
Tabel 4.12	Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Gumbel.	44
Tabel 4.13	Resume Perhitungan Frekuensi Curah Hujan Kala Ulang Das Babura.	44

Tabel 4.14	Analisa Frekuensi Curah Hujan.	46
Tabel 4.15	Uji Parameter statistik untuk menentukan jenis sebaran	48
Tabel 4.16	Data Curah Hujan	49
Tabel 4.17	Analisis Uji Distribusi Chi Kuadrat Distribusi Normal	50
Tabel 4.18	Analisa Uji Distribusi Chi Kuadrat Distribusi Log Normal	51
Tabel 4.19	Analisis Uji Distribusi Chi Kuadrat Distribusi Log Person III	51
Tabel 4.20	Analisis Uji Distribusi Chi Kuadrat Distribusi Gumbel	52
Tabel 4.21	Perhitungan nilai X^2 untuk Distribusi Normal	52
Tabel 4.22	Perhitungan nilai X^2 untuk Distribusi Log Normal	52
Tabel 4.23	Perhitungan Nilai X^2 untuk Distribusi Log Person III	53
Tabel 4.24	Perhitungan nilai X^2 untuk Distribusi Gumbel	53
Tabel 4.25	Rekapitulasi Nilai X^2 dan X^2_{cr}	54
Tabel 4.26	Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Normal	54
Tabel 4.27	Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Log Normal	55
Tabel 4.28	Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Log Person III	56
Tabel 4.29	Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Gumbel	57
Tabel 4.30	Rekapitulasi Simpangan Maksimum (ΔP) Keseluruhan Distribusi Probabilitas.	58
Tabel 4.31	Perhitungan analisa intensitas curah hujan rancangan jam- jaman.	60
Tabel 4.32	Parameter untuk menghitung HSS Gamma 1.	61
Tabel 4.33	Tabel Hasil Perhitungan HSS Gamma 1.	62
Tabel 4.34	Tabel Perhitungan debit banjir HSS Gama 1 Kala Ulang 2 tahun	64
Tabel 4.35	Tabel Perhitungan debit banjir HSS Gama 1 Kala Ulang 5 tahun	65
Tabel 4.36	Tabel Perhitungan debit banjir HSS Gama 1 Kala Ulang 10	67

	tahun	
Tabel 4.37	Tabel Perhitungan debit banjir HSS Gama 1 Kala Ulang 25 tahun	68
Tabel 4.38	Tabel Perhitungan debit banjir HSS Gama 1 Kala Ulang 50 tahun	69
Tabel 4.39	Tabel Perhitungan debit banjir HSS Gama 1 Kala Ulang 100 tahun	71
Tabel 4.40	Tabel debit banjir rencana Kala Ulang HSS Gama 1.	72
Tabel 4.41	Tabel Hasil Perhitungan HSS SCS.	74
Tabel 4.42	Tabel Hasil Perhitungan debit banjir HSS SCS Kala Ulang 2 Tahun	75
Tabel 4.43	Tabel Hasil Perhitungan debit banjir HSS SCS Kala Ulang 5 Tahun	76
Tabel 4.44	Tabel Hasil Perhitungan debit banjir HSS SCS Kala Ulang 10 Tahun	76
Tabel 4.45	Tabel Perhitungan debit banjir HSS SCS Kala Ulang 25 Tahun	77
Tabel 4.46	Tabel Perhitungan debit banjir HSS SCS Kala Ulang 50 Tahun	78
Tabel 4.47	Tabel Perhitungan debit banjir HSS SCS Kala Ulang 100 Tahun	78
Tabel 4.48	Tabel debit banjir rencana Kala Ulang HSS SCS.	79
Tabel 4.49	Tabel Perbandingan Debit Banjir Rencana HSS Gama 1 dan HSS SCS	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus hidrologi	5
Gambar 2.2	Metode Poligon Thiessen	8
Gambar 2.3	Isohyet	9
Gambar 2.4	HSS SCS tak berdimensi	23
Gambar 3.1	Bagan alir penelitian	27
Gambar 3.2	Peta DAS Sungai Babura	28
Gambar 4.1	Peta Rencana Tata Ruang Kota Medan	33
Gambar 4.2	Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Gama 1	64
Gambar 4.3	Grafik Debit Banjir Kala Ulang Dengan Metode HSS Gama 1	73
Gambar 4.4	Grafik Debit HSS SCS	75
Gambar 4.5	Grafik Debit Banjir Kala Ulang Dengan Metode HSS SCS	80
Gambar 4.6	Grafik Perbandingan Metode HSS Gama 1 dan HSS SCS.	81

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
EF	= Nilai yang diharapkan
EO	= Nilai yang diamati
I	= Intensitas hujan
JK	= Jumlah kelas
JN	= Jumlah pertemuan sungai
K	= Variabel reduksi
k	= $1+3,22 \text{ Log } n$
L	= Panjang Sungai
Log X	= Harga rata-rata dari data
m	= Nomor urut dari nomor kecil ke besar
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_0	= Hujan satuan

- R = Curah hujan maksimum harian selama 24 jam
- 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
- X = Rata- rata hitung variate
- 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 = Parameter hidrograf

DAFTAR SINGKATAN

HSS	= Hidrograf Satuan Sintetik
SCS	= Soil Conservation Service
DAS	= Daerah Aliran Sungai
BWSS	= Balai Wilayah Sungai Sumatera

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 di sungai. 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 di sungai 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 Babura adalah salah satu sungai yang ada di pulau Sumatera yang merupakan pusat penghidupan sebagian masyarakat Sumatera Utara. Sungai Babura memiliki panjang 36,70 kilometer (km), sungai Babura mempunyai fungsi penting sebagai sumber air untuk PDAM dan kebutuhan air untuk masyarakat sekitar. Hampir setiap tahun sungai babura 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 hidrogram satuan sangat sulit di dapat maka digunakan analisis hidrogram satuan sintetis (HSS). Penelitian analisis banjir rancangan Sungai Babura ini menggunakan metode HSS, yaitu HSS Gama 1 dan HSS SCS (*Soil Conservation Service*). Karena HSS Gama 1 dan HSS SCS lebih efisien dan lebih sederhana perhitungannya dibandingkan HSS dan metode lainnya.

1.2 Rumusan Masalah

Debit berdasarkan uraian yang telah disebutkan diatas maka untuk kebutuhan analisis banjir rancangan di sungai Babura yang mengalami keterbatasan data perlu dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode Hidrogram 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 1 stasiun, yaitu Pos Polonia (Dikarenakan hanya mempunyai 1 pos stasiun) di Sungai Babura.
2. Metode yang digunakan adalah metode HSS Gama 1 dan HSS SCS.
3. Menggunakan metode Hidrogram Satuan Sintetik sebagai cara praktis dalam menentukan debit banjir DAS Babura.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Untuk mengetahui besaran debit banjir rencana di Sungai Babura.
2. Untuk membandingkan debit banjir rencana HSS Gama 1 dengan HSS SCS pada DAS Babura.

3. Untuk mendapatkan hasil metode yang baik digunakan dalam merencanakan debit banjir rencana di Sungai Babura.

1.5 Manfaat Penelitian

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

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 penelitian ini.

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

Secara keseluruhan jumlah air di planet bumi ini relatif tetap dari masa ke masa. Air di bumi mengalami suatu siklus melalui serangkaian peristiwa yang berlangsung terus menerus, dimana kita tidak tahu kapan dan dari mana berawalanya dan kapan pula akan berakhir. Serangkaian peristiwa tersebut dinamakan siklus hidrologi (*hydrologic cycle*).

Air menguap dari permukaan samudera akibat energi panas matahari. Laju dan jumlah penguapan bervariasi, terbesar terjadi di dekat equator, dimana radiasi matahari lebih kuat. Uap air adalah murni, karena pada waktu dibawa naik ke atmosfer kandungan garam ditinggalkan. Uap air yang dihasilkan dibawa udara yang bergerak. Dalam kondisi yang memungkinkan, uap tersebut mengalami kondensasi dan membentuk butir-butir air yang akan jatuh di samudera, di darat, dan sebagian langsung menguap kembali sebelum mencapai ke permukaan bumi.

Presipitasi yang jatuh di permukaan bumi menyebar ke berbagai arah dengan beberapa cara. Sebagian akan bertahan sementara di permukaan bumi sebagai es atau salju, atau genangan air, yang dikenal dengan simpanan depresi. Sebagian air hujan atau lelehan salju akan mengalir ke saluran atau sungai. Hal ini disebut aliran/limpasan permukaan. Jika permukaan tanah porous, maka sebagian air akan meresap ke dalam tanah melalui peristiwa yang disebut infiltrasi. Sebagian lagi akan kembali ke atmosfer melalui penguapan dan transpirasi oleh tanaman (*evapotranspirasi*).

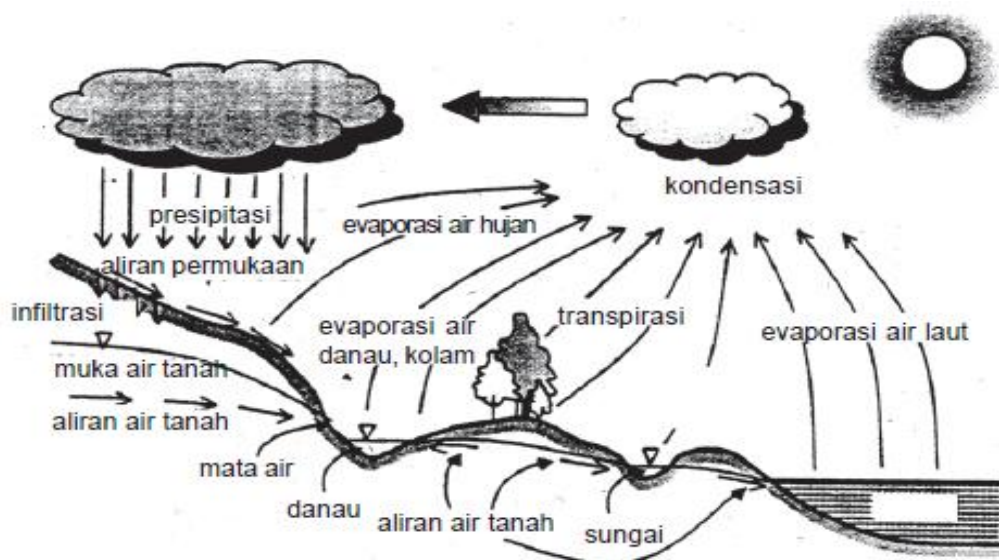
Di bawah permukaan tanah, pori-pori tanah berisi air dan udara. Daerah ini dikenal sebagai zona kapiler (*vadoze zone*), atau zona aerasi. Air yang tersimpan di zona ini disebut kelengasan tanah (*soil moisture*), atau air kapiler. Pada kondisi tertentu air dapat mengalir secara lateral pada zona kapiler, proses ini disebut

interflow. Uap air dalam zona kapiler dapat juga kembali ke permukaan tanah, kemudian menguap.

Kelebihan kelengasan tanah akan ditarik masuk oleh gravitasi dan proses ini disebut drainase gravitasi. Pada kedalaman tertentu, pori-pori tanah atau batuan akan jenuh air. Batas atas zona jenuh air disebut muka air tanah (*water table*). Air yang tersimpan dalam zona jenuh air disebut air tanah. Air tanah ini bergerak sebagai aliran air tanah melalui batuan atau lapisan tanah sampai akhirnya keluar ke permukaan sebagai sumber air (*spring*) atau sebagai rembesan ke danau, waduk, sungai, atau laut.

Air yang mengalir dalam saluran atau sungai dapat berasal dari aliran permukaan atau dari air tanah yang merembes di dasar sungai. Kontribusi air tanah pada aliran sungai disebut aliran dasar (*baseflow*), sementara total aliran disebut debit (*runoff*). Air yang tersimpan di waduk, danau, dan sungai disebut air permukaan (*surface water*).

Dalam kaitannya dengan perencanaan drainase, komponen dalam siklus hidrologi yang terpenting adalah aliran permukaan. Oleh karena itu, komponen inilah yang ditangani secara baik untuk menghindari berbagai bencana, khususnya bencana banjir.



Gambar 2.1: Siklus hidrologi (Suripin, 2004)

2.2 Curah Hujan frekuensi areal

Data curah hujan yang tercatat diproses berdasarkan areal yang mendapatkan hujan sehingga didapat tinggi curah hujan rata-rata dan kemudian diramalkan 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 di dasarkan 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, d_n

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

n = banyak pos penakaran

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.

Prosedur penerapan metode ini meliputi langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Lokasi pos penakar hujan diplot pada peta DAS. Antar pos penakar dibuat garis lurus penghubung.
- 2) Tarik garis tegak lurus di tengah-tengah tiap garis penghubung sedemikian rupa, sehingga membentuk poligon Thiessen (Gambar 2.3). Selanjutnya, curah hujan pada pos tersebut dianggap representasi hujan pada kawasan dalam poligon yang bersangkutan.
- 3) Luas areal pada tiap-tiap poligon dapat diukur dengan planimeter dan luas total DAS, A, dapat diketahui dengan menjumlahkan semua luasan poligon.
- 4) Hujan rata-rata DAS dapat dihitung dengan persamaan berikut :

Rumus:

$$d = \frac{P_1.A_1 + A_2 .P_2 + \dots + A_n .P_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.2)$$

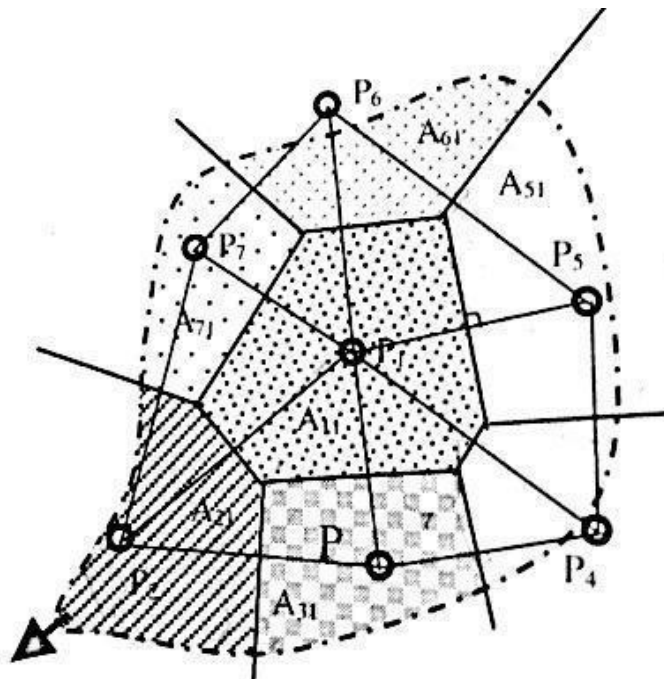
Dimana:

P = tinggi curah hujan rerata daerah (mm)

P_n = hujan pada pos penakar hujan (mm)

A_n = luas daerah pengaruh pos penakar hujan (km^2)

A = luas total DAS (km^2)



Gambar 2.2: Metode 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.

Metode isohyet terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut :

- Plot data kedalaman air hujan untuk tiap pos penakar hujan pada peta.

- Gambar kontur kedalaman air hujan dengan menghubungkan titik-titik yang mempunyai kedalaman air yang sama. Interval isohyet yang umum dipakai adalah 10 mm.
- Hitung luas area antara dua garis isohyet dengan menggunakan planimeter. Kalikan masing-masing luas areal dengan rata-rata hujan antara dua isohyet yang berdekatan.

Rumus yang digunakan:

$$d = \frac{\frac{d_0+d_1}{2}A_1 + \frac{d_1+d_2}{2}A_2 + \dots + \frac{d_{n-1}+d_n}{2}A_n}{A_1+A_2+\dots+A_n} \quad (2.3)$$

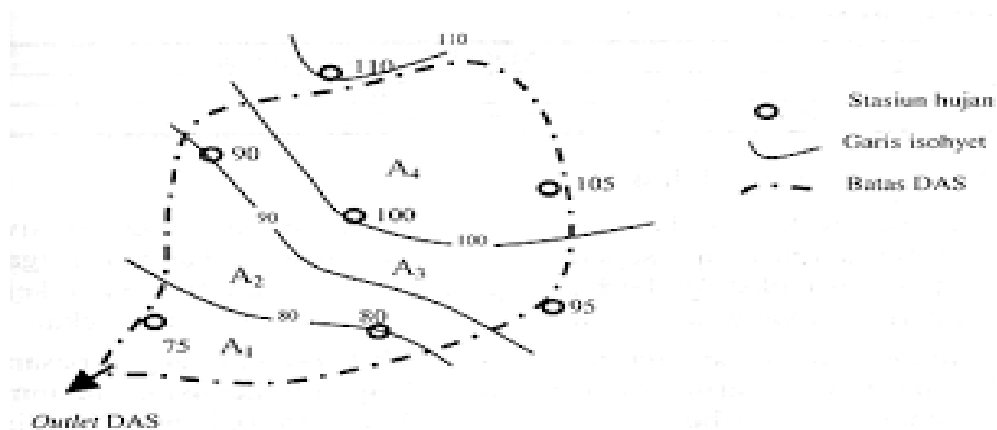
$$d = \frac{\sum \frac{d_{i-1}+d_i}{2} A_i}{\sum A_i} \quad (2.4)$$

Dimana:

d = tinggi curah hujan rata-rata areal

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

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



Gambar 2.3: Isohyet (Suripin, 2004).

Lepas dari kelebihan dan kelemahan ketiga metode yang tersebut di atas, pemilihan metode mana yang cocok dipakai pada suatu DAS dapat ditentukan dengan mempertimbangkan tiga faktor berikut :

Tabel 2.1 : Jaring-jaring pos penakar hujan dalam DAS (Suripin, 2004)

Jumlah pos penakar hujan cukup	Metode Isohyet, Thiessen atau rata-rata aljabar dapat dipakai
Jumlah pos penakar hujan terbatas	Metode rata-rata aljabar atau Thiessen
Pos penakar hujan tunggal	Metode hujan titik

Tabel 2.2 : Luas DAS (Suripin, 2004)

DAS besar ($> 5000 \text{ km}^2$)	Metode Isohyet
DAS sedang (500 s/d 5000 km^2)	Metode Thiessen
DAS kecil ($<500 \text{ km}^2$)	Metode rata-rata aljabar

Tabel 2.3 : Topografi DAS (Suripin, 2004)

Pegunungan	Metode rata-rata aljabar
Dataran	Metode Thiessen
Berbukit dan tidak beraturan	Metode Isohyet

2.3 Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Sistem hidrologi kadang-kadang dipengaruhi oleh peristiwa-peristiwa yang luar biasa (ekstrim), seperti hujan lebat, banjir, dan kekeringan. Besaran peristiwa ekstrim berbanding terbalik dengan frekuensi kejadiannya, peristiwa yang luar biasa ekstrim kejadiannya sangat langka.

Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Data hidrologi yang dianalisis diasumsikan tidak bergantung (independent) dan terdistribusi secara acak dan bersifat stokastik.

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.

Ada dua macam seri data yang dipergunakan dalam analisis frekuensi, yaitu :

1. Data maksimum tahunan

Tiap tahun diambil hanya satu besaran maksimum yang dianggap berpengaruh pada analisis selanjutnya. Seri data seperti ini dikenal dengan seri data maksimum (*maximum annual series*). Jumlah data dalam seri akan sama dengan panjang data yang tersedia. Dalam cara ini, besaran data maksimum kedua dalam suatu yang mungkin lebih besar dari besaran data maksimum dalam tahun yang lain tidak diperhitungkan pengaruhnya dalam analisis.

2. Seri parsial

Dengan menetapkan suatu besaran tertentu sebagai batas bawah, selanjutnya semua besaran data yang lebih besar dari batas bawah tersebut diambil dan dijadikan bagian seri data untuk kemudian dianalisis seperti biasa. Pengambilan batas bawah dapat dilakukan dengan sistem peringkat, dimana semua besaran data yang cukup besar diambil, kemudian diurutkan dari besar ke kecil. Data yang diambil untuk analisis selanjutnya adalah sesuai dengan panjang data dan diambil dari besaran data yang paling besar.

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 2.4.

Tabel 2.4: Tabel Pemilihan Jenis Distribusi (Suripin, 2004).

No	Jenis Distribusi	Syarat
1	Normal	$C_s=0$ $C_k=0$
2	Log Normal	$C_s (\ln x) = C_v^3+3C_v$ $C_k (\ln x) = C_v^8+6C_v^6+15C_v^4+16C_v^2+3$
3	Log Person 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:

$$X_T = X + S_x \times K_T \quad (2.5)$$

Dimana:

X_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T (tahun)

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

S_x = standard deviasi

K_T = faktor frekuensi

Nilai faktor frekuensi K_T sudah tersedia dalam tabel untuk mempermudah perhitungan, seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.5, yang umum disebut sebagai tabel nilai variabel reduksi Gauss (*Variable reduced Gauss*).

Tabel 2.5: Nilai Variabel Reduksi Gauss (Suripin, 2004).

No	Periode Ulang, T (tahun)	Peluang	K_T
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,010	0,990	-2,33
4	1,050	0,950	-1,64
5	1,110	0,900	-1,28
6	1,250	0,800	-0,84
7	1,330	0,750	-0,67
8	1,430	0,700	-0,52

Tabel 2.5 Lanjutan

No	Periode Ulang, T (tahun)	Peluang	KT
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:

$$YT = Y + SX \times KT \quad (2.6)$$

Dimana:

YT = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T (tahun)

Y = harga rata-rata dari data = $\frac{\sum_1^n xi}{n}$

Sx = standard deviasi

KT = faktor frekuensi

Nilai faktor frekuensi KT sudah tersedia dalam tabel untuk mempermudah perhitungan, seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.6.

Tabel 2.6 : Nilai KT 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
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

Pada situasi tertentu, walaupun data yang diperkirakan mengikuti distribusi sudah dikonversi ke dalam bentuk logaritmis, ternyata kedekatan antara data dan teori tidak cukup kuat untuk menjustifikasi pemakaian distribusi Log Normal.

Berikut ini langkah-langkah penggunaan distribusi Log-Person Tipe III.

- Hitung koefisien kemencengan :

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})}{(n-1)(n-2)s^3} \quad (2.7)$$

- Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus :

$$\text{Log XT} = \text{Log X} + K.s \quad (2.8)$$

Dimana:

XT = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T (tahun)

Log X = harga rata-rata dari data $\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$

S = standard deviasi

dengan periode ulang T. $CS = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^3}{n}$

Dimana K adalah variabel standar (standardized variabel) untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan G. Tabel 2.7 memperlihatkan harga K untuk berbagai nilai kemencengan G.

Tabel 2.7: Nilai K (faktor frekuensi) untuk distribusi Log Person III (Suripin,2004)

Koef, G	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

Tabel 2.7: Lanjutan

Koef, G	Periode Ulang Tahun							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
0,2	-0,033	0,830	1,301	2,818	2,159	2,472	2,763	3,380
0,1	-0,017	0,836	1,292	2,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0,0	0,000	0,842	1,282	2,751	2,054	2,326	2,576	3,090
-0,1	0,017	0,836	1,270	2,761	2,000	2,252	2,482	3,950
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,488	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,465
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,200	1,216	1,280
-1,8	0,282	0,799	0,945	0,035	1,069	1,089	1,097	1,130
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	1,995	1,000
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907	0,910
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800	0,802
-3,0	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

2.3.4 Distribusi Gumbel

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

$$X = \bar{x} + sK \quad (2.9)$$

Dimana:

$$\bar{x} = \text{harga rata-rata dari data} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

S = standard deviasi (simpangan baku) sampel.

K = faktor probabilitas

Faktor probabilitas K untuk harga-harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan dalam persamaan :

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

Dimana :

Y_n = *reduced mean* yang tergantung jumlah sampel/data n (Tabel 2.8)

S_n = *reduced standard deviation* yang juga bergantung pada jumlah sampel/data n (Tabel 2.10)

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

$$Y_{Tr} = -\ln\left\{-\mathbf{1n}^{\frac{Tr-1}{Tr}}\right\} \quad (2.11)$$

Tabel 2.9 memperlihatkan hubungan antara *reduced variate* dengan periode ulang.

Tabel 2.8: Standard Deviasi (Y_n) 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
10	0,560	0,560	0,560	0,560	0,561	0,561	0,561	0,561	0,551	0,561

Tabel 2.9: Reduksi Variant (YT) sebagai fungsi periode ulang Gumbel (Suripin,2004)

Periode Ulang TR (Tahun)	Reduced variate YT (Tahun)	Periode Ulang TR (Tahun)	Reduced Variate YT (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

Tabel 2.10: Reduksi Standard Deviasi (Sn) untuk distribusi Gumbel (Suripin)

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

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering dipakai adalah :

1. Chi-kuadrat
2. Smirnov-Kolmogorov

2.4.1 Uji Chi-kuadrat

Uji 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 , yang dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$\chi_{Hit}^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(EF-EO)^2}{EF} \quad (2.12)$$

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 χ^2 hitung $< \chi^2_{Cr}$. Harga χ^2_{Cr} dapat diperoleh dengan menentukan taraf signifikan α dengan derajat kebebasan batas kritis χ^2 tergantung pada derajat kebebasan dan α . Untuk kasus ini derajat kebebasan mempunyai nilai yang didapat dari perhitungan sebagai berikut :

$$DK = JK - (P + 1) \quad (2.13)$$

Dimana :

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

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 :

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\% \quad (2.14)$$

Dimana :

m = nomor urut dari nomor kecil ke besar

n = banyak nya data

b. Tarik garis dengan mengikuti persamaan :

$$\text{Log } X_T = \log X + G \cdot S_d \quad (2.15)$$

Dari grafik plotting diperoleh perbedaan maksimum antara distribusi teoritis dan empiritis :

$$\Delta \text{max} = P_e - P_t \quad (2.16)$$

Dimana :

Pe = peluang empiris

Pt = peluang teoritis

2.5 Curah Hujan Maksimum Harian Rata-Rata

Cara yang seharusnya ditempuh untuk mendapatkan hujan maksimum harian rata-rata DAS adalah sebagai berikut :

- Tentukan hujan maksimum harian pada tahun tertentu di salah satu pos hujan.
- Cari besarnya curah hujan pada tanggal-bulan-tahun yang sama untuk pos hujan yang lain.
- Hitung hujan DAS dengan salah satu cara yang dipilih.
- Tentukan hujan maksimum harian (seperti langkah 1) pada tahun yang sama untuk pos hujan yang lain.
- Ulangi langkah 2 dan 3 untuk setiap tahun.

Dari hasil rata-rata yang diperoleh (sesuai dengan jumlah pos hujan) di pilih yang tertinggi setiap tahun. Data hujan yang terpilih setiap tahun merupakan hujan maksimum harian DAS untuk tahun yang bersangkutan.

2.6 HIDROGRAF SATUAN SINTETIK

Menurut I Made Kamiana (2011), HSS adalah hidrograf satuan yang diturunkan berdasarkan data sungai pada DAS yang sama atau DAS terdekat tetapi memiliki karakteristik yang sama.

Terdapat beberapa model HSS, diantaranya : HSS Snyder, HSS Nakayasu, HSS SCS, dan HSS Gama 1.

Masing-masing model HSS, pada dasarnya hanya berlaku di DAS tertentu, yakni di DAS dimana HSS tersebut secara empirik diteliti atau dirumuskan.

Oleh karena itu, penurunan HSS suatu DAS dengan menggunakan model-model HSS yang sudah ada atau yang disebutkan di atas, harus dilakukan melalui langkah-langkah kalibrasi dan verifikasi yang semestinya sehingga model HSS yang diperoleh sedapat mungkin dapat menggambarkan kondisi yang sebenarnya.

A. HSS Soil Conservation Services (SCS)

HSS SCS adalah hidrograf satuan tak berdimensi, dimana debit dinyatakan sebagai nisbah debit (q) terhadap debit puncak (q_p) dan waktu sebagai nisbah waktu (t) terhadap waktu puncak (T_p).

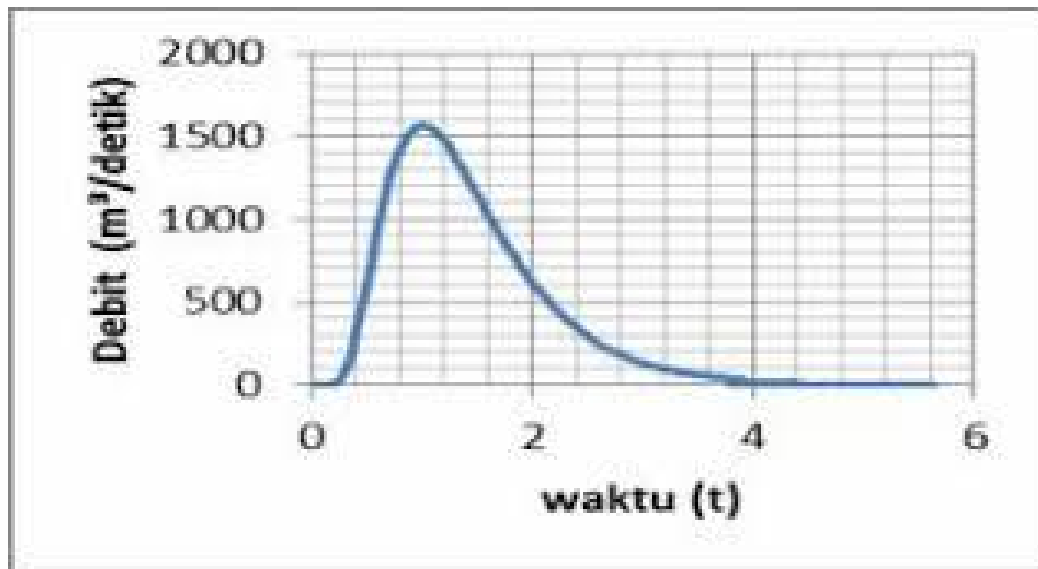
Lihat Tabel (2.11) dan Gambar (2.4)

Tabel 2.11 Nilai t/T_p dan q/q_p HSS SCS

t/T_p	q/q_p	t/T_p	q/q_p	t/T_p	q/q_p
0	0,000	1,1	0,980	2,8	0,098
0,1	0,015	1,2	0,920	3,0	0,075
0,2	0,075	1,3	0,860	3,5	0,036
0,3	0,160	1,4	0,750	4,0	0,018
0,4	0,280	1,5	0,660	4,5	0,009
0,5	0,430	1,6	0,560	5,0	0,004
0,6	0,600	1,8	0,420		
0,7	0,770	2,0	0,320		

Tabel 2.11 lanjutan

t/T_p	q/q_p	t/T_p	q/q_p	t/T_p	q/q_p
0,8	0,890	2,2	0,240		
0,9	0,970	2,4	0,180		
1,0	1,000	2,6	0,130		



Gambar 2.4 : HSS SCS tak berdimensi (Bambang T, 2008)

Rumus-rumus yang digunakan dalam perhitungan HSS SCS adalah sebagai berikut :

$$1. T_b = 5 \times T_p \text{ (jam)} \quad (2.17)$$

$$2. T_p = 0,5 \times T_r + T_L \text{ (jam)} \quad (2.18)$$

$$3. q_p = \frac{C \times A}{T_p} \text{ (m}^3\text{/dt/s)} \quad (2.19)$$

Keterangan :

T_p = waktu puncak (jam)

T_b = waktu dasar (jam)

q_p = debit puncak hidrograf satuan

A = luas DAS (km²)

$C = 0,04166$

B. HSS Gama 1

HSS Gama 1 diteliti dan dikembangkan berdasarkan perilaku 30 DAS di Pulau Jawa oleh Sri Harto.

Bagian-bagian dari HSS Gama 1 adalah bagian naik, puncak, dan bagian turun.

Unsur-unsur HSS Gama 1 meliputi : waktu puncak (T_t), debit puncak (Q_p), dan waktu dasar (T_b).

Parameter DAS yang diperlukan dalam perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Gama 1 adalah sebagai berikut :

1. Luas DAS (A).
2. Panjang alur sungai utama (L).
3. Jarak antara titik berat DAS dengan outlet yang diukur disepanjang aliran utama (L_c).
4. Kemiringan memanjang dasar sungai (S).
5. Kerapatan jaringan drainase (D), yaitu perbandingan antara panjang total aliran sungai (jumlah panjang sungai semua tingkat) dengan luas DAS.
6. Faktor sumber (SF), yaitu perbandingan antara jumlah panjang sungai tingkat 1 dengan jumlah panjang sungai semua tingkat.

Menurut cara Stahler, tingkat sungai dikategorikan dengan cara berikut :

- a. Sungai paling hulu disebut sungai tingkat 1.
 - b. Jika dua sungai yang sama tingkatannya bertemu, maka terbentuk sungai satu tingkat lebih tinggi.
 - c. Jika sungai dengan suatu tingkat tertentu bertemu dengan sungai yang tingkatannya lebih rendah, maka tingkatan sungai mula-mula tidak berubah.
7. Frekuensi sumber (SN), yaitu perbandingan jumlah pangsa sungai tingkat 1 dengan jumlah pangsa sungai semua tingkat.
 8. Faktor lebar (WF), yaitu perbandingan antara lebar DAS yang diukur di titik sungai yang berjarak 0,75 L dari titik kontrol (WU) dan lebar DAS yang diukur di titik sungai yang berjarak 0,25 L dari titik kontrol atau outlet (WL).

9. RUA, adalah perbandingan antara UA dan A.

AU = luas DAS di sebelah hulu garis yang ditarik tegak lurus terhadap garis hubung antara titik kontrol (outlet) dengan titik di sungai yang terdekat dengan titik berat DAS.

A = luas total DAS.

$$\text{Jadi RUA} = \frac{AU}{A} \quad (2.20)$$

10. Faktor simetri (SIM)

$$\text{SIM} = \text{WF} \times \text{RUA} \quad (2.21)$$

- SIM \geq 50, artinya DAS melebar di hulu dan menyempit di hilir.
- SIM $<$ 50, artinya DAS menyempit di hulu dan melebar di hilir.

Rumus-rumus yang dipergunakan dalam menurunkan HSS Gama 1 adalah sebagai berikut :

$$1. T_r = 0,43 \times \frac{L^3}{100 \times SF} + 1,0665 \times \text{SIM} + 1,2775 \quad (2.22)$$

$$2. T_b = 27,4132 \times T_r^{0,1457} \times S^{-0,0986} \times \text{SN}^{0,7344} \times \text{RUA}^{0,2574} \quad (2.23)$$

$$3. Q_p = 0,1836 \times A^{0,5886} \times T_r^{-0,4008} \times \text{JN}^{0,2381} \quad (2.24)$$

$$4. K = 0,5617 \times A^{0,1798} \times S^{-0,1446} \times \text{SF}^{-1,0897} \times D^{0,0452} \quad (2.25)$$

$$5. Q_t = Q_p \times e^{(-t/K)} \quad (2.26)$$

Keterangan tambahan rumus (2.22) s/d (2.26) :

- T_r = waktu puncak (jam)
- T_b = waktu dasar (jam)
- Q_p = debit puncak hidrograf (m^3/detik)
- Q_t = debit pada bagian turun hidrograf (m^3/detik)
- K = tampungan (jam)
- JN = jumlah pertemuan sungai

Langkah-langkah perhitungan HSS Gama 1 adalah :

1. Input data DAS :

- Luas DAS (A)
- Luas DAS hulu (AU)
- Panjang aliran utama (L)

- Lebar DAS di titik 0,25 L dari outlet (WL)
- Lebar DAS di titik 0,75 L dari outlet (WU)
- Kemiringan memanjang dasar sungai (S)
- Panjang sungai semua tingkat (LN)
- Panjang sungai semua tingkat 1 (L1)
- Jumlah pertemuan sungai (JN)
- Pangsa sungai tingkat 1 (P1)
- Pangsa sungai semua tingkat (PN)

2. Hitung SF, WF, RUA, SN, D, SIM

- $SF = \frac{L1}{LN}$
- $WF = \frac{WU}{WL}$
- $RUA = \frac{AU}{A}$
- $SIM = WF \times RUA$
- $SN = \frac{P1}{PN}$
- $D = \frac{LN}{A}$

3. Hitung T_r

$$T_r = 0,43 \times \frac{L^3}{100 \times SF} + 1,0665 \times SIM + 1,2775$$

4. Hitung T_b

$$T_b = 27,4132 \times T_r^{0,1457} \times S^{-0,0986} \times SN^{0,7344} \times RUA^{0,2574}$$

5. Hitung Q_p

$$Q_p = 0,1836 \times A^{0,5886} \times T_r^{-0,4008} \times JN^{0,2381}$$

6. Hitung K

$$K = 0,561 \times A^{0,1793} \times S^{-0,1446} \times SF^{-1,0897} \times D^{0,0452}$$

7. Hitung Q_t

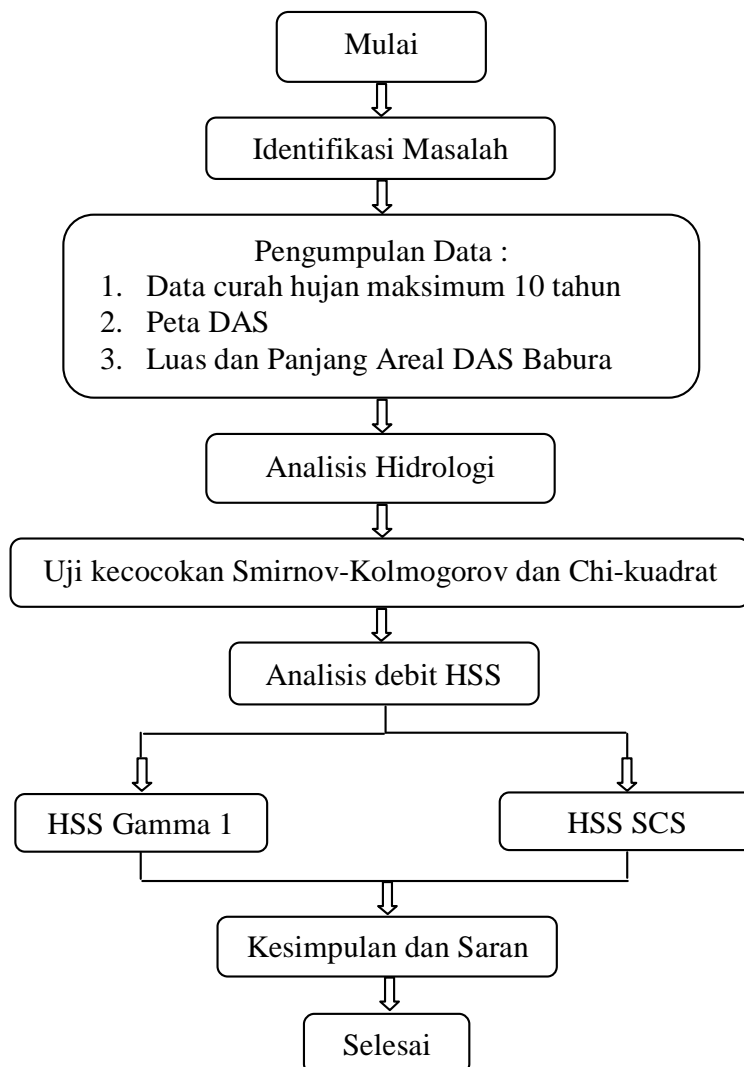
$$Q_t = Q_p \times e^{(-t/K)}$$

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

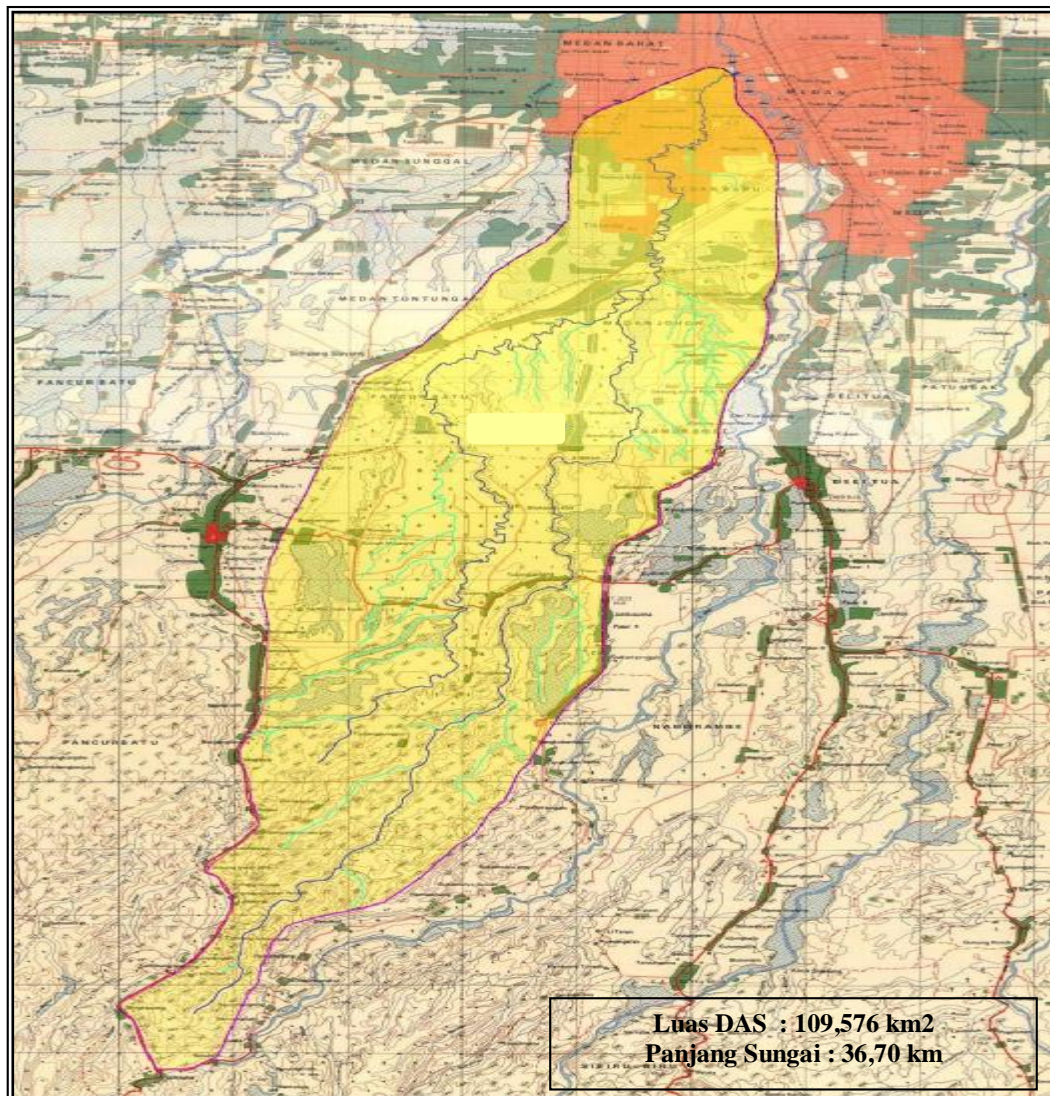
Bagan alir penelitian dipergunakan sebagai gambaran langkah-langkah yang akan diambil dalam proses perencanaan. Seperti terlihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan alir penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan langsung di daerah aliran sungai Babura di kota Medan. Secara geografis Daerah Aliran Sungai Babura terletak pada koordinat antara $3^{\circ} 29' 25''$ - $3^{\circ} 35' 30''$ Lintang Utara dan $98^{\circ} 37' 30''$ - $98^{\circ} 40' 20''$ Bujur Timur. Selain ke lokasi penelitian dilakukan juga pencarian informasi tentang tofografis sungai di wilayah tersebut dengan menanyakan kepada pegawai BWSS II Kota Medan, kemudian mengambil data-data pelengkap yang diperlukan di Kantor Balai Wilayah Sungai Sumatera II (BWSS) untuk menunjang penulisan tugas akhir ini.



Gambar 3.2 : Peta DAS Sungai Babura

3.3 Pengumpulan Data

Metodologi pengolahan data dilakukan dengan pengumpulan data-data seperti data curah hujan harian maksimum 10 tahun dari 1 stasiun pengamatan curah hujan yaitu Stasiun Polonia untuk DAS Babura, dikarenakan DAS Babura hanya memiliki 1 pos pengamatan curah hujan.

Data yang mendukung penelitian dan memberikan gambaran umum tentang hal-hal yang mencakup penelitian. Pengumpulan data didapatkan melalui instansi-instansi yang terkait dalam permasalahan ini, seperti jurnal, internet, dan data-data yang digunakan.

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 metode Hidrograf Satuan Sintetik Gama I dan Soil Conservation Service (SCS).

Tabel 3.1 : Data Curah Hujan Maksimum Harian Dalam Jangka Waktu 10 Tahun

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Maks
2009	85	81	61	63	79	18	67	62	79	39	61	39	85
2010	38	28	85	28	52	35	52	57	71	40	78	40	85
2011	62	19	61	56	39	0	49	49	28	89	55	77	89
2012	53	29	70	54	56	27	56	46	71	100	92	40	100
2013	47	73	56	38	26	36	31	94	82	68	58	98	98
2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107	29	107
2016	66	99	102	44	99	49	46	48	159	83	60	62	159
2017	96	63	61	45	55	51	73	63	69	63	63	201	201
2018	91	13	23	64	62	54	160	33	102	151	30	53	160

Nilai tabel diatas diperoleh dari data curah hujan maksimum harian yang paling terbesar untuk setiap bulannya..

Tabel 3.2 : Rangking curah hujan bulanan dan harian maksimum sungai Babura.

NO	Tahun (mm)	RH maks (mm)
1	2017	201
2	2018	160
3	2016	159
4	2015	107
5	2012	100
6	2013	98
7	2011	89
8	2010	85
9	2009	85
10	2014	0

Tabel diatas hasil kumulatif curah hujan harian maksimum setiap tahunnya dari pos curah hujan kemudian diurutkan dari data yang terbesar sampai data yang terkecil.

3.4 Data Penelitian

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

- Data curah hujan harian maksimum 10 tahun di DAS Babura, tahun 2009-2018 yang diperoleh dari BWSS II (Balai Wilayah Sungai Sumatera), Medan (dapat dilihat dilampiran).
- Peta DAS Babura diperoleh dari BWSS II, Medan (gambar 3.2).
- Luas dan Panjang areal DAS Babura diperoleh dari BWSS II, Medan (gambar 3.2).

BAB 4

ANALISA PEMBAHASAN

4.1 Analisa Hidrologi

Data curah hujan yang tercatat diproses berdasarkan areal yang mendapatkan hujan sehingga didapat tinggi curah hujan rata-rata dan kemudian diramalkan menentukan tinggi curah hujan areal. Dengan melakukan penakaran atau pencatatan hujan, kita mendapat curah hujan di suatu titik tertentu (*point rainfall*). Di dalam suatu areal terdapat 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 pada suatu tempat atau dititik tertentu (*point rainfall*). Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari harga rata-rata curah hujan di stasiun penakar hujan yang ada didalam dan disekitar kawasan tersebut. DAS Babura hanya memiliki 1 pos stasiun hujan saja yaitu berlokasi di Stasiun Polonia.

4.2 Perhitungan Curah Hujan Kawasan DAS Babura

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 2009 sampai 2018 yang diambil di 1 stasiun pengamatan yaitu: Stasiun Polonia dikarenakan DAS Babura hanya memiliki 1 pos stasiun.

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

Tabel 4.1 Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun polonia (BWSS)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Maks
2009	85	81	61	63	79	18	67	62	79	39	61	39	85
2010	38	28	85	28	52	35	52	57	71	40	78	40	85
2011	62	19	61	56	39	0	49	49	28	89	55	77	89
2012	53	29	70	54	56	27	56	46	71	100	92	40	100
2013	47	73	56	38	26	36	31	94	82	68	58	98	98
2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107	29	107
2016	66	99	102	44	99	49	46	48	159	83	60	62	159
2017	96	63	61	45	55	51	73	63	69	63	63	201	201
2018	91	13	23	64	62	54	160	33	102	151	30	53	160

Tabel diatas hasil kumulatif data curah hujan harian maksimum setiap bulannya dari pos curah hujan.

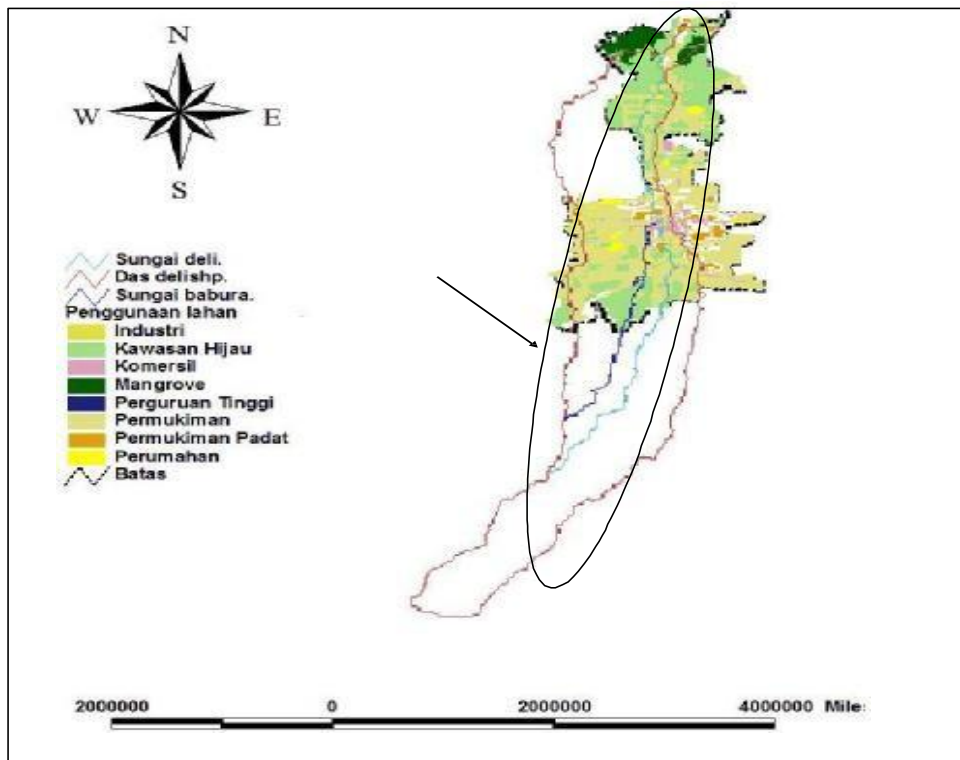
Kemudian diurutkan dari data yang terbesar sampai data yang terkecil pada setiap tahunnya, dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2: Rangkings curah hujan bulanan dan harian maksimum sungai Babura.

NO	Tahun (mm)	RH maks (mm)
1	2017	201
2	2018	160
3	2016	159
4	2015	107
5	2012	100
6	2013	98
7	2011	89
8	2010	85
9	2009	85
10	2014	0

4.3 Perhitungan Koefisien Pengaliran DAS Babura

Lokasi pengaliran DAS Babura dapat dilihat pada Peta rencana tata ruang Kota Medan seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Peta Rencana Tata Ruang Kota Medan (BAPPEDA PEMPROVSU 2010)

Tabel 4.3 Zona Penggunaan Lahan DAS Babura (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

Tabel 4.3 : *Lanjutan*

No	Zona Penggunaan Lahan	Luas Area (ha)
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 mempengaruhi C adalah laju infiltrasi tanah atau persentase lahan kedap air, kemiringan lahan, tanaman penutup tanah, dan intensitas hujan. Koefisien limpasan juga tergantung pada sifat dan kondisi tanah. Laju infiltrasi menurun pada hujan yang terus-menerus dan juga dipengaruhi oleh kondisi kejenuhan air sebelumnya. Faktor lain yang mempengaruhi nilai C yaitu air tanah, derajat kepadatan tanah, porositas tanah dan simpanan depresi (Suripin, 2004).

Nilai koefisien pengaliran di Daerah Aliran Sungai Babura dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4: Nilai koefisien pengaliran di DAS Babura.

No	Zona Penggunaan Lahan	Koefisien Limpasan (C)	Luasan Area (ha)	C x A
1	Air Danau/Situ	0,15	1,61	0,2415

Tabel 4.4 : *Lanjutan*

No	Zona Penggunaan Lahan	Koefisien Limpasan (C)	Luasan Area (ha)	C x A
2	Air Empang	0,15	179,06	26,859
3	Air Rawa	0,15	3730,23	559,5345
4	Air Tawar Sungai	0,15	950,40	142,56
5	Budaya Lainnya	0,15	204,41	40,882
6	Hutan Rimba	0,15	15152,87	757,6435
7	Pasir/Bukit Pasir Darat	0,15	9,02	1,804
8	Pasir/Bukit Pasir Laut	0,15	253,08	50,616
9	Perkebunan/Kebun	0,15	15800,61	6320,244
10	Permukiman & Tempat Kegiatan	0,15	10475,44	9427,896
11	Sawah	0,15	9149,64	1372,446
12	Semak Belukar/Alang-alang	0,15	8422,29	1648,458
13	Tegalan/Ladang	0,15	2811,50	5362,3
	Total		91140,16	25747,4845

$$C_{\text{rata}} = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A_i} = 0,282517357 = 0,28$$

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 4.3). Nilai koefisien ini juga dapat digunakan untuk menentukan kondisi fisik dari DAS Babura 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 Person 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 4.5.

Tabel 4.5 Analisa Curah Hujan Distribusi Normal

No	Tahun	Curah Hujan (mm) Xi		(-)	(-) ²
1	2017	201	108,40	92,60	8574,76
2	2018	160	108,40	51,60	2662,56
3	2016	159	108,40	50,60	2560,36

Tabel 4.5 lanjutan

No	Tahun	Curah Hujan (mm) Xi		(-)	(-) ²
4	2015	107	108,40	-1,40	1,96
5	2012	100	108,40	-8,40	70,56
6	2013	98	108,40	-10,40	108,16
7	2011	89	108,40	-19,40	376,36
8	2010	85	108,40	-23,40	547,56
9	2009	85	108,40	-23,40	547,56
10	2014	0	108,40	0,00	0,00
Jumlah		1084		∑	15449,84

Dari data-data diatas didapat :

$$= 1084/10 = 108,40 \text{ mm}$$

$$S = \frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{n} = \frac{15449,84}{10} = 41,43$$

Selanjutnya pada analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Normal diperlukan nilai KT (variabel reduksi) yang diperoleh dari Tabel 2.5 untuk menentukan analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Normal seperti pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6: Analisa curah hujan dengan Metode Distribusi Normal

No	Periode ulang (T) tahun		KT	S	Curah Hujan (Xt) (mm)
1	2	108,40	0,000	41,43	108,40
2	5	108,40	0,840	41,43	143,20
3	10	108,40	1,280	41,43	161,43
4	25	108,40	1,708	41,43	179,17
5	50	108,40	2,050	41,43	193,34
6	100	108,40	2,330	41,43	204,94

Berikut hasil analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Normal :

- Untuk periode ulang (T) 2 tahun

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

$$= 108,40 + (0 \cdot 41,43) = 108,40 \text{ mm}$$

- Untuk periode ulang (T) 5 tahun

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

$$= 108,40 + (0,840 \cdot 41,43) = 143,20 \text{ mm}$$

- Untuk periode ulang (T) 10 tahun

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

$$= 108,40 + (1,280 \cdot 41,43) = 161,43 \text{ mm}$$

- Untuk periode ulang (T) 25 tahun

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

$$= 108,40 + (1,708 \cdot 41,43) = 179,17 \text{ mm}$$

- Untuk periode ulang (T) 50 tahun

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

$$= 108,40 + (2,050 \cdot 41,43) = 193,34 \text{ mm}$$

- Untuk periode ulang (T) 100 tahun

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

$$= 108,40 + (2,330 \cdot 41,43) = 204,94 \text{ mm}$$

4.4.2 Metode Distribusi Log Normal

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

Tabel 4.7 Analisa Curah Hujan dengan Distribusi Log Normal

No	Tahun	Curah hujan Xi (mm)		Log Xi	(Xi -)	(Xi -) ²	(Log Xi - Log) ²
1	2017	201	108,40	2,30	92,60	8574,76	0,202
2	2018	160	108,40	2,20	51,60	2662,56	0,123

Tabel 4.7 lanjutan

No	Tahun	Curah hujan Xi (mm)		Log Xi	(Xi -)	(Xi -) ²	(Log Xi - Log) ²
3	2016	159	108,40	2,20	50,60	2560,36	0,121
4	2015	107	108,40	2,03	-1,40	1,96	0,031
5	2012	100	108,40	2,00	-8,40	70,56	0,021
6	2013	98	108,40	1,99	-10,40	108,16	0,019
7	2011	89	108,40	1,95	-19,40	376,36	0,009
8	2010	85	108,40	1,93	-23,40	547,56	0,006
9	2009	85	108,40	1,93	-23,40	547,56	0,006
10	2014	0	108,40	0,00	0,00	0,00	0,000
		1084	Σ	18,54		15449,84	0,537

Dari data-data diatas didapat :

$$= 1084/10 = 108,40 \text{ mm}$$

$$S = \frac{\text{---}}{\text{---}} = \frac{\text{---}}{\text{---}} = 41,43$$

Selanjutnya pada analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Log Normal diperlukan nilai K (variabel reduksi) untuk menentukan analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Log Normal seperti pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Analisa curah hujan rencana Metode Distribusi Log Normal

No	Periode ulang (T) tahun	Log X	K _t	S _{Logx}	Log X _t	Curah hujan (XT)
1	2	1,85	0,000	0,24	1,854	71,41
2	5	1,85	0,840	0,24	2,059	114,55
3	10	1,85	1,280	0,24	2,167	146,73
4	25	1,85	1,708	0,24	2,271	186,68
5	50	1,85	2,050	0,24	2,355	226,29

Tabel 4.8 :*Lanjutan*

No	Periode ulang (T) tahun	Log X	K _t	S _{Logx}	Log X _t	Curah hujan (XT)
6	100	1,85	2,330	0,24	2,423	264,90

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

- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_t \cdot S_{\text{Log}X})$
 $T = 2 \text{ tahun}$
 $\text{Log } X_t = 1,85 + (0 \times 0,24) = 1,85 \text{ mm}$
- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_t \cdot S_{\text{Log}X})$
 $T = 5 \text{ tahun}$
 $\text{Log } X_t = 1,85 + (0,840 \times 0,24) = 2,059 \text{ mm}$
- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_t \cdot S_{\text{Log}X})$
 $T = 10 \text{ tahun}$
 $\text{Log } X_t = 1,85 + (1,280 \times 0,24) = 2,167 \text{ mm}$
- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_t \cdot S_{\text{Log}X})$
 $T = 25 \text{ tahun}$
 $\text{Log } X_t = 1,85 + (1,708 \times 0,24) = 2,271 \text{ mm}$
- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_t \cdot S_{\text{Log}X})$
 $T = 50 \text{ tahun}$
 $\text{Log } X_t = 1,85 + (2,050 \times 0,24) = 2,355 \text{ mm}$
- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_t \cdot S_{\text{Log}X})$
 $T = 100 \text{ tahun}$
 $\text{Log } X_t = 1,85 + (2,330 \times 0,24) = 2,423 \text{ mm}$

4.4.3 Metode Distribusi Log Person III

Berikut ini adalah Tabel 4.9 yang menunjukkan data analisis curah hujan dengan Distribusi Log Person III.

Tabel 4.9 Analisa Curah Hujan dengan Distribusi Log Person III

No	Curah hujan maks (mm) Xi	Log Xi		(Log Xi -)	(Log Xi -) ²	(Log Xi -) ³
1	201	2,30	1,85	0,45	0,2020	0,090786
2	160	2,20	1,85	0,35	0,1228	0,043009
3	159	2,20	1,85	0,35	0,1209	0,042014
4	107	2,03	1,85	0,18	0,0308	0,005417
5	100	2,00	1,85	0,15	0,0214	0,003128
6	98	1,99	1,85	0,14	0,0189	0,002598
7	89	1,95	1,85	0,10	0,0091	0,000875
8	85	1,93	1,85	0,08	0,0057	0,000433
9	85	1,93	1,85	0,08	0,0057	0,000433
10	0	0,00	1,85	0,00	0,0000	0,000000
				Σ	0,5373	0,188693

Dari data-data diatas didapat:

$$\text{Log } \bar{X} = 18,50/10 = 1,85$$

$$\text{Deviasi standar } S = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n} = \frac{\sum W}{n} = 0,244$$

$$\text{Koefisien kemencengan } G = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^3}{n \cdot S^3} = \frac{\sum \bar{W}}{\sum W \cdot S} = 1,79647$$

Selanjutnya pada analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Log Person III diperlukan nilai K seperti pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10: Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log Person III.

No	Periode ulang (T) tahun	Log X	K	S	Log X _T	Curah hujan (X _T)
1	2	1,85	-0,164	0,244	1,814	65,12

Tabel 4.10: *Lanjutan*

No	Periode ulang (T) tahun	Log X	K	S	Log X _T	Curah hujan (X _T)
2	5	1,85	0,758	0,244	2,039	109.39
3	10	1,85	1,340	0,244	2,181	151.77
4	25	1,85	2,043	0,244	2,353	225.40
5	50	1,85	2,542	0,244	2,475	298.45
6	100	1,85	3,022	0,244	2,592	390.99

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

- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (\text{Ktr} \cdot S)$
 $T = 2$ tahun
 $\text{Log } X_t = 1,85 + (-0,164 \cdot 0,244)$
 $\text{Log } X_t = 1,814$ mm
- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (\text{Ktr} \cdot S)$
 $T = 5$ tahun
 $\text{Log } X_t = 1,85 + (0,758 \cdot 0,244)$
 $\text{Log } X_t = 2,039$ mm
- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (\text{Ktr} \cdot S)$
 $T = 10$ tahun
 $\text{Log } X_t = 1,85 + (1,340 \cdot 0,244)$
 $\text{Log } X_t = 2,181$ mm
- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (\text{Ktr} \cdot S)$
 $T = 25$ tahun
 $\text{Log } X_t = 1,85 + (2,043 \cdot 0,244)$
 $\text{Log } X_t = 2,353$ mm
- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (\text{Ktr} \cdot S)$
 $T = 50$ tahun
 $\text{Log } X_t = 1,85 + (2,542 \cdot 0,244)$

$$\text{Log } X_t = 2,475 \text{ mm}$$

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

$$T = 100 \text{ tahun}$$

$$\text{Log } X_t = 1,85 + (3,022 \cdot 0,244)$$

$$\text{Log } X_t = 2,592 \text{ mm}$$

4.4.4 Metode Distribusi Gumbel

Hasil perhitungan curah hujan rata-rata dengan Metode Distribusi Gumbel dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11: Analisa Curah Hujan dengan Metode Distribusi Gumbel

No	Tahun	Curah hujan Xi (mm)			²
1	2017	201	108,40	92,60	8574,76
2	2018	160	108,40	51,60	2662,56
3	2016	159	108,40	50,60	2560,36
4	2015	107	108,40	-1,40	1,96
5	2012	100	108,40	-8,40	70,56
6	2013	98	108,40	-10,40	108,16
7	2011	89	108,40	-19,40	376,36
8	2010	85	108,40	-23,40	547,56
9	2009	85	108,40	-23,40	547,56
10	2014	0	108,40	0,00	0,00
		1084		Σ	15449,84

Dari data-data diatas didapat :

$$= \text{---} = 108,40 \text{ mm}$$

$$\text{Standar Deviasi } S = \frac{\text{---}}{\text{---}} = \frac{\text{---}}{\bar{w}} = 41,43$$

Dari tabel 2.8 dan tabel 2.10 untuk $n = 10$

$$Y_n = 0.495$$

$$S_n = 0.94$$

Di bawah ini merupakan tabel 4.12 yang berisikan data analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Gumbel. Nilai Y_{TR} diperoleh dari Tabel 2.9, Y_n dari Tabel 2.8, dan S_n diperoleh dari Tabel 2.10 seperti yang tertera pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12: Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Gumbel.

No	Periode ulang (T) tahun		Y_{TR}	Y_n	S	S_n	X_T (mm)
1	2	108,40	0,3668	0,4952	41,43	0,94	102,74
2	5	108,40	1,5004	0,4952	41,43	0,94	152,71
3	10	108,40	2,2510	0,4952	41,43	0,94	185,79
4	25	108,40	3,1993	0,4952	41,43	0,94	227,59
5	50	108,40	3,9028	0,4952	41,43	0,94	258,60
6	100	108,40	4,6012	0,4952	41,43	0,94	289,38

Berikut hasil analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Gumbel :

- Untuk periode ulang (T) 2 tahun

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

$$K = \frac{\dot{y}}{\dot{y}} = \frac{\dot{y}}{\dot{y}} = -0,14$$

$$X_T = \quad + K.S = 108,40 + (41,43 \times -0,14) = 115.03 \text{ mm}$$

Hasil resume perhitungan frekuensi curah hujan kala ulang DAS Babura dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Resume Perhitungan Frekuensi Curah Hujan Kala Ulang Das Babura.

Periode Ulang (Tahun)	Curah Hujan			
	Normal (mm)	Log Normal (mm)	Log Person III (mm)	Gumbel (mm)
2	108,40	71,41	65,12	102,74

Tabel 4.13: *Lanjutan*

Periode Ulang (Tahun)	Curah Hujan			
	Normal (mm)	Log Normal (mm)	Log Person III (mm)	Gumbel (mm)
5	143,20	114,55	109.39	152,71
10	161,43	146,73	151.77	185,79
25	179,17	186,68	225.40	227,59
50	193,34	226,29	298.45	258,60
100	204,94	264,90	390.99	289,38

Dari data diatas di dapat bahwa :

Untuk periode ulang $T = 2$ tahun

- Distribusi Normal = 108,40 mm

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

$$= 108,40 + (0 \cdot 41,43)$$

$$= 108,40 \text{ mm}$$
- Distribusi Log Normal = 71,44 mm

$$\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_t \cdot S_{\log X})$$

$$= 1,85 + (2,33 \times 0,24)$$

$$= 71,44 \text{ mm}$$
- Distribusi Log Person Type III = 65,12 mm

$$\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_{tr} \cdot S)$$

$$= 1,85 + (-0,164 \cdot 41,43)$$

$$= 65,12 \text{ mm}$$
- Distribusi Gumbel = 102,74 mm

$$X_T = X + K \cdot S$$

$$= 108,40 + (41,43 \times -0,14)$$

$$= 102,74 \text{ mm}$$

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 statistic 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. Analisa frekuensi curah hujan diperlukan untuk menentukan jenis sebaran (distribusi). Berikut analisa frekuensi curah hujan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 : Analisa Frekuensi Curah Hujan.

No	Curah Hujan maks (mm) Xi			2	3	4
1	201	108,40	9260	8574,76	794022,78	73526509,06
2	160	108,40	51,60	2662,56	137388,10	7089225,75
3	159	108,40	50,60	2560,36	129554,22	6555443,33
4	107	108,40	-1,40	1,96	-2,74	3,84
5	100	108,40	-8,40	70,56	-592,70	4978,71
6	98	108,40	-10,40	108,16	-1124,86	11698,59
7	89	108,40	-19,40	376,36	-7301,38	141646,85

Tabel 4.14 : *Lanjutan*

No	Curah Hujan maks (mm)Xi			2	3	4
8	85	108,40	-23,40	547,56	-12812,90	299821,95
9	85	108,40	-23,40	547,56	-12812,90	299821,95
10	0	108,40	0,00	0,00	0,00	0,00
	1084		Σ	15449,84	1026317,58	87929150,04

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

1. Koefisien Kemencengan (C_s)

$$C_s = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^3}{n \cdot \bar{X}^3} = \frac{15449,84}{1084 \cdot 108,4^3} = 2,0041$$

2. Koefisien Kurtosis (C_k)

$$C_k = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^4}{n \cdot \bar{X}^4} = \frac{1026317,58}{1084 \cdot 108,4^4} = 5,9202$$

3. Koefisien Variasi (C_v)

$$C_v = \frac{\bar{W}}{\bar{X}} = \frac{1026317,58}{1084 \cdot 108,4} = 0,3822$$

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

Berikut ini adalah Tabel 4.15 yaitu perbandingan syarat-syarat distribusi dan hasil perhitungan analisa frekuensi hujan.

Tabel 4.15 : Uji Parameter statistik untuk menentukan jenis sebaran

Jenis Sebaran	Syarat		Hasil Perhitungan		Perbandingan	
	Cs	Ck	Cs	Ck	Cs	Ck
Normal (Gauss)	0	3	2.0041	5.9202	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
Log Normal	0.763	3	2.0041	5.9202	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
Log Pearson III	$\neq 0$	$\neq 0$	2.0041	5.9202	Memenuhi	Memenuhi
Gumbel	<1.1396	<5.4002	2.0041	5.9202	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi

Berdasarkan Tabel 4.15, maka Distribusi Log Person 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 Person 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 4.16: Data Curah Hujan

NO	Tahun (mm)	RH maks Rata-rata (mm)
1	2017	201
2	2018	160
3	2016	159
4	2015	107
5	2012	100
6	2013	98
7	2011	89
8	2010	85
9	2009	85
10	2014	0

- Menghitung jumlah kelas

Jumlah data (n) = 10

Kelas distribusi (K) = $1 + 3,3 \log n$

$$= 1 + 3,3 \log 10$$

$$= 4,3 \quad 5 \text{ kelas}$$

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

Parameter (P) = 2

Derajat kebebasan (DK) = $K - (P+1) = 5 - (2+1) = 2$

Nilai χ^2_{cr} dengan jumlah data (n) = 10 ; $\alpha = 5\%$

DK = 2 adalah 5,9910.

- Menghitung kelas distribusi

$$\text{Kelas distribusi} = \dots \times 100\% = 20\%$$

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

∅ Persentase 20%

$$P_{(x)} = 20\% \text{ diperoleh } T = \dots = \frac{\dots}{\bar{w}} = 5 \text{ tahun}$$

∅ Persentase 40%

$$P_{(x)} = 40\% \text{ diperoleh } T = \dots = \frac{\dots}{\bar{w}} = 2,5 \text{ tahun}$$

∅ Persentase 60%

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

∅ Persentase 80%

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

- Menghitung interval kelas

✓ Distribusi Probabilitas Normal

Tabel 4.17 : Analisis Uji Distribusi Chi Kuadrat Distribusi Normal

Kala Ulang		KT	S	XT (mm)
5	108.40	0.840	41.43	143.20
2.5	108.40	0.250	41.43	118.76
1.67	108.40	-0.250	41.43	98.04
1.25	108.40	-0.840	41.43	73.60

Dari data diatas didapat bahwa :

Untuk kala ulang 5 tahun :

$$X_t = \dots + (KT \cdot S)$$

$$= 108,40 + (0,840 \cdot 41,43)$$

$$= 143,20 \text{ mm}$$

▼ Distribusi Probabilitas Log Normal

Tabel 4.18 : Analisa Uji Distribusi Chi Kuadrat Distribusi Log Normal

Kala Ulang	Log X	KT	S log X	Log Xt	XT (mm)
5	1.85	0.840	0.24	2.059	114.55
2.5	1.85	0.250	0.24	1.915	82.19
1.67	1.85	-0.250	0.24	1.793	62.04
1.25	1.85	-0.840	0.24	1.649	44.51

Dari data diatas didapat bahwa :

Untuk kala ulang 5 tahun :

$$\text{Log Xt} = \text{Log } X + (\text{KT} \cdot \text{S log X})$$

$$= 1,85 + (0,840 \cdot 0,24)$$

$$= 2,059 \text{ mm}$$

▼ Distribusi Probabilitas Log Person III

Tabel 4.19 : Analisis Uji Distribusi Chi Kuadrat Distribusi Log Person III

Kala Ulang	Log X	KT	S log X	Log Xt	XT (mm)
5	1.85	0.758	0.244	2.039	109.39
2.5	1.85	-0.010	0.244	1.851	71.01
1.67	1.85	-0.467	0.244	1.740	54.91
1.25	1.85	-0.852	0.244	1.646	44.22

Dari data diatas didapat bahwa :

Untuk kala ulang 5 tahun :

$$\text{Log Xt} = \text{Log } X + (\text{KT} \cdot \text{S log X})$$

$$= 1,85 + (0,758 \cdot 0,244)$$

$$= 2,039 \text{ mm}$$

▼ Distribusi Probabilitas Gumbel

Tabel 4.20 : Analisis Uji Distribusi Chi Kuadrat Distribusi Gumbel

Kala Ulang		S	Yn	Sn	Yt	Kt	Xt (mm)
5	108.40	41.43	0.4952	0.94	1.5004	1.07	152.71
2.5	108.40	41.43	0.4952	0.94	0.5557	0.06	111.07
1.67	108.40	41.43	0.4952	0.94	0.0907	-0.43	90.57
1.25	108.40	41.43	0.4952	0.94	-0.4759	-1.03	65.60

Dari data diatas didapat bahwa :

Untuk kala ulang 5 tahun :

$$\begin{aligned}
 X_t &= 108,40 + ((Y_t - Y_n)/S_n) \times S \\
 &= 108,40 + ((1,5004 - 0,4952)/41,43) \times 0,94 \\
 &= 152,71 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- Perhitungan nilai X^2

Tabel 4.21 : Perhitungan nilai X^2 untuk Distribusi Normal

Kelas	Interval	Ei	Oi	Oi - Ei	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
1	>143,203	2	3	1	0.5
2	118,76 – 143,20	2	0	-2	2
3	98,04 – 118,76	2	2	0	0
4	73,60 – 98,04	2	4	2	2
5	<73,60	2	1	-1	0.5
Jumlah		10	10		5

Tabel 4.22 : Perhitungan nilai X^2 untuk Distribusi Log Normal

Kelas	Interval	Ei	Oi	Oi - Ei	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
1	>114,55	2	3	1	0.5
2	82,19 – 114,55	2	6	4	8
3	62,04 – 82,19	2	0	-2	2

Tabel 4.22 : *Lanjutan*

Kelas	Interval	Ei	Oi	Oi - Ei	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
4	44,51 – 62,04	2	0	-2	2
5	<44,51	2	1	-1	0.5
Jumlah		10	10		13

Tabel 4.23 : Perhitungan Nilai X^2 untuk Distribusi Log Person III

Kelas	Interval	Ei	Oi	Oi - Ei	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
1	>109,39	2	3	1	0.5
2	71,01 – 109,39	2	6	4	8
3	54,91 – 71,01	2	0	-2	2
4	44,22 – 54,91	2	0	-2	2
5	<44,22	2	1	-1	0.5
Jumlah		10	10		13

Tabel 4.24 : Perhitungan nilai X^2 untuk Distribusi Gumbel

Kelas	Interval	Ei	Oi	Oi - Ei	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
1	>152,71	2	3	1	0.5
2	111,07 – 152,71	2	0	-2	2
3	90,57 – 111,07	2	3	1	0.5
4	65,60 – 90,57	2	3	1	0.5
5	<65,60	2	1	-1	0.5
Jumlah		10	10		4

- Rekapitulasi nilai X^2 dan X^2_{cr} untuk keempat Distribusi Probabilitas

Nilai rekapitulasi untuk keempat distribusi probabilitas dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25 : Rekapitulasi Nilai X^2 dan X^2_{cr}

Distribusi probabilitas	X^2 terhitung	X^2_{α}	Keterangan
Normal	5	5,991	Diterima
Log normal	13	5,991	Tidak diterima
Log person III	13	5,991	Tidak diterima
Gumbel	4	5,991	Diterima

Berdasarkan Tabel 4.25 terdapat dua probabilitas yang memiliki $X^2 < X^2_{cr}$ atau distribusi tersebut dapat diterima yaitu Distribusi Normal dan Distribusi Gumbel.

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 :

- Uji distribusi Metode Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Normal

Tabel 4.26 : Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Normal

No	X_i	$P(X_i)$	$F(t)$	$P'(X_i)$	\hat{D}
1	201	0.0909	2.2351	0.0129	-0.0780
2	160	0.1818	1.2455	0.1075	-0.0743
3	159	0.2727	1.2213	0.1112	-0.1615
4	107	0.3636	-0.0338	0.4880	0.1244
5	100	0.4545	-0.2028	0.4207	-0.0338

Tabel 4.26 : *Lanjutan*

No	X_i	$P(X_i)$	$F(t)$	$P'(X_i)$	\hat{P}
6	98	0.5455	-0.2510	0.4013	-0.1442
7	89	0.6364	-0.4683	0.3192	-0.3172
8	85	0.7273	-0.5648	0.2877	-0.4396
9	85	0.8182	-0.5648	0.2877	-0.5305
10	0	0.9091	-2.6165	0.0044	-0.9047

$$= 108,40 \text{ mm}$$

$$S_x = 41,43$$

Dari data diatas didapat bahwa :

$$F = (X_i -) / S_x$$

$$= (201 - 108,40) / 41,43$$

$$= 2,2351$$

$$\hat{P} = P' - P$$

$$= 0,0129 - 0,0909 = -0,0780$$

- Uji distribusi Metode Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Log Normal

Tabel 4.27 : Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Log Normal

No	X_i	$P(X_i)$	$F(t)$	$P'(X_i)$	\hat{P}
1	2.303	0.0909	1.8574	0.0314	-0.0595
2	2.204	0.1818	1.4513	0.0735	-0.1083
3	2.201	0.2727	1.4402	0.1112	-0.1615
4	2.029	0.3636	0.7352	0.0749	-0.2887

Tabel 4.27 : Lanjutan

No	Xi	P(Xi)	F(t)	P'(Xi)	\hat{P}
5	2.000	0.4545	0.6148	0.2709	-0.1836
6	1.991	0.5455	0.5788	0.2810	-0.2645
7	1.949	0.6364	0.4073	0.3409	-0.2955
8	1.929	0.7273	0.3255	0.3707	-0.3566
9	1.929	0.8182	0.3255	0.3707	-0.4475
10	0.000	0.9091	-7.5820	0.0001	-0.9090

$$= 1,85 \text{ mm}$$

$$S_x = 0,244 \text{ mm}$$

Dari data diatas didapat bahwa :

$$F = (X_i -) / S_x$$

$$= (2,303 - 1,85) / 0,244$$

$$= 1,8574$$

$$\hat{P} = P' - P$$

$$= 0,0314 - 0,0909 = -0,0595$$

- Uji distribusi Metode Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Log Person III

Tabel 4.28 : Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Log Person III

No	Xi	P(Xi)	F(t)	P'(Xi)	\hat{P}
1	2.303	0.0909	1.8574	0.0314	-0.0595
2	2.204	0.1818	1.4513	0.0735	-0.1083
3	2.201	0.2727	1.4402	0.1112	-0.1615
4	2.029	0.3636	0.7352	0.0749	-0.2887
5	2.000	0.4545	0.6148	0.2709	-0.1836
6	1.991	0.5455	0.5788	0.2810	-0.2645
7	1.949	0.6364	0.4073	0.3409	-0.2955
8	1.929	0.7273	0.3255	0.3707	-0.3566

Tabel 4.28 : *Lanjutan*

No	Xi	P(Xi)	F(t)	P'(Xi)	\hat{P}
9	1.929	0.8182	0.3255	0.3707	-0.4475
10	0.000	0.9091	-7.5820	0.0001	-0.9090

$$= 1,85 \text{ mm}$$

$$S_x = 0,244 \text{ mm}$$

Dari data diatas didapat bahwa :

$$F = (X_i -) / S_x$$

$$= (2,303 - 1,85) / 0,244$$

$$= 1,8574$$

$$\hat{P} = P' - P$$

$$= 0,0314 - 0,0909 = -0,0595$$

- Uji distribusi Metode Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Gumbel

Tabel 4.29 : Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Gumbel

No	Xi	P(Xi)	F(t)	Yt	T	P'(Xi)	\hat{P}
1	201	0.0909	2.2351	2.5962	13.9323	0.0718	-0.0191
2	160	0.1818	1.2455	1.6659	5.8086	0.1722	-0.0097
3	159	0.2727	1.2213	1.6433	5.6902	0.1757	-0.0970
4	107	0.3636	-0.0338	0.4634	2.1411	0.4671	0.1034
5	100	0.4545	-0.2028	0.3046	1.9164	0.5218	0.0673
6	98	0.5455	-0.2510	0.2592	1.8590	0.5379	-0.0075
7	89	0.6364	-0.4683	0.0550	1.6337	0.6121	-0.0243
8	85	0.7273	-0.5648	-0.0357	1.5492	0.6455	-0.0818
9	85	0.8182	-0.5648	-0.0357	1.5492	0.6455	-0.1727
10	0	0.9091	-2.6165	-1.9643	1.0008	0.9992	0.0901

$$= 108,40 \text{ mm}$$

$$S_x = 41,43$$

Dari data diatas didapat bahwa :

$$F = (X_i -) / S_x$$

$$= (201 - 108,40) / 41,43$$

$$= 2,2351$$

$$\Delta P = P' - P$$

$$= 0,0718 - 0,0909 = -0,0191$$

Maka, rekapitulasi Simpangan maksimum dari keseluruhan Distribusi Probabilitas dapat dilihat pada Tabel 4.29.

Tabel 4.30 : Rekapitulasi Simpangan Maksimum (ΔP) Keseluruhan Distribusi Probabilitas.

No	Jenis Distribusi Probabilitas			
	Normal	Log Normal	Log Person III	Gumbel
1	-0.0780	-0.0595	-0.0595	-0.0191
2	-0.0743	-0.1083	-0.1083	-0.0097
3	-0.1615	-0.1615	-0.1615	-0.0970
4	0.1244	-0.2887	-0.2887	0.1034
5	-0.0338	-0.1836	-0.1836	0.0673
6	-0.1442	-0.2645	-0.2645	-0.0075
7	-0.3172	-0.2955	-0.2955	-0.0243
8	-0.4396	-0.3566	-0.3566	-0.0818
9	-0.5305	-0.4475	-0.4475	-0.1727
10	-0.9047	-0.9090	-0.9090	0.0901
Max	0,1244	-0,0595	-0,0595	0,0852

Berdasarkan Tabel 4.30 dapat dilihat bahwa :

- Simpangan maksimum (ΔP maksimum) berturut-turut

0,1244 ; -0,0595 ; -0,0595 ; 0,1034

- Jika jumlah data (n) = 10 dan $\alpha = 5\%$ maka didapat αP kritis = 0,41
- Jadi (αP maksimum) < αP kritis

Oleh karena itu, distribusi probabilitas Normal, Log Normal, Log Person III, dan Gumbel dapat diterima untuk menganalisa 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:

$$I = \frac{R_{24}}{T_C} \left(\frac{10}{24} \right)^{2/3}$$

R_{24} = perhitungan Frekuensi Curah Hujan (Tabel 4.10)

T_C = nilai waktu konsentrasi hujan dalam satuan jam

Tabel 4.31 : Perhitungan analisa intensitas curah hujan rancangan jam-jaman.

No	T	T	I (mm/jam)					
	Menit	Jam	R ₂	R ₅	R ₁₀	R ₂₅	R ₅₀	R ₁₀₀
1	5	0.083	118.322	198.770	275.778	409.575	542.326	710.470
2	10	0.167	74.538	125.217	173.729	258.016	341.644	447.568
3	20	0.333	46.956	78.882	109.443	162.540	215.222	281.950
4	30	0.500	35.834	60.198	83.520	124.041	164.245	215.168
5	40	0.667	29.581	49.693	68.944	102.394	135.582	177.618
6	50	0.833	25.492	42.824	59.415	88.240	116.841	153.066
7	60	1.000	22.574	37.923	52.614	78.141	103.468	135.548
8	70	1.167	20.370	34.219	47.476	70.510	93.363	122.310
9	80	1.333	18.635	31.304	43.432	64.504	85.411	111.892
10	90	1.500	17.227	28.940	40.152	59.633	78.961	103.442
11	100	1.667	16.059	26.977	37.429	55.588	73.605	96.426
12	110	1.833	15.070	25.316	35.125	52.166	69.074	90.489
13	120	2.000	14.221	23.890	33.145	49.226	65.181	85.390
14	130	2.167	13.482	22.648	31.423	46.668	61.794	80.953
15	140	2.333	12.832	21.557	29.908	44.418	58.815	77.050
16	150	2.500	12.255	20.588	28.564	42.421	56.171	73.587
17	160	2.667	11.739	19.721	27.361	40.635	53.806	70.488
18	170	2.833	11.274	18.939	26.277	39.025	51.674	67.696
19	180	3.000	10.853	18.231	25.294	37.566	49.742	65.164

Tabel diatas didapat dengan menghitung analisa intensitas curah hujan rancangan jam-jaman dengan data hujan jangka pendek 5 menit, 10 menit, 20 menit, 30 menit 40 menit, 50 menit, 60 menit dan seterusnya. Dengan menggunakan jangka waktu 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun

Intensitas curah hujan 2 tahun :

$$I = \frac{\bar{W}}{\bar{w}} \left(\frac{1}{2} \right)^{2/3}$$

$$I = \frac{\bar{W}}{\bar{w}} \left(\frac{1}{2} \right)^{2/3} = 118,322 \text{ mm/jam.}$$

4.6. Analisa Hidrograf Satuan Sintetik

4.6.1 Hidrograf Satuan Sintetik GAMA 1

Untuk menghitung metode hidrograf satuan sintetik (HSS) Gama 1 digunakan parameter yang dibutuhkan dalam menghitungnya antara lain :

Tabel 4.32: Parameter untuk menghitung HSS Gama 1.

Parameter	Nilai	Keterangan
Luas DAS (A)	109,576 km ²	Dari BWSS
Panjang Sungai (L)	36,7 km	Dari BWSS
Kemiringan sungai rata-rata (S)	0,00031	Dari BWSS
Kerapatan jaringan kuras (D)	0,157	Dari BWSS
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. Mengitung waktu mencapai debit puncak (t_r)

$$\begin{aligned}T_r &= 0,43 \left(\frac{L}{\bar{w}}\right)^3 + 1,0665SIM + 1,2775 \\ &= 0,43 \left(\frac{36,7}{\bar{w}}\right)^3 + 1,0665 (0,9855) + 1,2775 \\ &= 2,43 \text{ jam.}\end{aligned}$$

2. Menghitung debit puncak hidrograf (Q_p)

$$\begin{aligned}Q_p &= 0,1836 \cdot A^{0,5886} \cdot T_r^{-0,4008} \cdot JN^{0,2381} \\ &= 0,1836 \cdot (109,576)^{0,5886} \cdot (2,43)^{-0,4008} \cdot (4)^{0,2381} \\ &= 2,84 \text{ m}^3/\text{det}\end{aligned}$$

3. Menghitung waktu dasar (T_b)

$$T_b = 27,4132 \cdot Tr^{0,1457} \cdot S^{-0,0986} \cdot SN^{0,7344} \cdot RUA^{0,2574}$$

$$= 27,4132 \cdot (2,43)^{0,1457} \cdot (0,0193)^{-0,0986} \cdot (0,8)^{0,7344} \cdot (0,621)^{0,2574}$$

$$= 52 \text{ jam}$$

4. Menghitung koefisien tampungan (K)

$$K = 0,5617 \cdot A^{0,1798} \cdot S^{-0,1446} \cdot SF^{-1,0897} \cdot D^{0,0452}$$

$$= 0,5617 \cdot (109,576)^{0,1798} \cdot (0,0193)^{-0,1446} \cdot (0,547)^{-1,0897} \cdot (0,157)^{0,0452}$$

$$= 7,46 \text{ jam}$$

5. Menghitung aliran dasar sungai (Q_b)

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

$$= 0,475 \cdot (109,576)^{0,6444} \cdot (0,157)^{0,9430}$$

$$= 1,71 \text{ m}^3/\text{det}$$

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 $Q_t = Q_p \times e^{(-t/K)}$

Tabel 4.33 : Tabel Hasil Perhitungan HSS Gama 1.

T (jam)	Q (m ³ /det)	Q koreksi (m ³ /det)
0	0.000	0.00
1	1.168	1.27
2	2.335	2.55
2.43	2.839	3.10
3	2.483	2.71
4	2.171	2.37
5	2.049	2.23
6	1.899	2.07
7	1.661	1.81
8	1.452	1.58
9	1.270	1.38
10	1.111	1.21
11	0.972	1.06
12	0.850	0.93
13	0.743	0.81

Tabel 4.33 : *Lanjutan*

T (jam)	Q (m ³ /det)	Q koreksi (m ³ /det)
14	0.650	0.71
15	0.568	0.62
16	0.497	0.54
17	0.435	0.47
18	0.380	0.41
19	0.332	0.36
20	0.291	0.32
21	0.254	0.28
22	0.222	0.24
23	0.195	0.21
24	0.170	0.19
25	0.149	0.16
26	0.130	0.14
27	0.114	0.12
28	0.099	0.11
29	0.087	0.09
30	0.076	0.08
31	0.067	0.07
32	0.058	0.06
33	0.051	0.06
34	0.045	0.05
35	0.039	0.04
SQ (m ³ /s)	27.91	30.44
Vol. (m ³)	100483.61	109576.00
T _{LL} (mm)	0.92	1.00

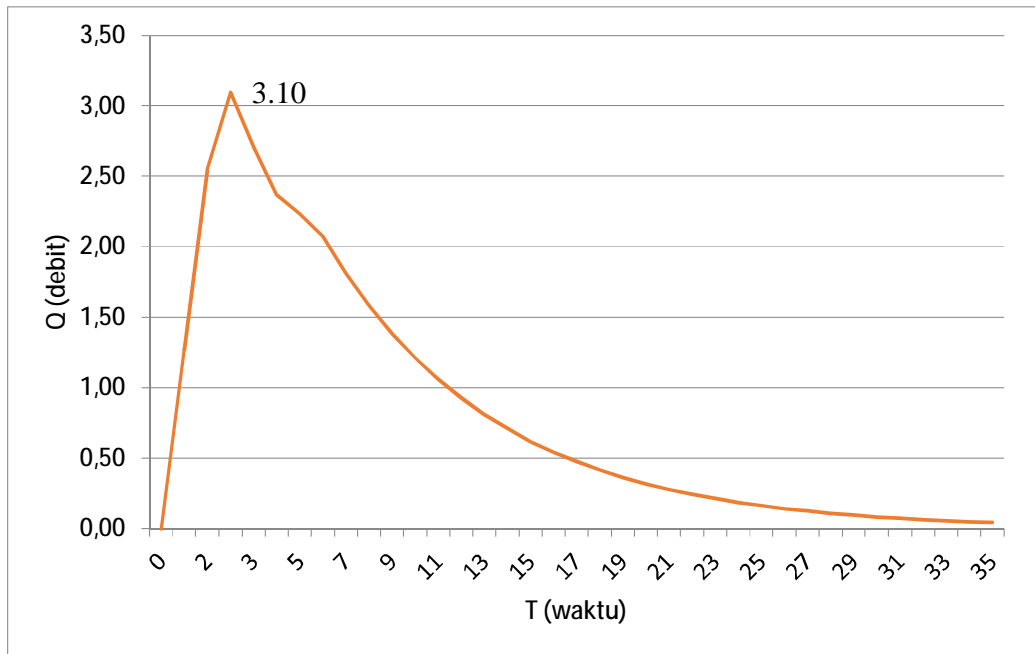
Tabel diatas hasil nilai debit yang menggunakan metode HSS Gama 1 dengan menghitung hasil debit (Q) dalam tiap jam (T), dan didapat nilai debit tertinggi yaitu 3,10 dengan waktu 2,43 jam.

$$Q = (1 / 2,43) \times Q_p$$

$$= (1 / 2,43) \cdot 2,84 = 1,168 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q \text{ koreksi} = 1,168 / T_{LL}$$

$$= 1,168 / 0,92 = 1,27 \text{ m}^3/\text{det}$$



Gambar 4.2 : Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Gama 1

Tabel 4.34 : Tabel Perhitungan debit banjir HSS Gama 1 Kala Ulang 2 tahun

Q koreksi (m ³ /det)	Kala Ulang 2 Tahun			Q (m ³ /det)
	1	2	3	
	22.574	14.221	10.853	
0.00	0	0.000	0	0
1.27	28.745	18.109	13.820	61.947
2.55	57.490	36.217	27.640	123.894
3.10	69.886	44.026	33.599	150.607
2.71	61.123	38.506	29.386	131.723
2.37	53.443	33.667	25.694	115.172
2.23	50.439	31.775	24.250	108.699
2.07	46.747	29.449	22.475	100.742
1.81	40.888	25.758	19.658	88.116
1.58	35.743	22.517	17.184	77.029
1.38	31.263	19.695	15.031	67.373
1.21	27.349	17.229	13.149	58.939
1.06	23.927	15.074	11.504	51.565
0.93	20.924	13.182	10.060	45.092
0.81	18.290	11.522	8.793	39.416
0.71	16.001	10.080	7.693	34.482
0.62	13.982	8.808	6.722	30.132

Tabel 4.34 : *Lanjutan*

Q koreksi (m ³ /det)	Kala Ulang 2 Tahun			Q (m ³ /det)
	1	2	3	
	22.574	14.221	10.853	
0.54	12.234	7.707	5.882	26.366
0.47	10.708	6.746	5.148	23.077
0.41	9.354	5.893	4.497	20.159
0.36	8.173	5.149	3.929	17.613
0.32	7.163	4.513	3.444	15.438
0.28	6.253	3.939	3.006	13.475
0.24	5.465	3.443	2.627	11.777
0.21	4.800	3.024	2.308	10.345
0.19	4.185	2.636	2.012	9.018
0.16	3.668	2.311	1.763	7.904
0.14	3.200	2.016	1.539	6.896
0.12	2.806	1.768	1.349	6.048
0.11	2.437	1.535	1.172	5.252
0.09	2.142	1.349	1.030	4.615
0.08	1.871	1.179	0.899	4.032
0.07	1.649	1.039	0.793	3.554
0.06	1.428	0.899	0.686	3.077
0.06	1.255	0.791	0.604	2.706
0.05	1.108	0.698	0.533	2.387
0.04	0.960	0.605	0.462	2.069

Tabel diatas hasil perhitungan debit banjir HSS Gama 1 kala ulang 2 tahun dengan menggunakan waktu 1, 2, dan 3 jam dari data intensitas curah hujan jam-jaman yang dapat dilihat pada tabel 4.31. Dari data diatas didapat bahwa :

$$Q = 1,27 + 28,745 + 18,109 + 13,820$$

$$= 61,947 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 4.35 : Tabel Perhitungan debit banjir HSS Gama 1 Kala Ulang 5 tahun

Q koreksi (m ³ /det)	Kala Ulang 5 Tahun			Q (m ³ /det)
	1	2	3	
	37.923	23.890	18.231	
0.00	0	0.000	0	0
1.27	48.290	30.421	23.215	103.199
2.55	96.580	60.842	46.430	206.399
3.10	117.404	73.960	56.441	250.901

Tabel 4.35 : *Lanjutan*

Q koreksi (m ³ /det)	Kala Ulang 5 Tahun			Q (m ³ /det)
	1	2	3	
	37.923	23.890	18.231	
2.71	102.683	64.686	49.364	219.441
2.37	89.781	56.558	43.161	191.867
2.23	84.735	53.380	40.735	181.085
2.07	78.532	49.472	37.753	167.829
1.81	68.690	43.272	33.022	146.795
1.58	60.047	37.827	28.867	128.324
1.38	52.520	33.086	25.248	112.239
1.21	45.945	28.943	22.087	98.187
1.06	40.197	25.322	19.324	85.903
0.93	35.151	22.144	16.899	75.121
0.81	30.726	19.356	14.771	65.664
0.71	26.880	16.934	12.922	57.445
0.62	23.489	14.797	11.292	50.198
0.54	20.553	12.948	9.881	43.924
0.47	17.989	11.332	8.648	38.444
0.41	15.715	9.900	7.555	33.583
0.36	13.730	8.649	6.600	29.341
0.32	12.034	7.581	5.785	25.718
0.28	10.504	6.617	5.050	22.448
0.24	9.181	5.783	4.414	19.620
0.21	8.064	5.080	3.877	17.234
0.19	7.030	4.429	3.380	15.024
0.16	6.162	3.882	2.962	13.168
0.14	5.376	3.387	2.584	11.489
0.12	4.714	2.970	2.266	10.075
0.11	4.094	2.579	1.968	8.749
0.09	3.598	2.266	1.730	7.689
0.08	3.143	1.980	1.511	6.717
0.07	2.771	1.745	1.332	5.921
0.06	2.399	1.511	1.153	5.126
0.06	2.109	1.329	1.014	4.507
0.05	1.861	1.172	0.895	3.977
0.04	1.613	1.016	0.775	3.447

Tabel diatas hasil perhitungan debit banjir HSS Gama 1 kala ulang 5 tahun dengan menggunakan waktu 1, 2, dan 3 jam dari data intensitas curah hujan jam-jaman yang dapat dilihat pada tabel 4.31. Dari data diatas didapat bahwa :

$$Q = 1,27 + 48,290 + 30,421 + 23,215$$

$$= 103,199 \text{ m}^3/\text{det.}$$

Tabel 4.36 : Tabel Perhitungan debit banjir HSS Gama 1 Kala Ulang 10 tahun

Q koreksi (m ³ /det)	Kala Ulang 10 Tahun			Q (m ³ /det)
	1	2	3	
	52.614	33.145	25.294	
0.00	0	0.000	0	0
1.27	66.997	42.206	32.209	142.686
2.55	133.995	84.412	64.418	285.371
3.10	162.886	102.612	78.307	346.900
2.71	142.462	89.746	68.488	303.403
2.37	124.561	78.469	59.882	265.279
2.23	117.561	74.059	56.517	250.372
2.07	108.955	68.638	52.380	232.043
1.81	95.300	60.035	45.815	202.961
1.58	83.308	52.481	40.050	177.423
1.38	72.866	45.903	35.030	155.184
1.21	63.743	40.156	30.644	135.756
1.06	55.768	35.132	26.810	118.771
0.93	48.769	30.723	23.445	103.863
0.81	42.630	26.855	20.494	90.789
0.71	37.294	23.494	17.929	79.425
0.62	32.589	20.530	15.667	69.405
0.54	28.515	17.964	13.709	60.730
0.47	24.958	15.723	11.999	53.154
0.41	21.802	13.735	10.481	46.433
0.36	19.048	12.000	9.157	40.568
0.32	16.696	10.518	8.027	35.558
0.28	14.573	9.181	7.006	31.037
0.24	12.737	8.024	6.123	27.127
0.21	11.188	7.048	5.379	23.827
0.19	9.754	6.145	4.689	20.773
0.16	8.549	5.385	4.110	18.207
0.14	7.459	4.699	3.586	15.885
0.12	6.541	4.120	3.144	13.930
0.11	5.680	3.578	2.731	12.097

Tabel 4.36 : *Lanjutan*

Q koreksi (m ³ /det)	Kala Ulang 10 Tahun			Q (m ³ /det)
	1	2	3	
	52.614	33.145	25.294	
0.09	4.992	3.145	2.400	10.631
0.08	4.360	2.747	2.096	9.287
0.07	3.844	2.422	1.848	8.187
0.06	3.328	2.096	1.600	7.087
0.06	2.926	1.843	1.407	6.232
0.05	2.582	1.626	1.241	5.499
0.04	2.238	1.410	1.076	4.765

Tabel diatas hasil perhitungan debit banjir HSS Gama 1 kala ulang 10 tahun dengan menggunakan waktu 1, 2, dan 3 jam dari data intensitas curah hujan jam-jaman yang dapat dilihat pada tabel 4.31. Dari data diatas didapat bahwa :

$$Q = 1,27 + 66,997 + 42,206 + 32,209$$

$$= 142,686 \text{ m}^3/\text{det.}$$

Tabel 4.37 : Tabel Perhitungan debit banjir HSS Gama 1 Kala Ulang 25 tahun

Q koreksi (m ³ /det)	Kala Ulang 25 Tahun			Q (m ³ /det)
	1	2	3	
	78.141	49.226	37.566	
0.00	0	0.000	0	0
1.27	99.503	62.683	47.836	211.295
2.55	199.006	125.366	95.671	422.590
3.10	241.914	152.397	116.299	513.705
2.71	211.581	133.288	101.717	449.293
2.37	184.995	116.540	88.935	392.837
2.23	174.599	109.991	83.938	370.762
2.07	161.817	101.939	77.793	343.620
1.81	141.537	89.163	68.043	300.554
1.58	123.727	77.944	59.481	262.736
1.38	108.219	68.174	52.026	229.804
1.21	94.670	59.639	45.512	201.033
1.06	82.826	52.177	39.818	175.881
0.93	72.430	45.628	34.820	153.806
0.81	63.312	39.884	30.437	134.444
0.71	55.388	34.892	26.627	117.616
0.62	48.400	30.490	23.268	102.778

Tabel 4.37 : Lanjutan

Q koreksi (m ³ /det)	Kala Ulang 25 Tahun			Q (m ³ /det)
	1	2	3	
	78.141	49.226	37.566	
0.54	42.350	26.679	20.360	89.931
0.47	37.067	23.351	17.820	78.712
0.41	32.380	20.399	15.567	68.760
0.36	28.290	17.822	13.600	60.075
0.32	24.797	15.621	11.921	52.656
0.28	21.644	13.635	10.405	45.961
0.24	18.917	11.917	9.094	40.170
0.21	16.616	10.468	7.988	35.285
0.19	14.486	9.126	6.964	30.761
0.16	12.697	7.998	6.104	26.961
0.14	11.078	6.978	5.325	23.523
0.12	9.714	6.120	4.670	20.628
0.11	8.436	5.314	4.056	17.914
0.09	7.413	4.670	3.564	15.742
0.08	6.476	4.080	3.113	13.752
0.07	5.709	3.597	2.745	12.123
0.06	4.942	3.113	2.376	10.495
0.06	4.346	2.738	2.089	9.228
0.05	3.835	2.416	1.843	8.143
0.04	3.323	2.094	1.598	7.057

Tabel diatas hasil perhitungan debit banjir HSS Gama 1 kala ulang 25 tahun dengan menggunakan waktu 1, 2, dan 3 jam dari data intensitas curah hujan jam-jaman yang dapat dilihat pada tabel 4.31. Dari data diatas didapat bahwa :

$$Q = 1,27 + 99,503 + 62,683 + 47,836$$

$$= 211,295 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 4.38 : Tabel Perhitungan debit banjir HSS Gama 1 Kala Ulang 50 tahun

Q koreksi (m ³ /det)	Kala Ulang 50 Tahun			Q (m ³ /det)
	1	2	3	
	103.468	65.181	49.742	
0.00	0	0.000	0	0
1.27	131.754	83.000	63.340	279.367
2.55	263.507	166.000	126.681	558.734
3.10	320.322	201.791	153.994	679.204

Tabel 4.38 : *Lanjutan*

Q koreksi (m ³ /det)	Kala Ulang 50 Tahun			Q (m ³ /det)
	1	2	3	
	103.468	65.181	49.742	
2.71	280.158	176.489	134.685	594.040
2.37	244.955	154.312	117.761	519.396
2.23	231.190	145.641	111.144	490.209
2.07	214.265	134.979	103.007	454.322
1.81	187.411	118.062	90.098	397.382
1.58	163.830	103.207	78.761	347.381
1.38	143.295	90.270	68.889	303.838
1.21	125.355	78.969	60.264	265.799
1.06	109.671	69.089	52.724	232.544
0.93	95.906	60.417	46.107	203.356
0.81	83.833	52.812	40.303	177.757
0.71	73.340	46.201	35.258	155.508
0.62	64.088	40.373	30.810	135.890
0.54	56.077	35.326	26.959	118.904
0.47	49.081	30.919	23.596	104.071
0.41	42.876	27.010	20.612	90.912
0.36	37.460	23.598	18.009	79.429
0.32	32.834	20.684	15.785	69.620
0.28	28.659	18.054	13.778	60.768
0.24	25.048	15.780	12.042	53.112
0.21	22.002	13.860	10.577	46.652
0.19	19.181	12.083	9.221	40.671
0.16	16.812	10.591	8.082	35.647
0.14	14.668	9.240	7.052	31.102
0.12	12.863	8.103	6.184	27.274
0.11	11.170	7.037	5.370	23.685
0.09	9.816	6.184	4.719	20.814
0.08	8.575	5.402	4.122	18.182
0.07	7.560	4.762	3.634	16.029
0.06	6.544	4.123	3.146	13.876
0.06	5.754	3.625	2.766	12.201
0.05	5.077	3.199	2.441	10.766
0.04	4.400	2.772	2.115	9.330

Tabel diatas hasil perhitungan debit banjir HSS Gama 1 kala ulang 50 tahun dengan menggunakan waktu 1, 2, dan 3 jam dari data intensitas curah hujan jam-jaman yang dapat dilihat pada tabel 4.31. Dari data diatas didapat bahwa :

$$Q = 1,27 + 131,754 + 83,000 + 63,340$$

$$= 279,367 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 4.39 : Tabel Perhitungan debit banjir HSS Gama 1 Kala Ulang 100 tahun

Q koreksi (m ³ /det)	Kala Ulang 100 Tahun			Q (m ³ /det)
	1	2	3	
	135.548	85.390	65.164	
0.00	0	0.000	0	0
1.27	172.604	108.734	82.978	365.589
2.55	345.207	217.467	165.957	731.177
3.10	419.638	264.356	201.739	888.828
2.71	367.020	231.209	176.443	777.380
2.37	320.903	202.156	154.272	679.698
2.23	302.869	190.796	145.603	641.503
2.07	280.697	176.828	134.944	594.540
1.81	245.518	154.667	118.031	520.027
1.58	214.625	135.205	103.180	454.593
1.38	187.723	118.258	90.247	397.613
1.21	164.221	103.453	78.948	347.833
1.06	143.674	90.509	69.071	304.315
0.93	125.641	79.149	60.401	266.119
0.81	109.825	69.186	52.798	232.619
0.71	96.079	60.526	46.189	203.503
0.62	83.958	52.890	40.362	177.830
0.54	73.463	46.279	35.317	155.601
0.47	64.299	40.506	30.911	136.190
0.41	56.169	35.384	27.003	118.971
0.36	49.074	30.915	23.592	103.943
0.32	43.014	27.097	20.679	91.107
0.28	37.545	23.652	18.049	79.523
0.24	32.815	20.672	15.775	69.504
0.21	28.824	18.158	13.857	61.051
0.19	25.128	15.830	12.080	53.224
0.16	22.024	13.874	10.588	46.649
0.14	19.216	12.105	9.238	40.701
0.12	16.851	10.615	8.101	35.691
0.11	14.634	9.219	7.035	30.995

Tabel 4.39 : *Lanjutan*

Q koreksi (m ³ /det)	Kala Ulang 100 Tahun			Q (m ³ /det)
	1	2	3	
	135.5480	85.3900	65.1640	
0.01	1.142	0.720	0.549	2.419
0.01	0.895	0.564	0.430	1.896
0.01	0.702	0.442	0.337	1.486
0.00	0.550	0.346	0.264	1.165
0.00	0.431	0.272	0.207	0.913
0.00	0.338	0.213	0.162	0.716
0.00	0.265	0.167	0.127	0.561

Tabel diatas hasil perhitungan debit banjir HSS Gama 1 kala ulang 100 tahun dengan menggunakan waktu 1, 2, dan 3 jam dari data intensitas curah hujan jam-jaman yang dapat dilihat pada tabel 4.31. Dari data diatas didapat bahwa :

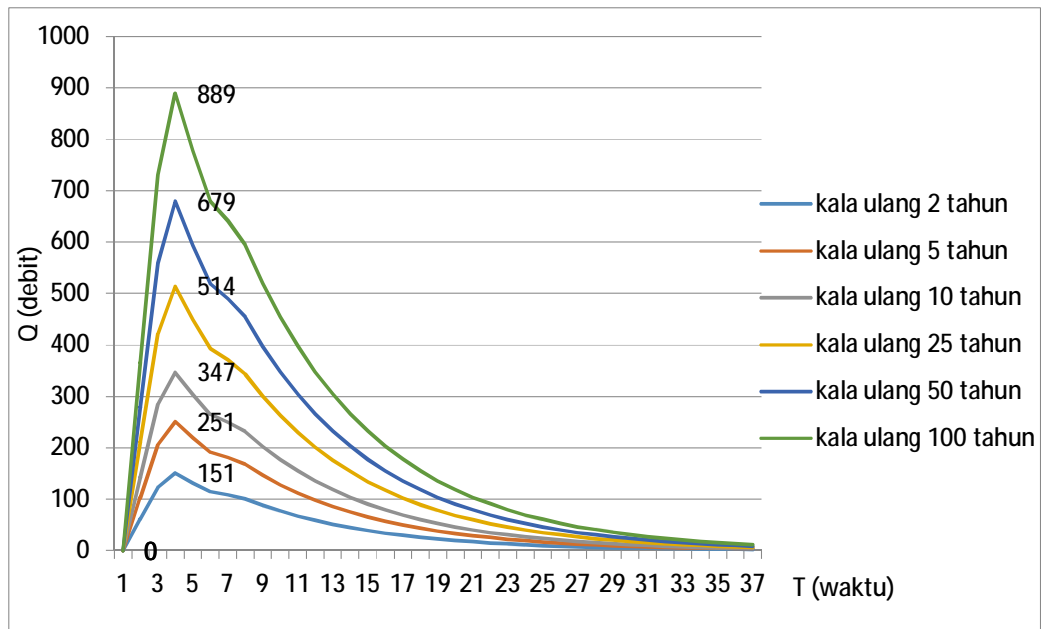
$$Q = 1,27 + 172,604 + 108,734 + 82,978$$

$$= 365,589 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 4.40 : Tabel debit banjir rencana Kala Ulang HSS Gama 1.

Periode Ulang	Debit Banjir Rencana
2	151
5	251
10	347
25	514
50	679
100	889

Tabel diatas hasil dari debit banjir rencana kala ulang menggunakan metode HSS Gama 1 dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun.



Gambar 4.3 :Grafik Debit Banjir Kala Ulang Dengan Metode HSS Gama 1

4.6.2 Hidrograf Satuan Sintetik SCS (*Soil Conservation Services*)

Hidrograf ini menggunakan fungsi hidrograf tanpa Dimensi untuk menyediakan bentuk standar hidrograf satuan. Dan juga koordinat ini telah ditabelkan, sehingga mempersingkat waktu untuk perhitungan hidrograf dengan rumus-rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Waktu puncak (T_p) dan Waktu dasar (T_b)

- $T_p = T_L + 0,50 T_r$

$$\begin{aligned}
 T_L &= C_t (L \cdot L_c)^{0,3} \\
 &= 0,8 (36,7 \cdot 0,5)^{0,3} \\
 &= 1,915
 \end{aligned}$$

Maka, $T_p = T_L + 0,50 T_r$

$$\begin{aligned}
 T_p &= 1,915 + 0,50 \cdot 1 \\
 &= 2,415 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

- Waktu dasar hidrograf satuan (Tb)

$$\begin{aligned} T_b &= 5 \cdot T_p \\ &= 5 \cdot 2,415 \\ &= 12,075 \text{ jam} \end{aligned}$$

- b. Debit puncak (Qp)

$$\begin{aligned} Q_p &= \frac{\bar{w}}{\bar{w}} \\ &= \frac{\bar{w}}{\bar{w}} \\ Q_p &= 1,890 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Tabel 4.41 : Tabel Hasil Perhitungan HSS SCS.

T	T/T _p	q/Q _p	Q
0	0.0	0	0
1	0.4	0.430	0.81
2	0.8	0.970	1.83
3	1.2	0.750	1.42
4	1.7	0.420	0.79
5	2.1	0.240	0.45
6	2.5	0.098	0.19
7	2.9	0.075	0.14
8	3.3	0.036	0.07
9	3.7	0.018	0.03
10	4.1	0.009	0.02
11	4.6	0	0

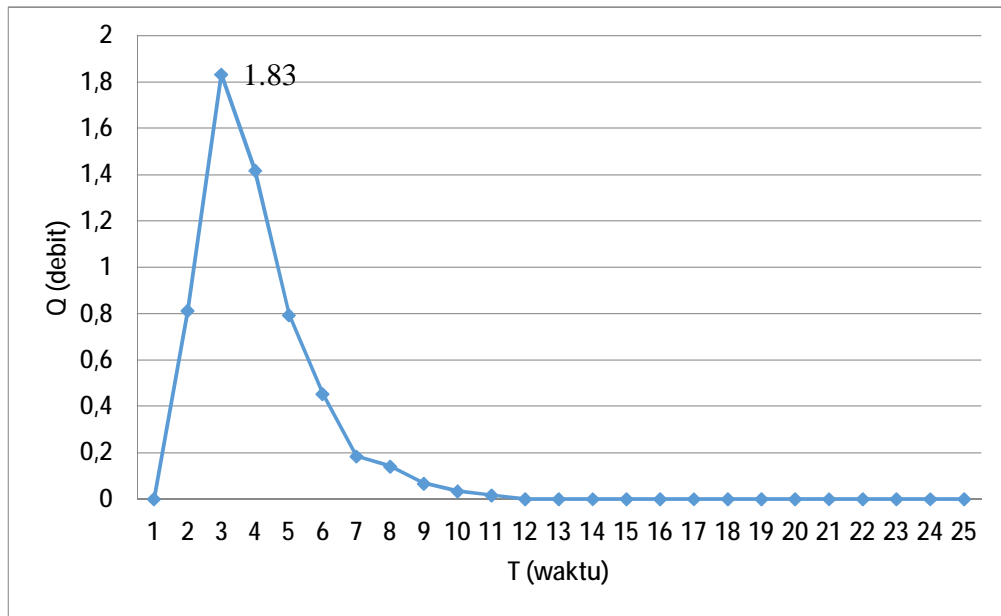
Tabel diatas hasil nilai debit yang menggunakan metode HSS SCS dengan menghitung hasil debit (Q) dalam tiap jam (T), dan didapat nilai debit tertinggi yaitu 1,83 pada waktu 2 jam.

Untuk q/Q_p dapat dilihat berdasarkan Tabel 2.11.

Untuk T = 2 jam

$$\begin{aligned} T/T_p &= 2 / 2,415 \\ &= 0,828 \quad 0,8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= q/Q_p \cdot Q_p \\
 &= 0,970 \cdot 1,890 \\
 &= 1,833
 \end{aligned}$$



Gambar 4.4 Grafik Debit HSS SCS

Tabel 4.42 : Tabel Hasil Perhitungan debit banjir HSS SCS Kala Ulang 2 Tahun

Q KOREKSI	Kala Ulang 2 tahun (mm)			Q (M3/DET)
	1	2	3	
	22.574	14.221	10.852	
0	0.000	0.000	0.000	0.000
0.81	18.348	11.559	8.821	39.540
1.83	41.389	26.074	19.899	89.196
1.42	32.002	20.160	15.386	68.966
0.79	17.921	11.290	8.616	38.621
0.45	10.241	6.451	4.923	22.069
0.19	4.182	2.634	2.010	9.012
0.14	3.200	2.016	1.539	6.897
0.07	1.536	0.968	0.739	3.310
0.03	0.768	0.484	0.369	1.655
0.02	0.384	0.242	0.185	0.828
0	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabel diatas hasil perhitungan debit banjir HSS SCS kala ulang 2 tahun dengan menggunakan waktu 1, 2, dan 3 jam dari data intensitas curah hujan jam-jaman yang dapat dilihat pada tabel 4.31. Dari data diatas didapat bahwa :

$$Q = 0,81 + 18,348 + 11,559 + 8,821$$

$$= 39,540 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 4.43 : Tabel Hasil Perhitungan debit banjir HSS SCS Kala Ulang 5 Tahun

Q KOREKSI	Kala Ulang 5 tahun (mm)			Q (M3/DET)
	1	2	3	
	37.923	23.890	18.231	
0	0.000	0.000	0.000	0.000
0.81	30.823	19.417	14.818	65.871
1.83	69.532	43.802	33.426	148.594
1.42	53.762	33.868	25.845	114.892
0.79	30.106	18.966	14.473	64.340
0.45	17.204	10.838	8.270	36.765
0.19	7.025	4.425	3.377	15.013
0.14	5.376	3.387	2.585	11.489
0.07	2.581	1.626	1.241	5.515
0.03	1.290	0.813	0.620	2.757
0.02	0.645	0.406	0.310	1.379
0	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabel diatas hasil perhitungan debit banjir HSS SCS kala ulang 5 tahun dengan menggunakan waktu 1, 2, dan 3 jam dari data intensitas curah hujan jam-jaman yang dapat dilihat pada tabel 4.31. Dari data diatas didapat bahwa :

$$Q = 0,81 + 30,823 + 19,417 + 14,818$$

$$= 65,871 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 4.44 : Tabel Hasil Perhitungan debit banjir HSS SCS Kala Ulang 10 Tahun

Q KOREKSI	Kala Ulang 10 tahun (mm)			Q (M3/DET)
	1	2	3	
	52.614	33.145	25.294	
0	0.000	0.000	0.000	0
0.81	42.764	26.939	20.559	91.075
1.83	96.468	60.771	46.376	205.449

Tabel 4.44 : *Lanjutan*

Q KOREKSI	Kala Ulang 10 tahun (mm)			Q (M3/DET)
	1	2	3	
	52.614	33.145	25.294	
1.42	74.588	46.988	35.858	158.852
0.79	41.769	26.313	20.081	88.957
0.45	23.868	15.036	11.475	50.833
0.19	9.746	6.140	4.685	20.757
0.14	7.459	4.699	3.586	15.885
0.07	3.580	2.255	1.721	7.625
0.03	1.790	1.128	0.861	3.812
0.02	0.895	0.564	0.430	1.906
0	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabel diatas hasil perhitungan debit banjir HSS SCS kala ulang 10 tahun dengan menggunakan waktu 1, 2, dan 3 jam dari data intensitas curah hujan jam-jaman yang dapat dilihat pada tabel 4.31. Dari data diatas didapat bahwa :

$$Q = 0,81 + 42,764 + 26,939 + 20,559$$

$$= 91,075 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 4.45 : Tabel Perhitungan debit banjir HSS SCS Kala Ulang 25 Tahun

Q KOREKSI	Kala Ulang 25 tahun (mm)			Q (M3/DET)
	1	2	3	
	78.141	49.226	37.566	
0	0.000	0.000	0.000	0.000
0.81	63.512	40.010	30.533	134.868
1.83	143.271	90.256	68.877	304.237
1.42	110.777	69.785	53.255	235.235
0.79	62.035	39.080	29.823	131.732
0.45	35.449	22.331	17.042	75.275
0.19	14.475	9.119	6.959	30.737
0.14	11.078	6.979	5.326	23.524
0.07	5.317	3.350	2.556	11.291
0.03	2.659	1.675	1.278	5.646
0.02	1.329	0.837	0.639	2.823
0	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabel diatas hasil perhitungan debit banjir HSS SCS kala ulang 25 tahun dengan menggunakan waktu 1, 2, dan 3 jam dari data intensitas curah hujan jam-jaman yang dapat dilihat pada tabel 4.31. Dari data diatas didapat bahwa :

$$Q = 0,81 + 63,512 + 40,010 + 30,533$$

$$= 134,868 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 4.46 : Tabel Perhitungan debit banjir HSS SCS Kala Ulang 50 Tahun

Q KOREKSI	Kala Ulang 50 tahun (mm)			Q (M3/DET)
	1	2	3	
	103.468	65.181	49.742	
0	0.000	0.000	0.000	0.000
0.81	84.097	52.978	40.430	178.318
1.83	189.708	119.509	91.202	402.252
1.42	146.682	92.404	70.517	311.020
0.79	82.142	51.746	39.489	174.171
0.45	46.938	29.569	22.565	99.526
0.19	19.166	12.074	9.214	40.640
0.14	14.668	9.240	7.052	31.102
0.07	7.041	4.435	3.385	14.929
0.03	3.520	2.218	1.692	7.464
0.02	1.760	1.109	0.846	3.732
0	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabel diatas hasil perhitungan debit banjir HSS SCS kala ulang 50 tahun dengan menggunakan waktu 1, 2, dan 3 jam dari data intensitas curah hujan jam-jaman yang dapat dilihat pada tabel 4.31. Dari data diatas didapat bahwa :

$$Q = 0,81 + 84,097 + 52,978 + 40,430$$

$$= 178,318 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 4.47 : Tabel Perhitungan debit banjir HSS SCS Kala Ulang 100 Tahun

Q KOREKSI	Kala Ulang 100 tahun (mm)			Q (M3/DET)
	1	2	3	
	135.548	85.39	65.164	
0	0.000	0.000	0.000	0.000
0.81	110.172	69.404	52.964	233.353
1.83	248.527	156.562	119.478	526.400

Tabel 4.47 : *Lanjutan*

Q KOREKSI	Kala Ulang 100 tahun (mm)			Q (M3/DET)
	1	2	3	
	135.548	85.39	65.164	
1.42	192.160	121.053	92.380	407.010
0.79	107.609	67.790	51.733	227.926
0.45	61.491	38.737	29.562	130.243
0.19	25.109	15.818	12.071	53.183
0.14	19.216	12.105	9.238	40.701
0.07	9.224	5.811	4.434	19.536
0.03	4.612	2.905	2.217	9.768
0.02	2.306	1.453	1.109	4.884
0	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabel diatas hasil perhitungan debit banjir HSS SCS kala ulang 100 tahun dengan menggunakan waktu 1, 2, dan 3 jam dari data intensitas curah hujan jam-jaman yang dapat dilihat pada tabel 4.31. Dari data diatas didapat bahwa :

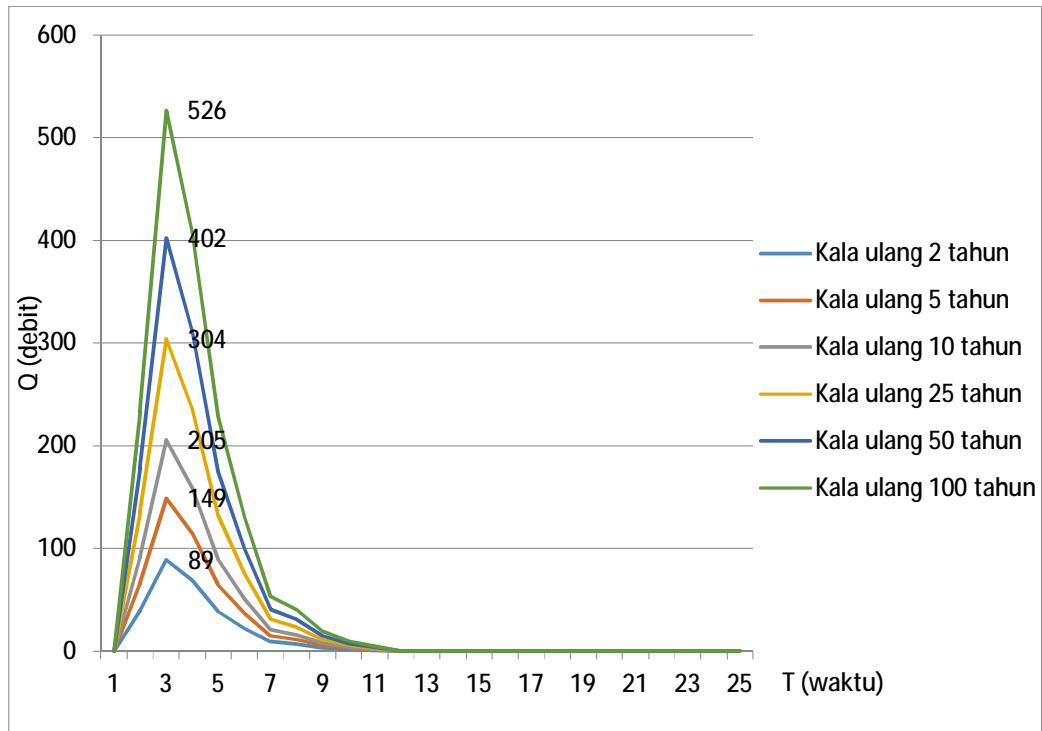
$$Q = 0,81 + 110,172 + 69,404 + 52,964$$

$$= 233,353 \text{ M}^3/\text{det}$$

Tabel 4.48 : Tabel debit banjir rencana Kala Ulang HSS SCS.

Periode Ulang	Debit Banjir Rencana
2	89
5	149
10	205
25	304
50	402
100	526

Tabel diatas hasil dari debit banjir rencana kala ulang menggunakan metode HSS SCS dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun.

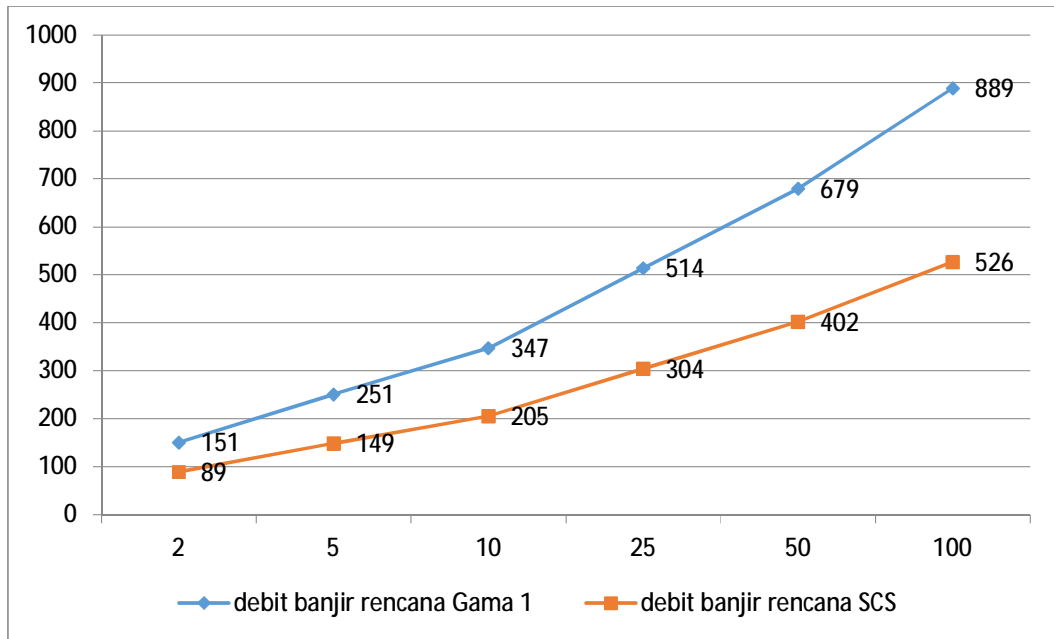


Gambar 4.5 Grafik Debit Banjir Kala Ulang Dengan Metode HSS SCS

Tabel 4.49 : Tabel Perbandingan Debit Banjir Rencana HSS Gama 1 dan HSS SCS

Periode Ulang	Debit Banjir Rencana Gama 1	Debit Banjir Rencana SCS
2	151	89
5	251	149
10	347	205
25	514	304
50	679	402
100	889	526

Tabel diatas hasil perbandingan debit banjir rencana menggunakan metode HSS Gama 1 dan HSS SCS dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun.



Gambar 4.6 : Grafik Perbandingan Metode HSS Gama 1 dan HSS SCS.

Gambar diatas adalah grafik perbandingan debit banjir rencana antara metode HSS Gama 1 dan debit banjir rencana metode HSS SCS dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Debit banjir rencana Metode Hidrograf Satuan Sintetik Gama 1 :

- Kala ulang 2 tahun : $151 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2.43 \text{ jam}$
- Kala ulang 5 tahun : $251 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2.43 \text{ jam}$
- Kala ulang 10 tahun : $347 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2.43 \text{ jam}$
- Kala ulang 25 tahun : $514 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2.43 \text{ jam}$
- Kala ulang 50 tahun : $679 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2.43 \text{ jam}$
- Kala ulang 100 tahun : $889 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2.43 \text{ jam}$

Debit banjir rencana Metode Hidrograf Satuan Sintetik SCS :

- Kala ulang 2 tahun : $89 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$
- Kala ulang 5 tahun : $149 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$
- Kala ulang 10 tahun : $205 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$
- Kala ulang 25 tahun : $304 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$
- Kala ulang 50 tahun : $402 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$
- Kala ulang 100 tahun : $526 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$

2. Perbandingan debit banjir rencana Hidrograf Satuan Sintetik Gama 1 dan Hidrograf Satuan Sintetik SCS adalah 1 : 1,69.

3. Berdasarkan hasil dan perbandingan dari metode HSS Gama 1 dan HSS SCS dapat dipilih bahwa yang paling baik digunakan dalam merencanakan debit banjir rencana DAS Babura adalah metode HSS SCS dikarenakan waktu yang dicapai relatif lebih singkat.

5.2 Saran

1. Dari hasil penelitian diharapkan menjadi masukan yang berguna dalam proses pengambilan keputusan untuk kepentingan pengukuran debit pada DAS Babura.
2. Bencana banjir merupakan persoalan bersama sebaiknya dilakukan kebijakan strategis untuk menyelesaikan persoalan banjir ini, serta diperlukan koordinasi yang baik antar pemerintah pusat 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.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang , T. (2008) *Hidrologi Terapan*, Beta Offset. Yogyakarta.
- I Made Kamiana. (2011) *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta.
- Rangkuti, R. Y. (2018) *Analisis Pengendalian Banjir Sungai Deli Dengan Metode Normalisasi, Laporan Tugas Akhir*, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- 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.

LAMPIRAN



Gambar L.1 : Survei Sungai di Jalan Mongonsidi – Medan



Gambar L.2 : Survei Pengamatan Keadaan Sungai di Jalan Mongonsidi – Medan



Gambar L.3 : Survey Pengamatan Sungai Terhadap Daratan di Jalan Mongonsidi – Medan



Gambar L.4 : Survey Pengamatan Sungai Terhadap Daratan di Jalan Mongonsidi – Medan

Tahun 2018

Tgl	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	41	-	-	15	-	-	11	0	3	1	16	20
2	1	0	-	-	5	13	11	-	-	19	9	10
3	6	-	-	-	20	-	3	-	0	2	14	-
4	23	1	3	-	-	4	28	-	41	-	-	4
5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5	53
6	-	1	-	4	17	-	34	5	27	151	7	7
7	-	8	9	16	2	-	-	10	2	-	26	2
8	2	-	-	10	1	1	59	6	6	11	22	0
9	18	-	3	55	-	-	160	13	-	66	19	2
10	5	-	19	-	11	-	8	33	51	16	6	-
11	20	-	-	-	2	-	0	-	33	15	16	1
12	10	-	-	-	22	-	-	-	0	6	29	2
13	-	-	-	-	-	-	1	-	5	16	17	-
14	9	-	-	1	-	-	-	-	6	2	20	4
15	-	-	-	10	14	-	-	-	3	1	9	4
16	4	-	9	41	26	-	-	-	102	13	0	1
17	-	-	-	0	0	9	-	-	-	3	15	-
18	-	-	1	-	1	13	18	24	18	-	1	20
19	1	-	0	-	1	25	-	13	0	17	0	25
20	-	8	-	18	3	-	-	9	25	-	10	1
21	0	-	2	36	-	5	-	-	-	11	4	-
22	5	13	-	64	3	6	39	-	3	-	1	-
23	0	-	-	3	11	-	5	19	1	0	-	-
24	-	-	-	1	-	19	48	-	10	12	30	-
25	0	8	-	3	62	54	16	-	1	-	3	-
26	-	1	-	6	1	31	-	5	32	-	0	15
27	91	-	0	0	1	-	-	-	0	-	2	12
28	-	-	-	-	-	1	8	-	-	29	0	6
29	21	-	23	20	11	37	70	0	0	5	-	71
30	0	-	3	-	3	0	91	1	-	0	-	0
31	-	-	2	-	18	-	-	-	-	-	-	-



Tahun 2017

Tgl	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	6	10	1	17	9	-	6	4	0	0	1	-
2	32	63	3	3	12	18	8	-	92	63	0	55
3	6	0	21	9	-	-	2	2	-	0	9	57
4	2	-	6	4	2	-	10	49	2	11	63	31
5	1	-	61	0	1	-	73	-	-	-	5	36
6	-	8	0	45	10	-	2	-	0	-	6	-
7	1	1	0	35	55	-	3	7	50	-	6	-
8	0	-	10	17	12	-	1	1	41	13	1	-
9	-	-	-	2	-	-	-	15	6	-	0	201
10	-	-	-	8	10	2	31	0	10	13	1	-
11	-	1	-	8	8	-	-	63	6	13	1	-
12	13	0	-	6	6	0	24	1	2	30	12	0
13	32	5	1	22	22	0	28	1	11	15	0	-
14	5	0	-	-	-	6	5	-	-	1	-	0
15	36	22	-	3	23	-	-	15	30	11	-	-
16	31	-	-	-	-	-	-	10	33	25	0	-
17	2	2	21	-	-	6	4	-	-	-	-	-
18	5	0	-	2	2	1	-	29	13	-	-	-
19	-	-	38	-	-	1	-	-	11	-	-	31
20	-	-	0	-	-	-	-	-	9	-	-	3
21	4	0	-	4	2	-	10	-	69	-	-	3
22	0	5	0	8	-	1	-	0	-	0	15	20
23	96	0	-	-	17	40	-	1	27	-	-	0
24	0	10	0	-	0	1	-	21	2	-	0	2
25	3	8	11	-	45	51	13	40	2	30	-	4
26	7	2	-	2	18	-	-	-	50	-	37	4
27	7	1	-	1	5	-	-	1	68	2	7	2
28	5	3	-	-	0	13	-	0	-	0	13	9
29	3	-	49	2	10	14	-	6	3	-	1	0
30	-	-	5	-	6	2	3	2	5	16	1	-
31	0	-	12	-	-	-	-	0	-	4	-	-



Tahun 2016

Tgl	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	5	-	1	2	6	-	3	-	4	13	15	1
2	-	-	1	-	-	7	-	-	49	0	-	14
3	66	-	-	-	-	49	-	-	0	-	16	1
4	-	-	-	-	-	1	-	17	-	29	1	10
5	-	1	-	-	18	0	-	2	1	6	0	2
6	3	23	-	5	26	-	6	-	38	-	0	1
7	2	13	6	-	1	-	1	29	32	73	34	-
8	8	70	17	-	30	0	17	-	0	0	8	-
9	-	68	-	-	-	2	8	-	159	20	6	11
10	12	6	-	-	6	0	33	-	15	1	0	0
11	-	99	23	-	21	-	-	21	0	-	11	1
12	-	0	-	1	7	-	7	1	-	20	1	62
13	-	7	-	-	-	1	2	12	3	-	-	-
14	-	0	-	-	-	29	-	1	25	1	1	-
15	6	1	-	-	-	9	-	-	-	10	1	0
16	-	-	3	3	6	-	-	5	-	13	6	4
17	52	0	-	-	6	-	4	4	20	4	13	-
18	1	35	-	27	4	2	3	48	-	83	4	17
19	-	-	-	-	99	1	5	-	45	9	-	2
20	-	0	-	3	36	3	-	15	24	-	-	13
21	-	6	-	-	63	1	9	24	14	-	1	3
22	-	0	0	-	48	0	0	-	7	23	-	-
23	-	-	-	-	-	20	1	27	3	39	60	4
24	-	-	-	1	8	-	1	33	0	17	7	18
25	-	-	-	21	-	-	27	-	5	-	0	7
26	2	1	-	44	17	-	3	4	0	1	-	-
27	-	1	102	-	-	-	-	1	16	12	6	1
28	-	4	5	0	0	-	46	1	22	4	0	-
29	31	-	6	-	6	-	0	0	81	0	-	-
30	-	-	-	2	13	-	-	40	24	0	4	-
31	-	-	-	-	53	-	0	1	-	30	-	2



Tahun 2015

Tgl	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1											X	15
2											X	-
3											X	-
4											X	5
5											X	2
6											X	14
7											X	7
8											X	20
9											X	6
10											X	-
11											31	-
12											38	-
13											-	-
14											-	27
15											28	-
16											8	-
17											1	-
18											2	-
19											0.5	-
20											70	29
21											-	0
22											49	0
23											2	-
24											2	1
25											107	-
26											-	1
27											-	-
28											8	-
29											3	8
30											36	1
31											-	0



Tahun 2014

Tgl	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												



Tahun 2013

Tgl	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEF	OKT	NOP	DES
1	0	12	-	0	-	-	-	-	59	12	19	1
2	2	7	-	1	0	36	5	0	5	0	7	3
3	16	2	-	29	19	2	31	-	-	0	3	1
4	0	3	27	3	22	17	0	-	1	39	0	0
5	0	-	-	-	3	1	-	0	29	64	-	21
6	-	50	2	21	-	-	-	-	20	51	5	65
7	-	0	-	-	1	-	-	28	15	30	43	4
8	-	0	1	-	-	1	0	0	2	19	68	3
9	3	-	10	8	-	33	2	5	0	8	-	2
10	-	-	-	12	4	0	0	19	14	22	-	34
11	-	-	0	8	-	0	-	-	3	5	2	1
12	-	-	0	-	-	-	2	14	82	31	9	69
13	2	52	-	-	-	12	4	8	80	-	2	4
14	-	3	-	20	25	-	-	-	-	49	-	-
15	47	15	-	-	26	0	-	26	-	9	0	-
16	-	12	8	-	-	0	0	0	-	68	41	-
17	-	2	3	-	3	-	18	0	-	-	4	0
18	-	3	0	-	25	-	5	94	-	25	-	3
19	-	-	0	-	6	-	-	8	18	5	0	98
20	2	0	-	-	10	-	-	-	-	8	10	-
21	0	0	0	-	1	-	-	38	-	-	0	2
22	9	-	3	-	-	-	-	39	-	1	10	48
23	5	0	-	-	-	-	-	-	-	6	1	9
24	2	11	56	1	-	-	-	22	4	-	2	0
25	1	7	-	9	-	13	22	8	-	-	13	-
26	-	12	0	38	1	6	0	20	-	1	0	-
27	0	3	-	-	5	1	-	-	4	16	5	4
28	-	73	-	23	-	-	-	10	-	-	5	70
29	38	-	-	-	3	-	-	-	37	-	0	56
30	17	-	-	-	4	4	1	22	3	0	3	-
31	14	-	6	-	-	-	2	59	-	41	-	3



Tahun 2012

Tgl	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	-	0	-	5	23	0	-	9	-	-	1	9
2	-	27	1	17	-	2	1	2	-	-	43	23
3	53	-	70	11	-	0	29	12	0	7	27	2
4	25	1	3	2	22	-	-	4	8	100	2	-
5	39	-	6	29	-	1	50	0	7	20	7	1
6	-	-	1	2	56	-	46	-	1	70	-	-
7	-	0	1	6	-	-	56	-	-	48	-	0
8	3	-	-	2	26	-	-	-	-	-	2	-
9	29	-	-	5	50	0	-	-	71	11	-	10
10	-	0	-	54	-	-	4	-	-	-	2	5
11	-	-	51	-	7	-	0	-	1	7	10	21
12	-	-	-	-	8	-	1	3	-	-	25	-
13	0	-	-	-	4	-	-	-	10	-	16	-
14	-	13	15	-	-	-	22	-	0	16	-	8
15	-	3	-	-	32	14	18	-	18	8	-	21
16	-	17	-	13	44	-	36	10	-	1	2	21
17	11	3	16	-	14	-	-	-	-	2	-	-
18	-	0	-	-	25	-	28	-	-	1	-	36
19	-	-	0	3	-	4	-	7	-	1	6	40
20	-	-	0	0	11	6	-	-	1	2	92	17
21	20	-	-	0	-	-	17	-	33	44	2	7
22	-	-	-	-	6	-	-	8	-	33	-	-
23	-	2	8	-	25	27	-	2	45	3	18	-
24	-	4	-	-	16	-	-	8	4	-	-	0
25	-	-	-	-	-	-	-	-	42	28	-	-
26	-	-	-	9	17	7	-	42	42	18	7	0
27	-	-	-	10	-	0	-	-	-	1	4	1
28	-	29	6	-	11	-	-	25	1	1	-	0
29	-	1	12	3	32	27	-	46	4	-	9	-
30	-	-	10	-	0	-	-	-	1	6	-	0
31	0	-	2	-	42	-	9	7	-	5	-	0



Tahun 2011

Tgl	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	4	7	-	9	17		41	-	-	89	29	12
2	62	8	12	4	-		3	-	-	25	-	0
3	18	-	19	5	-		-	44	-	30	7	-
4	-	-	-	3	-		-	-	11	39	55	14
5	48	-	-	7	4		-	-	1	0	3	1
6	6	-	-	-	7		6	49	1	10	8	-
7	-	-	0	5	-		-	-	12	59	29	-
8	-	-	1	-	-		-	26	28	7	2	0
9	-	-	47	-	-		-	3	-	15	1	-
10	-	-	1	-	-		-	-	1	4	1	-
11	0	9	-	5	-		-	5	-	0	10	6
12	6	-	2	-	0		6	-	5	3	-	11
13	-	-	-	8	39		-	6	14	-	10	-
14	-	-	10	27	-		-	14	1	1	1	-
15	-	5	-	-	2		1	6	-	16	0	-
16	-	19	7	-	-		0	-	-	0	-	1
17	-	-	16	1	4		-	5	-	6	-	77
18	-	0	13	13	5		-	1	3	10	-	2
19	-	1	1	-	11		-	2	25	12	-	20
20	-	3	3	-	-		-	5	-	2	0	3
21	-	-	61	-	8		7	2	11	-	5	-
22	-	-	2	-	43		-	24	-	-	-	-
23	-	-	16	2	-		-	-	11	19	5	17
24	-	12	39	-	26		49	-	-	9	1	0
25	22	0	0	-	6		-	-	27	45	3	0
26	9	-	-	2	1		-	14	12	26	1	24
27	1	-	12	-	16		27	-	-	-	5	48
28	0	-	-	16	-		48	7	-	1	-	-
29	10	-	4	42	-		18	14	-	-	28	1
30	0	-	13	56	19		-	8	3	37	8	-
31	-	-	97	-	13		-	1	-	9	-	-



Tahun 2010

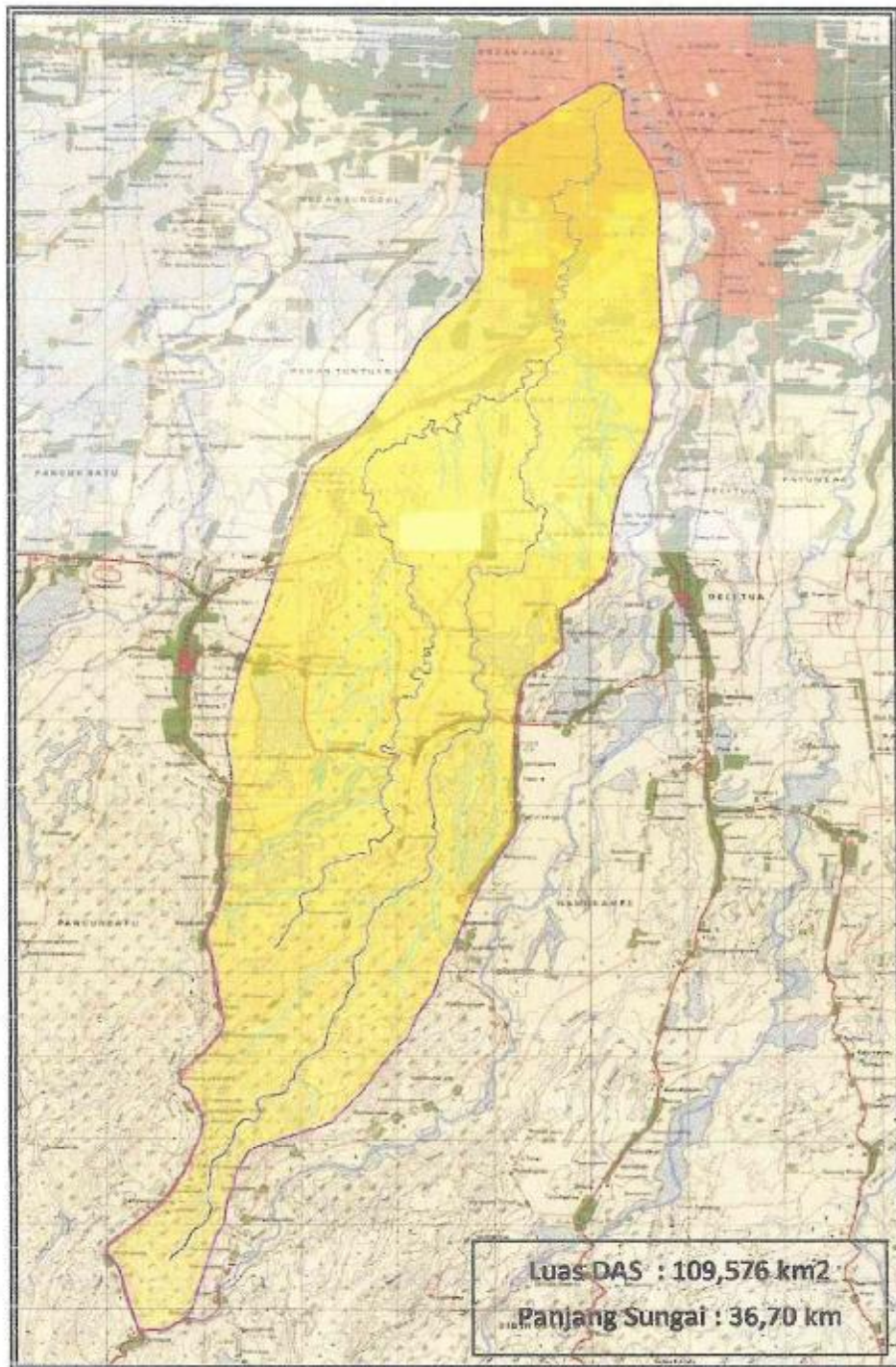
Tgl	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	-	-	14	1	32	14	1	-	-	30	-	3
2	5	-	-	1	-	-	1	1	1	16	-	25
3	24	-	-	28	-	26	-	-	-	-	7	0
4	-	-	-	-	-	1	-	1	6	-	-	3
5	8	-	85	-	52	9	-	-	-	40	11	3
6	9	-	-	-	0	-	-	29	8	-	30	10
7	9	-	-	-	0	9	9	8	0	-	-	4
8	-	28	-	-	-	-	-	37	-	12	-	25
9	-	-	-	1	-	35	3	-	2	-	37	-
10	-	-	0	-	-	0	0	3	-	-	6	9
11	-	-	-	-	-	-	0	53	-	-	7	3
12	-	-	1	0	-	-	-	42	17	23	-	-
13	-	-	12	-	-	-	-	43	12	0	69	-
14	1	1	-	-	11	3	52	0	0	13	78	1
15	3	-	3	-	-	-	28	0	-	-	21	-
16	-	3	-	-	49	14	1	0	-	2	1	-
17	-	-	-	-	16	-	1	0	-	22	58	40
18	6	14	-	1	5	-	-	0	-	-	32	4
19	38	17	-	3	-	-	4	9	14	-	-	1
20	2	3	36	3	-	-	12	0	4	-	10	3
21	0	-	30	-	2	-	1	-	11	-	10	3
22	0	-	1	14	42	-	2	-	6	-	-	-
23	-	1	-	-	-	-	17	6	3	16	7	-
24	-	-	8	-	30	20	8	-	2	0	2	8
25	19	-	-	-	42	-	45	-	-	2	7	1
26	37	-	-	18	2	-	-	-	-	-	-	1
27	10	-	5	10	6	-	8	24	8	-	1	-
28	-	18	3	-	-	30	-	2	1	9	21	1
29	2	-	-	0	12	2	-	-	2	7	22	0
30	-	-	64	-	0	2	5	13	71	2	7	-
31	-	-	6	-	-	-	-	57	-	-	-	4



Tahun 2009

Tgl	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	-	-	13	-	77	-	-	-	0	-	-	0
2	8	-	44	63	32	-	-	-	-	1	-	0
3	33	-	15	-	4	-	-	2	1	0	-	-
4	20	14	8	-	1	-	7	62	56	1	26	25
5	3	1	0	-	5	-	-	-	79	14	1	39
6	1	9	-	-	7	15	-	1	-	26	2	1
7	1	-	33	37	8	-	65	-	-	6	-	-
8	-	0	59	-	5	-	-	11	6	13	0	-
9	-	-	12	-	40	-	-	9	-	15	46	-
10	2	-	-	39	79	-	-	-	-	4	6	-
11	4	0	52	1	18	-	21	-	6	22	0	19
12	0	1	10	5	1	0	-	16	-	1	12	-
13	1	-	-	-	22	1	-	0	0	-	3	-
14	66	-	-	62	15	12	67	13	51	2	13	-
15	5	22	-	1	2	-	0	0	3	-	3	-
16	12	-	58	7	5	-	-	5	6	10	2	0
17	-	-	34	-	8	-	-	2	2	2	-	5
18	-	12	11	-	-	-	-	4	8	21	-	1
19	-	36	1	10	16	-	-	3	29	3	2	-
20	-	2	36	21	8	3	-	30	1	2	61	2
21	2	-	61	-	2	-	8	5	2	-	6	-
22	-	-	1	-	-	-	9	19	5	39	6	-
23	-	-	16	4	-	-	-	-	3	13	21	10
24	-	0	23	-	-	0	-	0	-	26	4	11
25	5	2	-	-	-	-	1	-	-	23	1	2
26	-	1	1	2	-	1	28	-	51	-	1	-
27	85	81	-	-	20	12	13	16	-	-	1	-
28	5	-	-	8	-	18	38	-	7	35	-	1
29	-	-	0	-	11	-	-	19	59	-	-	-
30	1	-	-	7	-	-	-	9	-	-	-	-
31	-	-	24	-	-	-	0	27	-	9	-	-





Gambar 2.3 Peta DAS Sungai Babura (Girsang dan Siddik, 1992)



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DAFTAR DIRI PESERTA

Nama Lengkap : March Abdul Ray Lubis
Panggilan : Ray
Tempat/Tanggal Lahir : Pematang Siantar, 14-03-1997
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : Jl. Mahoni Raya No.250 Perumnas Batu VI,
Pematang Siantar
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Samsul Bahri Lubis
Ibu : Rosdiani Tamba
No. HP : 0822-7414-7786
E-mail : raylubis03@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1407210113
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jln.Kaptan Muchtar Basri BA. No. 3 Medan 20238

No.	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat
1.	Sekolah Dasar	SD Negeri 095551 Pematang Siantar
2.	SMP	SMP Negeri 1 Siantar
3.	SMA	SMA Negeri 1 Siantar
4.	Melanjutkan Kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2014 Sampai Selesai	