

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS BANJIR RANCANGAN DENGAN METODE  
HIDROGRAF SATUAN SINTETIK *SNYDER* DAN  
*NAKAYASU* DAS *BABURA*  
(*Studi Kasus*)**

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

**Disusun Oleh:**

**FAUZAL FIKRI  
1407210088**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

### LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Fauzal Fikri

NPM : 1407210088

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Banjir Rancangan Dengan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Snyder dan Nakayasu DAS Babura (Studi Kasus)

Bidang Ilmu : Keairan

Disetujui Untuk Disampaikan Kepada  
Panitia Ujian

Medan, Oktober 2019

Pembimbing I

Pembimbing II



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



Sri Prafanti, S.T., M.T

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Fauzal Fikri

NPM : 1407210088

Program Studi : Analisis Banjir Rancangan Dengan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Snyder dan Nakayasu 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, September 2019

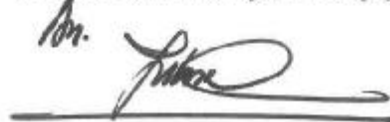
Mengetahui dan menyetujui :

Dosen Pembimbing I / Penguji



Rendi Gunawan, S.T, M.Si

Dosen Pembimbing II / Penguji



Sri Prafanti, S.T, M.T

Dosen Pembanding I / Penguji



Dr. H Rumillah Harahap, M.T

Dosen Pembanding II / Penguji

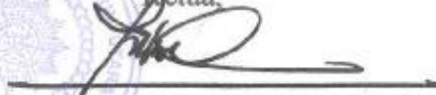


Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T M.Sc



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 : Fauzal Fikri

Tempat /Tanggal Lahir: Pulau Balai, 25 April 1996

NPM : 1407210088

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 *Snyder* dan *Nakayasu* 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,



  
Fauzal Fikri

## ABSTRAK

### ANALISIS BANJIR RANCANGAN DENGAN METODE HIDROGRAF SATUAN SINTETIK *SNYDER* DAN *NAKAYASU* DAS BABURA (STUDI KASUS)

Fauzal Fikri  
1407210088  
Randi Gunawan ST.M.Si.  
Sri Prafanti ST.MT.

Sungai Babura terletak di Kota Medan, Sungai inilah yang menjadi daerah survei dalam penulisan tugas akhir ini. Daerah rawan banjir di wilayah perencanaan mencakup daerah muara sungai, dataran banjir dan dataran alluvial terutama di sepanjang Sungai Babura. Untuk pengamanan bahaya banjir di sungai dapat diadakan perencanaan pengamanan terhadap bencana banjir dengan merencanakan bangunan yang bertujuan untuk mengurangi kerusakan yang terjadi akibat banjir sampai pada tingkat yang paling minimum. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui Intensitas hujan yang terjadi di daerah Kota Medan dengan menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetik *Snyder* dan *Nakayasu*. Perhitungan dilakukan menggunakan data curah hujan yang diperoleh dari BWSS Kota Medan, dari tahun 2009 sampai 2018. Metode Log Pearson III dipakai untuk mencari hujan rencana dengan kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun. Kemudian hasilnya dibuat dalam bentuk kurva. Perencanaan pengendalian tersebut dapat dilakukan dengan baik apabila data-data curah hujan di setiap stasiun hujan dapat diketahui dan dihitung debitnya dengan menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik. Metode Hidrograf yang dipakai adalah Hidrograf *Snyder* dan *Nakayasu*. Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk memperoleh besaran debit banjir rencana dan membandingkan debit banjir agar memperoleh perbandingan debit banjir rencana. Dalam hasil analisa curah hujan yang digunakan untuk perhitungan intensitas curah hujan adalah nilai distribusi curah hujan Log Pearson III periode ulang 10 tahun. Dari hasil perhitungan didapat debit banjir rencana HSS *Snyder* kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahun adalah 252, 420, 580, 859, 1136, 1486 m<sup>3</sup>/det, sedangkan HSS *Nakayasu* adalah 253, 422, 582, 862, 1135, 1495 m<sup>3</sup>/det dan Perbandingan metode HSS *Snyder* dan metode *Nakayasu* adalah 1:1,006

Kata kunci: Sungai Babura, Banjir, Hidrograf Satuan Sintetik.

## ***ABSTRACT***

### ***DESIGN FLOOD ANALYSIS WITH THE SYNTHESIS UNIT HYDROGRAPH METHOD OF SNYDER AND NAKAYASU DAS BABURA (CASE STUDY)***

Fauzal Fikri  
1407210088  
Randi Gunawan ST.M.Si.  
Sri Prafanti ST.MT.

Babura River is located in Medan City, this river is the survey area in the writing of this final project. Flood-prone areas in the planning area include river mouths, flood plains and alluvial plains especially along the Babura River. To safeguard the danger of flooding in rivers, security planning can be held against floods by planning buildings aimed at reducing damage caused by flooding to the minimum level. This research was conducted to determine the intensity of rain that occurred in the Medan City area using the Snyder and Nakayasu Synthetic Unit Hydrograph Method. Calculations are made using rainfall data obtained from the BWSS of Medan City, from 2009 to 2018. The Pearson III Log Method is used to search for planned rainfall with a return period of 2 years, 5 years, 10 years 25 years, 50 years and 100 years. Then the results are made in the form of curves. Planning control can be done well if the rainfall data at each rain station can be known and calculated the discharge using the Synthetic Unit Hydrograph. The hydrograph method used is the Snyder and Nakayasu Hydrographs. 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 the results of rainfall analysis used for the calculation of rainfall intensity is the value of rainfall distribution Log Pearson III return period of 10 years. From the calculation results obtained Snyder HSS flood discharge plan when 2, 5, 10, 25, 50, 100 years is 252, 420, 580, 859, 1136, 1486 m<sup>3</sup> / sec, while HSS Nakayasu is 253, 422, 582, 862, 1135, 1495 m<sup>3</sup> / sec and Comparison of the Snyder HSS method and the Nakayasu method is 1: 1,006

Keywords: Babura River, Flood, Synthetic Unit Hydrograph.

## 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 SNYDER Dan NAKAYASU 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, ST. M,Si. selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Sri Prapanti, ST.MT, selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Ir Rumillah Harahap MT. selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak DR. Fahrizal Zulkarnain ST, M,Sc, selaku Dosen Pembanding II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain ST, M,Sc, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar ST, MT, 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. Orang tua penulis: Ayahanda Syafrizal dan Ibunda Syaflaini yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Kekasih Tercinta : Adinda Ade Suharyani SE.
11. Sahabat-sahabat penulis : Rizky Ari Ananda ST. March Abdul Ray Lbs dan kawan – kawan semuanya.

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, September 2019

Fauzal Fikri



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Pembahasan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Siklus Hidrologi	4
2.2 Analisa Hujan	6
2.2.1 Hujan Kawasan (Daerah Tangkapan Air)	6
2.3 Cara Memilih Metode	9
2.3.1 Analisa Frekuensi dan Probabilitas	10
2.4 Uji Kecocokan	16
2.4.1 Uji Chi-Kuadrat	16
2.4.2 Uji Smirnov-Kolmogrov	17
2.5 Hidrograf Satuan Sintetik	17

BAB 3 METODE PENELITIAN	22
3.1 Bagan Alir Penelitian	23
3.2 Lokasi Wilayah Studi	23
3.3 Peta Wilayah Lokasi Penelitian	23
3.4 Pengumpulan Data	24
3.5 Data Penelitian	24
BAB 4 ANALISA PEMBAHASAN	25
4.1 Analisa Hidrologi	25
4.2 Perhitungan Curah Hujan Kawasan DAS Babura	25
4.3 Perhitungan Koefesien Pengaliran DAS Babura	27
4.4 Penentuan Pola Distribusi Hujan	30
4.4.1 Metode Distribusi Normal	30
4.4.2 Metode Distribusi Log Normal	32
4.4.3 Metode Distribusi Log PearsonIII	34
4.4.4 Metode Distribusi Gumbel	37
4.5 Analisa Pemilihan Distribusi Hujan	40
4.5.1 Analisa Frekuensi Curah Hujan	40
4.5.2 Jenis Distribusi	42
4.5.3 Uji Sebaran Smirnov-Kolmogorov	43
4.5.4 Uji Sebaran Chi-Kuadrat ( <i>Chi-Square Test</i> )	47
4.5.5 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Jam-Jaman	50
4.6 Analisa Hidrograf Satuan Sintetik	52
4.6.1 Hidrograf Satuan Sintetik <i>Snyder</i>	52
4.6.2 Hidrograf Satuan Sintetik <i>Nakayasu</i>	66
BAB 5 PENUTUP	80
5.1 Kesimpulan	80
5.1 Saran	81
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nilai Variabel Reduksi Gauss	11
Tabel 2.2	Nilai K untuk Distribusi Log Normal	13
Tabel 2.3	Nilai K (faktor frekuensi) untuk distribusi Log Person III	14
Tabel 4.1	Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun polonia(bwss)	26
Tabel 4.2	Rangking curah hujan bulanan dan harian maksimum rata-rata sungai Babura.	26
Tabel 4.3	Zona Penggunaan Lahan DAS Babura (Analisa data dan peta RBI Medan, 2010).	27
Tabel 4.4	Nilai koefisien pengaliran di DAS Babura.	28
Tabel 4.5	Analisa Curah Hujan Distribusi Normal	30
Tabel 4.6	Analisa curah hujan dengan Metode Distribusi Normal	31
Tabel 4.7	Analisa Curah Hujan dengan Distribusi Log Normal	32
Tabel 4.8	Analisa curah hujan rencana Metode Distribusi Log Normal	33
Tabel 4.9	Analisa Curah Hujan dengan Distribusi Log Person III	35
Tabel 4.10	Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log Person III	36
Tabel 4.11	Analisa Curah Hujan dengan Metode Distribusi Gumbel	37
Tabel 4.12	Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Gumbel	38
Tabel 4.13	Resume Perhitungan Frekuensi Curah Hujan Kala Ulang Das Babura	38
Tabel 4.14	Analisa Frekuensi Curah Hujan	40
Tabel 4.15	Uji Parameter statistik untuk menentukan jenis sebaran	42
Tabel 4.16	Data Curah Hujan	43
Tabel 4.17	Analisis Uji Distribusi Chi Kuadrat Distribusi Normal	44
Tabel 4.18	Analisa Uji Distribusi Chi Kuadrat Distribusi Log Normal.	44
Tabel 4.19	Analisis Uji Distribusi Chi Kuadrat Distribusi Log Person III	45
Tabel 4.20	Analisis Uji Distribusi Chi Kuadrat Distribusi Gumbel	45
Tabel 4.21	Perhitungan Nilai $X^2$ Untuk Distribusi Normal	45
Tabel 4.22	Perhitungan Nilai $X^2$ Untuk Distribusi Log Normal	46
Tabel 4.23	Perhitungan Nilai $X^2$ Untuk Distribusi Log Person III	46

Tabel 4.24	Perhitungan Nilai $X^2$ Untuk Distribusi Gumbel	46
Tabel 4.25	Rekapitulasi Nilai $X^2$ dan $X^{2cr}$	46
Tabel 4.26	Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Normal	46
Tabel 4.27	Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Log Normal	48
Tabel 4.28	Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Log Person III	49
Tabel 4.29	Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Gumbel	49
Tabel 4.30	Rekapitulasi Simpangan Maksimum ( $\Delta P$ ) Keseluruhan Distribusi Probabilitas.	50
Tabel 4.31	Perhitungan analisa intensitas curah hujan rancangan jam-jaman.	51
Tabel 4.32	Parameter untuk menghitung HSS Snyder	53
Tabel 4.33	Tabel Hasil Perhitungan HSS Snyder	54
Tabel 4.34	Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Snyder kala ulang 2 tahun.	57
Tabel 4.35	Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Snyder kala ulang 5 tahun.	58
Tabel 4.36	Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Snyder kala ulang 10 tahun.	60
Tabel 4.37	Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Snyder kala ulang 25 tahun.	61
Tabel 4.38	Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Snyder kala ulang 50 tahun.	63
Tabel 4.39	Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Snyder kala ulang 100 tahun.	64
Tabel 4.40	Parameter untuk menghitung HSS Nakayasu	66
Tabel 4.41	Hujan efektif Daerah pengaliran	67
Tabel 4.42	Tabel Hasil Perhitungan HSS NAKAYASU	69
Tabel 4.43	Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Nakayasu kala ulang 2 tahun.	71
Tabel 4.44	Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Nakayasu kala ulang 5 tahun.	72
Tabel 4.45	Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Nakayasu kala ulang 10 tahun.	73

Tabel 4.46	Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Nakayasu kala ulang 25 tahun.	75
Tabal 4.47	Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Nakayasu kala ulang 50 tahun.	76
Tabel 4.48	Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Nakayasu kala ulang 100 tahun..	77
Tabel 4.49	Perbandingan kala ulang HSS snyder dan HSS Nakayasu	78

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus Hidrologi	4
Gambar 2.2	Cara Rata-rata Aljabar	7
Gambar 2.3	Metode Polygon Thiessen	8
Gambar 2.4	Metode Polygon Ishoyett	9
Gambar 3.1	Bagan alir penelitian	22
Gambar 3.2	Peta DAS Sungai Babura	23
Gambar 4.1	Peta Rencana Tata Ruang Kota Medan	27
Gambar 4.2	Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Snyder	56
Gambar 4.3	Grafik Debit Banjir Kala Ulang Dengan Metode HSS Snyder	66
Gambar 4.4	Skema hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu	69
Gambar 4.5	Grafik Debit HSS NAKAYASU	71
Gambar 4.6	Grafik kala ulang metode HSS Nakayasu	78
Gambar 4.7	Grafik Perbandingan kala ulang HSS Snyder dan Nakayasu.	79

## 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	= $1 + 3,22 \log n$
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



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

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

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

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

Sungai babura adalah salah satu sungai yang ada di pulau Sumatera yang merupakan pusat penghidupan sebagian masyarakat Sumatera Utara. Sungai babura memiliki panjang 36,570 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 hidrograf satuan sangat sulit di dapat maka digunakan analisis hidrograf satuan sintesis (HSS). Penelitian analisis banjir rancangan sungai Babura ini menggunakan metode HSS, yaitu HSS SNYDER dan HSS NAKAYASU.

## **1.2 Rumusan Masalah**

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

## **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,
2. Metode yang digunakan adalah metode HSS SNYDER dan HSS NAKAYASU.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Memperoleh besaran debit banjir rencana
2. Membandingkan debit banjir rencana HSS SNYDER dengan HSS NAKAYASU.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Dengan penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan pertimbangan tentang penggunaan metode HSS SNYDER dan HSS NAKAYASU 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.

### **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 Siklus Hidrologi

Secara keseluruhan jumlah air di planet bumi ini relatif tetap dari masa ke masa. Air di bumi ini 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 (hydrologi cycle).



Gambar 2.1: Siklus Hidrologi

Air menguap dari permukaan samudera akibat energy panas matahari. Laju dan jumlah penguapan bervariasi, tersebar di dekat equator, di mana radiasi matahari lebih kuat. Uap air adalah murni, karena pada waktu di bawa naik ke atmosfer kandungan garam di tinggalkan. Uap air yang dihasilkan dibawa air yang bergerak. Dalam kondisi kondisi yang memungkinkan, uap air mengalami kondensasi dan membentuk butir-butir air yang akan jatuh kembali sebagai presipitasi berupa

hujan dan /atau salju. Presipitasi ada yang 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 tertahan sementara di permukaan bumi sebagai es atau salju, atau genangan air, yang dikenal sebagai 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 eerasi. Air yang tersimpan di zona ini disebut kelangasan tanah (soil moisture), atau air Kapiler. Pada kondisi tertentu air dapat mengalir secara lateral pada zona kapiler, proses ini disebut interflow. Uap air di dalam zona kapiler dapat juga kembali ke permukaan tanah, kemudian menguap.

Kelebihan kelangasan tanah akan ditarik masuk oleh gravitasi dan proses ini disebut drainase gravitasi. Pada kedalaman tertentu, pori-pori tanah atau bantuan 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.

## 2.2 Analisa Hujan

### 2.2.1 Hujan Kawasan (Daerah Tangkapan Air = DTA)

Data hujan yang diperoleh dari alat penakar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat atau titik saja (point rainfall). Mengingat hujan 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 di dalam dan di sekitar kawasan tersebut.

Ada tiga macam cara umum dipakai dalam menghitung hujan rata-rata kawasan:

1. Rata – rata Aljabar
2. Poligon Thiessen
3. Isohyets

#### 1) Rata-rata aljabar

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

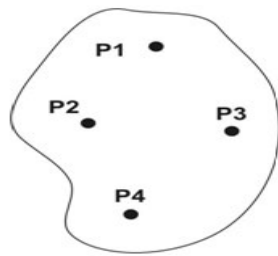
$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n} \quad (2.1)$$

Dimana:

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

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

$n$  = banyak pos penakaran.



$$\bar{P} = \frac{P1 + P2 + P3 + P4}{4} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

$\bar{P}$  = hujan rata-rata

P1; P2; P3; P4 = tebal hujan stasiun 1,2,3,4.

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

## 2) Metode Poligon Thiessen

Metode ini dikenal juga sebagai metode rata-rata timbang (weighted mean). Cara ini merupakan proporsi luasan daerah pengaruh pos penakar hujan untuk mengakomodasikan ketidakseragaman jarak. Daerah pengaruh di bentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar terdekat (Gambar 2.4). diasumsikan bahwa variasi hujan antara pos yang satu dengan lainnya adalah linier dan bahwa sembarang pos dianggap dapat mewakili kawasan terdekat.

Hasil metode polygon Thiessen lebih akurat dibandingkan dengan metode rata-rata aljabar. Cara ini cocok untuk daerah datar dengan luas 500 - 5.000  $km^2$ , dan jumlah pos penakar 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 polygon Thiessen (Gambar 2.4). semua titik dalam satu polygon akan mempunyai jarak terdekat dengan pos penakar yang ada didalamnya dibandingkan dengan jarak pos lainnya. Selanjutnya, curah hujan

pada pos tersebut dianggap representasi hujan pada kawasan dalam polygon yang bersangkutan.

3. Luas areal pada tiap-tiap polygon dapat ditukur dengan planimeter dan luas total DAS, A, dapat diketahui dengan menjumlahkan semua luasan polygon.
4. Hujan rata-rata DAS dapat dihitung dengan persamaan berikut:

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

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

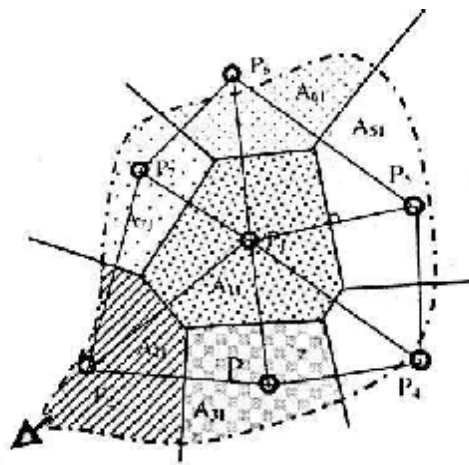
Dimana:

d = tinggi curah hujan rerata daerah (mm),

$d_n$  = hujan pada pos penakarhujan (mm),

$A_n$  = luas daerah pengaruh pos penakarhujan ( $\text{km}^2$ ), dan

A = luas total DAS ( $\text{km}^2$ ).



Gambar 2.3 Metode Poligon Thiessen

### 3) Metode Ishohyet

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.



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

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

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

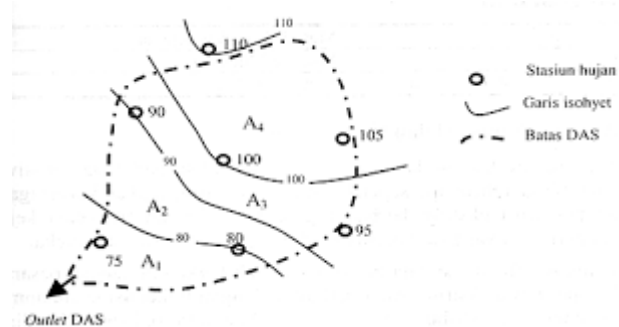
Dimana:

$d$  = tinggi curah hujan rata-rata areal,

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

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

terhadap distribusi hujan (*hujan orografik*).



Gambar 2.4 isohyett (Suripin, 2004)

### 2.3 Cara Memilih Metode

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

- 1) Jaringan Pos Penakar Hujan
- 2) Luas DAS
- 3) Topografi DAS

### 2.3.1 Analisa Frekuensi dan Probabilitas

Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya, kala-ulung (return period) adalah waktu hipotetik di mana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Dalam hal ini tidak terkandung pengertian bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teratur setiap kala ulang tersebut. misalnya, hujan dengan kala-ulang 10 tahunan, tidak berarti akan terjadi sekali setiap 10 tahun, akan tetapi ada kemungkinan dalam jangka 1000 tahun akan terjadi 100 kali kejadian hujan 10 tahunan. Ada kemungkinan selama kurun waktu 10 tahun terjadi hujan 10 tahunan lebih dari satu kali, atau sebaliknya tidak terjadi sama sekali.

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 data kedua dalam satu tahun yang mungkin lebih besar dari besaran data maksimum dalam tahun yang lain tidak diperhitungkan pengaruhnya dalam analisis. Oleh karena itu, beberapa ahli menyarankan menggunakan cara seri parsial.

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 seri data untuk kemudian di analisis seperti biasa. Pengambilan data dapat dilakukan dengan system 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. Dalam hal ini dimungkinkan dalam satu tahun data yang diambil lebih dari satu data, sementara tahun yang lain tidak ada data yang diambil.

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 PersonIII
- 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. Distribusi hujan dapat di pilih sesuai parameter statistik seperti nilai rata-rata, standar deviasi, koefisien variasi, dan koefisien skewnes dari rata yang ada diikuti uji statistik.

**a. Distribusi Normal**

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

$$X_T = X + k \cdot S_x \cdot K_T \tag{2.6}$$

Dimana:

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

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

K: Variabel reduksi

$S_x$  : Standard Deviasi

K : Faktor frekuensi

Tabel 2.1 Nilai Variabel Reduksi Gauss

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

Lanjutan Tabel 2.1 Nilai Variabel Reduksi Gauss

No	Periode Ulang, T (tahun)	Peluang	KT
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

b. Distribusi Log Normal

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode distribusi Log Normal, dengan persamaan sebagai berikut:

$$\log X_T = \log X + k \cdot S_x \log X \quad (2.7)$$

Dimana:

$\log X_T$ : Variate yang diekstrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rancangan untuk periode ulang T tahun.

$\log X$  : Harga rata – ratadari data =  $\frac{\sum_{i=1}^n \log(x_i)}{n}$

$$S_x \log X: \text{Standard Deviasi} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i^2 - \log \sum_{i=1}^n x_i)}{n-1}}$$

K: Variabelreduksi

Tabel 2.2 Nilai K untuk Distribusi Log Normal

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

### c. Distribusi Log PersonIII

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

$$\text{Log } X_T = \overline{\text{Log } X} + K \cdot \text{tr. S1} \quad (2.8)$$

Dimana:

Log  $X_T$ : Variate diekstrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rancangan untuk periode ulang T(tahun).

$$\text{Log } X : \text{ Harga rata - rata dari data, } \text{Log } X = \frac{\sum_{i=1}^n \log x_i}{n}$$

$S_1$  : Standard Deviasi,  $S_1$

$$\text{dengan periode ulang T. } CS = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (\log X_i - \text{Log } X)^3}{n}$$

Dimana :

$Cs$  = Koefisien kemencengan

Tabel 2.3: Nilai K (faktor frekuensi) untuk distribusi Log PersonIII(Suripin,2004).

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

Tabel lanjutan 2.3 : Nilai K (faktor frekuensi) untuk distribusi Log PersonIII (Suripin, 2004)

-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,465
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,200	1,216	1,280
-1,8	0,282	0,799	0,945	0,935	1,069	1,089	1,097	1,130
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	1,995	1,000
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907	0,910
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800	0,802
-3,0	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810

#### d. Distribusi Gumbel

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

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

Dimana:

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

X: Harga rata – rata dari data =  $\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$

$S_x$ : StandardDeviasi

K: Variabel reduksi.

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

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

Dimana:

$Y_T$ : Reduced variate sebagai fungsi dari periode ulang T

$Y_N$ : Reduced mean sebagai fungsi dari banyak data (N)

$S_N$ : Reduced standard deviation sebagai fungsi dari banyak data N

### 2.4 Uji kecocokan

Pengujian parameter yang sering dipakai adalah (1)chi-kuadrat dan (2) Smirnov-Kolwogorov.

#### 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 di analisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter  $X^2$ , yang dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (2.11)$$



Dimana:

$X_h^2$  = Parameter chi-kuadrat terhitung,

G = Jumlah sub kelompok,

$O_i$  = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok I,

$E_i$  = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i.

Parameter  $X_h^2$  merupakan variable acak. Peluang untuk mencapai nilai  $X_h^2$  sama atau lebih besar dari nilai chi-kuadrat sebenarnya ( $X^2$ ).

#### 2.4.2 Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedur pelaksanaannya adalah sebagai berikut.

- 1) Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2)$$

$$X_3 = P(X_3), \text{ dan seterusnya.}$$

- 2) Urutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data ( persamaan distribusinya)

$$X_1 = P'(X_1)$$

$$X_2 = P'(X_2)$$

$$X_3 = P'(X_3), \text{ dan seterusnya}$$

- 3) Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih terbesarnya antar peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

$$D = \text{maksimum } (P(X_n) - P'(X_n))$$

### 2.5 HIDROGRAF SATUAN SINTETIK

Menurut imade, HSS adalah hidrograf satuan yang diturunkan berdasarkan data sungai pada DAS yang satu atau DAS terdekat tetapi memiliki karakteristik yang sama.

Terdapat beberapa model HSS, diantaranya: HSS Snyder, HSS Nakayasu, HSS SCS, dan HSS Gama. Oleh karena itu, harus dilakukan melalui langkah-langkah kalibrasi dan verifikasi yang semestinya sehingga model HSS yang diperoleh sedapat mungkin dapat menggambarkan kondisi yang sebenarnya.

**a. HSS Nakayasu**

Nakayasu (1950) telah menyelidiki hidrograf satuan di Jepang dan memberikan seperangkat persamaan untuk membentuk suatu hidrograf satuan sebagai berikut:

1. Waktu kelambatan (time lag,  $t_g$ ), rumusnya:

$$t_g = 0,4 + 0,085 \times L ; \text{ untuk } L \leq 15 \text{ km} \tag{2.12}$$

$$t_g = 0,21 \times L^{0,7} ; \text{ untuk } L > 15 \text{ km} \tag{2.13}$$

2. Waktu puncak dan debit puncak hidrograf satuan sintetis dirumuskan sebagai berikut:

$$t_p = t_g + 0,8 T_r \tag{2.14}$$

3. Waktu saat debit sama dengan 0,3 kali debit puncak:

$$t_{0,3} = \alpha \times t_g \tag{2.15}$$

4. Waktu puncak

$$t_p = t_g + 0,8 T_r \tag{2.16}$$

5. Debit puncak hidrograf satuan sintetis dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \times A \times R_o \times \frac{1}{0,3 \times t_p \times t_{0,3}} \tag{2.17}$$

Keterangan rumus (2.12)s/d(2.17)

- $t_g$  = waktu kelambatan (jam)
- $L$  = panjang sungai (km)
- $t_{0,3}$  = waktu saat debit sama dengan 0,3 kali debit puncak (jam)
- $1,5t_{0,3}$  = waktu saat debit sama dengan  $0,3^2$  kali debit puncak (jam)

- $\alpha$  = koefesien, nilainya antara 1,5– 3,0
- $t_p$  = waktu puncak (jam)
- $Q_p$  = debit puncak ( $m^3/det$ )
- $A$  = luas DPS ( $Km^2$ )
- $T_r$  = durasi hujan (jam) =  $(0,5 \times t_g)$  s/d  $(1 \times t_g)$
- $R_o$  = satuan kedalaman hujan (mm)

6. Bagian lengkung naik ( $0 \leq t \leq t_p$ )

$$Q = Q_p \frac{t}{t_p} \quad (2.18)$$

Dengan:

$Q$  = debit sebelum mencapai debit puncak ( $m^3/det$ )

$t$  = waktu (jam)

7. Bagian lengkung turun

- Jikat <sub>$t_p$</sub>   $\leq t \leq t_{0,3}$

$$Q = Q_p \times 0,3^{\frac{t-t_p}{t_{0,3}}} \quad (2.19)$$

- Jikat <sub>$t_{0,3}$</sub>   $\leq t \leq 1,5 t_{0,3}$

$$Q = Q_p \times 0,3^{\frac{t-t_p+0,5 \times t_{0,3}}{1,5 \times t_{0,3}}} \quad (2.20)$$

- Jika  $t \leq 1,5 t_{0,3}$

$$Q = Q_p \times 0,3^{\frac{t-t_p+1,5 \times t_{0,3}}{2 \times t_{0,3}}} \quad (2.21)$$

### b. HSS Snyder

Snyder (1938) mendapatkan dan mengembangkan hidrograf satuan DAS di Amerika Serikat yang berukuran 30 sampai 30.000 $km^2$  dengan menghubungkan unsur-unsur hidrograf satuan dengan karakteristik DAS akibat hujan 1 cm.

Unsur-unsur hidrograf yang dimaksud adalah:

- Debit puncak ( $Q_p, m^3/dt$ )
- Waktu dasar ( $T_b, jam$ )
- Durasi hujan ( $t_r, jam$ )

Karakteristik DAS yang dimaksud adalah:

- Luas DAS ( $A, km^2$ )
- Panjang aliran utama ( $L, km$ )
- Jarak antara titik berat DAS dengan outlet yang diukur di sepanjang aliran utama ( $L_c, km$ )

Rumus-rumus dalam Hidrograf Satuan Snyder adalah sebagai berikut:

1. Jika  $t_p = 5,5 t_r$  (jam) atau hidrograf satuan standart:

$$-t_p = 0,75C_t (L \times L_c)^{0,3} \quad (\text{jam}) \quad (2.22)$$

$$-t_r = t_p/5,5 \quad (\text{jam}) \quad (2.23)$$

$$-T_p = 0,5t_r + t_p \quad (\text{jam}) \quad (2.24)$$

$$-q_p = 2,75 \times (C_p/t_p) \quad (m^3/\text{detik}/km^2 \text{ cm}) \quad (2.25)$$

$$-Q_p = q_p \times A \quad (m^3/\text{detik}/cm) \quad (2.26)$$

$$-T_b = 72 + 3 \times t_p \quad (\text{jam}) \quad (2.27)$$

$$-W_{75\%} = 1,22 \times q_p R^{-1,08} \quad (\text{jam}) \quad (2.28)$$

$$-W_{50\%} = 2,14 \times q_p R^{-1,08} \quad (\text{jam}) \quad (2.29)$$

Harga  $L$  dan  $L_c$  diukur dari peta DAS.

$C_p$  dan  $C_t$  koefisien yang bergantung dari karakteristik DAS.

$$C_p = 0,9 \text{ s/d } 1,4$$

$$C_t = 0,75 \text{ s/d } 3$$

$$A = \text{luas DAS } (km^2)$$

2. Jika  $t_p \neq 5,5 t_r$  (jam) maka hidrograf satuan yang diperlukan rumus-rumusny:

$$-t_p = 0,75C_t (L \times L_c)^{0,3} \quad (\text{jam}) \quad (2.30)$$

$$-t_p R = t_p + (tR - t_r)/4 \quad (\text{jam}) \quad (2.31)$$

$$-t_p R = 0,5 tR + t_p R \quad (\text{jam}) \quad (2.32)$$

$$-q_p = 2,75 \times (C_p/t_p) \quad (m^3/\text{detik}/km^2 \text{ cm}) \quad (2.33)$$

$$-q_p R = (q_p \times t_p)/t_p R \quad (m^3/\text{detik}/km^2 \text{ cm}) \quad (2.34)$$

$$-Q_p R = q_p R + A \quad (m^3/\text{detik}/cm) \quad (2.35)$$

$$-T_b = 5,56 / q_p R \quad (\text{jam}) \quad (2.36)$$

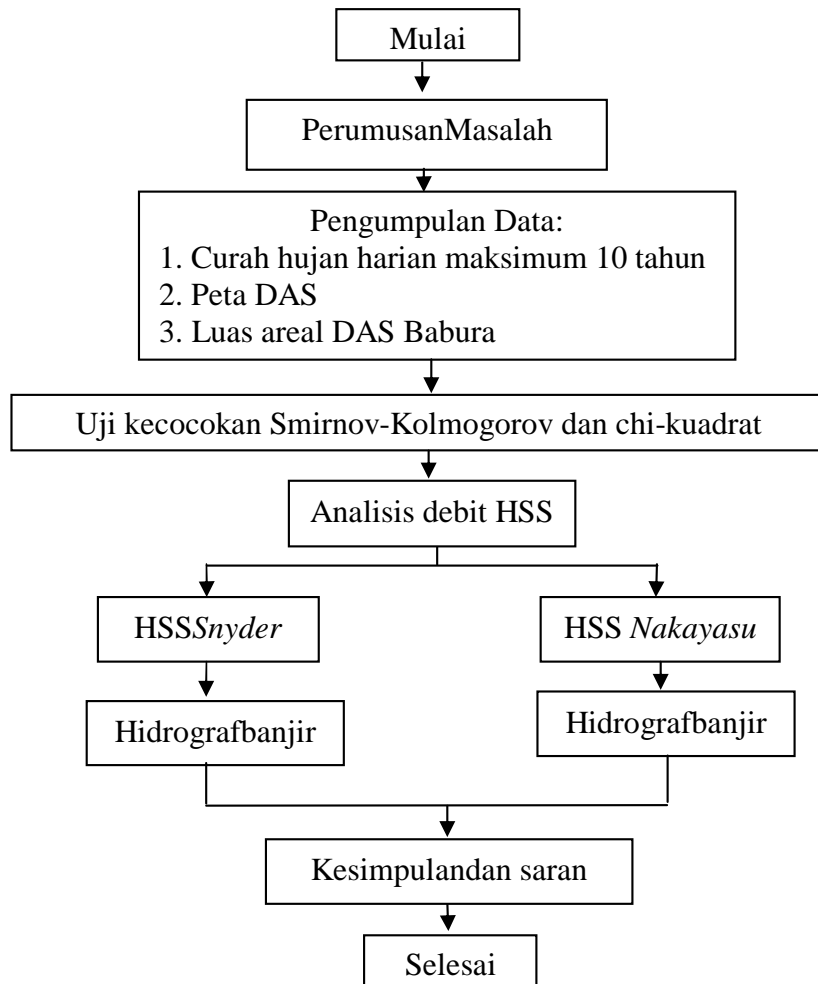
$$-W_{75\%} = 1,22 \times q_p R^{-1,08} \quad (\text{jam}) \quad (2.37)$$

$$-W_{50\%} = 2,14 \times q_p R^{-1,08} \quad (\text{jam}) \quad (2.38)$$

**BAB 3**  
**METODOLOGI PENELITIAN**

**3.1 Bagan Alir Penelitian**

Bagan alir penelitian di pergunakan sebagai gambaran langkah-langkah yang akan diambil dalam proses perencanaan terdapat beberapa proses identifikasi masalah yang ada, proses pengumpulan data, dan proses menganalisa data seperti pada Gambar 3.1.



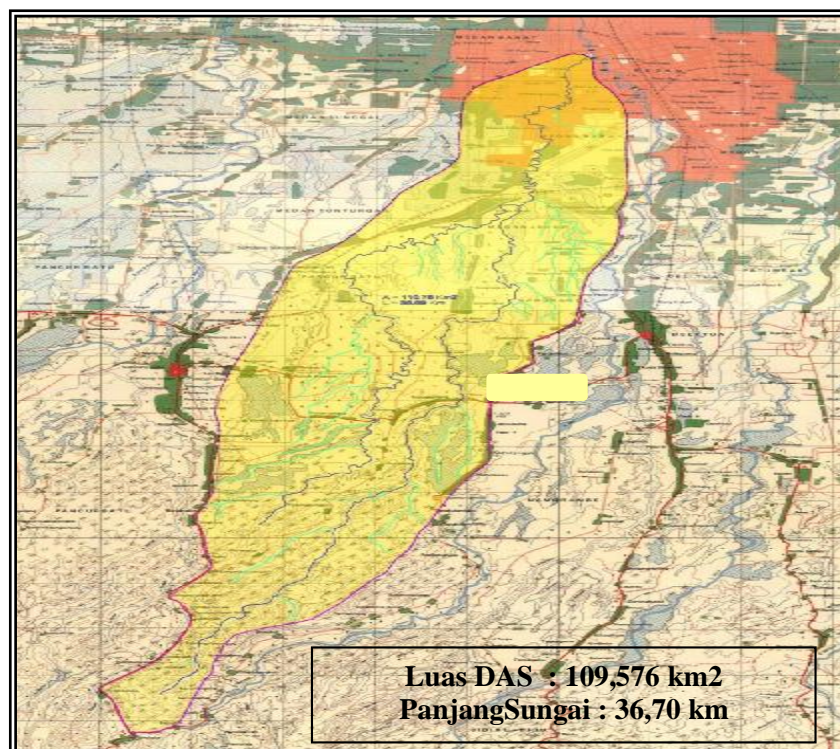
Gambar 3.1: Bagan alir penelitian tugas akhir

### 3.2. Lokasi Wilayah Studi

Lokasi penelitian dilakukan langsung di daerah aliran sungai Babura di kota Medan. Secara geografis, kota Medan sebagai ibu kota provinsi Sumatera Utara yang memiliki luas 26.510 hektar (265,10 km<sup>2</sup>) atau 3,6% dari keseluruhan wilayah Sumatera Utara. Secara geografis kota Medan terletak pada 3° 30' – 3° 43' Lintang Utara dan 98° 35' - 98° 44' BujurTimur. Untuk itu topografi kota Medan cenderung miring ke utara dan berada pada ketinggian 2,5 - 37,5 meter di atas permukaan laut. Selain kelokasi penelitian dilakukan juga pencarian informasi tentang tofografis sungai di wilayah tersebut dengan menanyakan kepada pegawai BWSS II KotaMedan, kemudian mengambil data-data pelengkap yang diperlukan di Kantor Balai Wilayah Sungai Sumatera II (BWSS) untuk menunjang penulisan tugas akhir ini.

### 3.3. Peta Wilayah Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang berada di sungai Babura



Gambar3.2 Peta DAS Sungai Babura (GirsangdanSiddik, 1992)

### **3.4. Pengumpulan Data**

Metodologi pengolahan data dilakukan dengan pengumpulan data-data seperti data curah hujan harian maksimum dari 1 stasiun pengamatan curah hujan setiap DAS yaitu Stasiun Polonia untuk DAS Babura.

Analisa curah hujan kawasan/areal yang digunakan dalam perhitungan pada tugas akhir ini hanya menggunakan metode Distribusi curah hujan, mengingat posisi stasiun penakar curah hujan ini hanya menggunakan satu stasiun saja dan akan memberikan hasil yang lebih teliti dari pada cara aljabar (aritmatik) dan metode isohyet. Dengan menghitung luas DAS areal yang dipengaruhi oleh 1 stasiun penakar curah hujan pada satu DAS maka didapat curah hujan rata-rata dan curah hujan kawasan pada DAS Babura.

Untuk menganalisa frekuensi curah hujan periodik digunakan Metode Distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson III, dan Gumbel. Dalam penelitian Nilai curah hujan yang digunakan untuk perhitungan intensitas curah hujan adalah nilai curah hujan Distribusi Log Pearson III periode ulang 10 tahun. Kemudian data tersebut akan digunakan untuk menghitung debit banjir rancangan kala ulang dengan Metode HSS *Snyder* dan HSS *Nakayasu*.

### **3.5. Data Penelitian**

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

- Data curah hujan harian maksimum 10 tahun di DAS Babura, tahun 2009-2018 yang diperoleh dari BWSS II (Balai Wilayah Sungai Sumatera), Medan
- Peta DAS Babura diperoleh dari BWSS II, Medan
- Luas dan panjang areal DAS Babura diperoleh dari BWSS II, Medan



## **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 di ambil 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

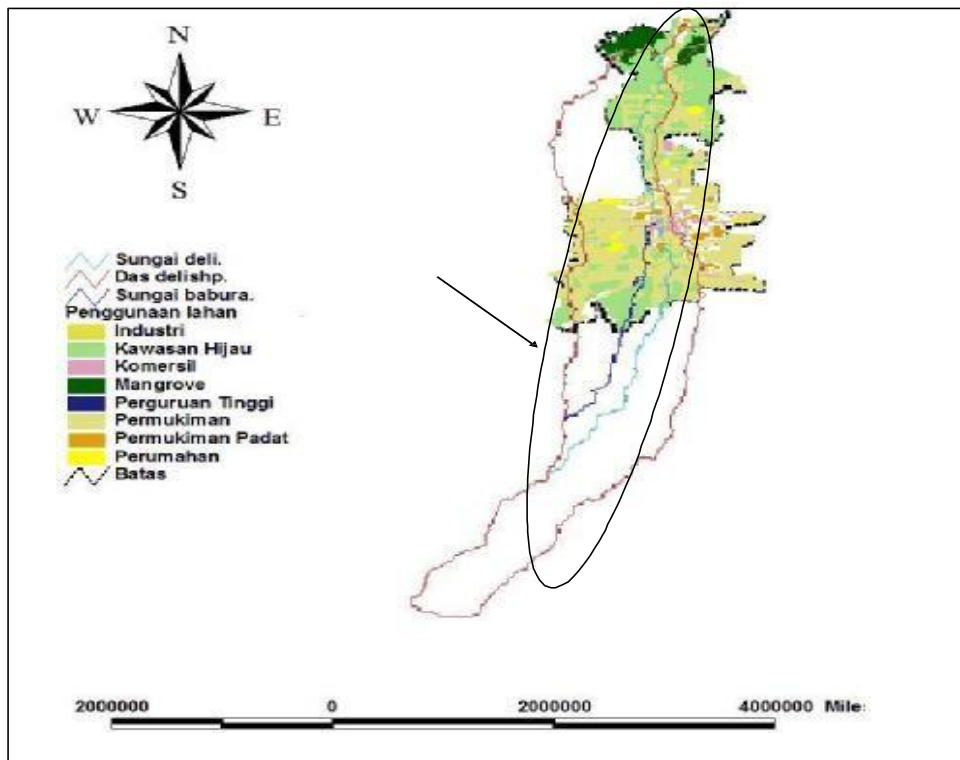
Hasil kumulatif curah hujan harian maksimum setiap tahunnya dari pos curah hujan kemudian diurutkan dari data yang terbesar sampai data yang terkecil. Dapat dilihat pada Tabel 4.2.

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

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

### 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

Lanjutan tabel 4.3 : Zona Penggunaan Lahan DAS Babura (Analisa data dan peta RBI Medan, 2010).

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 memengaruhi C adalah laju infiltrasi tanah atau persentase lahan kedap air, kemiringan lahan, tanaman penutup tanah, dan intensitas hujan. Koefisien limpasan juga tergantung pada sifat dan kondisi tanah. Laju infiltrasi menurun pada hujan yang terus-menerus dan juga dipengaruhi oleh kondisi kejenuhan air sebelumnya. Faktor lain yang mempengaruhi nilai C yaitu air tanah, derajat kepadatan tanah, porositas tanah dan simpanan depresi (Suripin, 2004).

Nilai koefisien pengaliran di Daerah Aliran Sungai 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	AirTawarSungai	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

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

Dari hasil perhitungan diatas maka nilai koefisien limpasan 0,28 ini dapat diartikan bahwa air hujan yang turun akan melimpas ke permukaan dan mengalir menuju daerah hilir (Tabel 4.3). 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	$\bar{X}$	$(x_i - \bar{X})$	$(x_i - \bar{X})^2$
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 lanjutan 4.5 : Analisa Curah Hujan Distribusi Normal

No	Tahun	Curah Hujan (mm) Xi	$\bar{X}$	$(x_i - \bar{X})$	$(x_i - \bar{X})^2$
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		$\Sigma$	15449,84

Dari data-data diatas didapat :

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

$$S = \sqrt{\frac{(x_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{15449,84}{10-1}} = 41,43$$

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	$\bar{X}$	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)	$\bar{X}$	Log Xi	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2$
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 lanjutan 4.7 : Analisa Curah Hujan dengan Distribusi Log Normal

No	Tahun	Curah hujan Xi (mm)	$\bar{X}$	Log Xi	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2$
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	$\Sigma$	18,54		15449,84	0,537

Dari data-data diatas didapat :

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

$$S = \sqrt{\frac{(x_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{15449,84}{10-1}} = 41,43$$

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	$K_t$	$S_{\text{Logx}}$	Log $X_t$	Curah hujan ( $X_T$ )
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 lanjutan 4.8 : Analisa curah hujan rencana Metode Distribusi Log Normal

No	Periode ulang (T) tahun	Log X	K <sub>t</sub>	S <sub>Logx</sub>	Log X <sub>t</sub>	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:

- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_t \cdot S_{\text{Log}X})$   
 $T = 2$  tahun  
 $\text{Log } X_t = 1,85 + (0 \times 0,24) = 1,85$  mm
- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_t \cdot S_{\text{Log}X})$   
 $T = 5$  tahun  
 $\text{Log } X_t = 1,85 + (0,840 \times 0,24) = 2,059$  mm
- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_t \cdot S_{\text{Log}X})$   
 $T = 10$  tahun  
 $\text{Log } X_t = 1,85 + (1,280 \times 0,24) = 2,167$  mm
- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_t \cdot S_{\text{Log}X})$   
 $T = 25$  tahun  
 $\text{Log } X_t = 1,85 + (1,708 \times 0,24) = 2,271$  mm
- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_t \cdot S_{\text{Log}X})$   
 $T = 50$  tahun  
 $\text{Log } X_t = 1,85 + (2,050 \times 0,24) = 2,355$  mm
- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_t \cdot S_{\text{Log}X})$   
 $T = 100$  tahun  
 $\text{Log } X_t = 1,85 + (2,330 \times 0,24) = 2,423$  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	Curahhujan maks (mm) Xi	Log Xi	$\overline{\text{Log}X}$	(Log Xi - $\overline{\text{Log}X}$ )	(Log Xi - $\overline{\text{Log}X}$ ) <sup>2</sup>	(Log Xi - $\overline{\text{Log}X}$ ) <sup>3</sup>
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
				$\Sigma$	0,5373	0,188693

Dari data-data diatas didapat:

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

$$\text{Deviasi standar } S = \sqrt{\frac{(\text{log } Xi - \text{log } \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,5373}{10-1}} = 0,244$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien kemencengan } G &= \frac{n \sum_{i=1}^n (\text{Log } Xi - \overline{\text{Log}X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \\ &= \frac{10 \cdot 0,188693^3}{9 \cdot 8 \cdot 0,244^3} = 1,79647 \end{aligned}$$

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	Periodeulang (T) tahun	Log X	K	S	Log X <sub>T</sub>	Curah hujan (X <sub>T</sub> )
1	2	1,85	-0,164	0,244	1,814	65,12

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

No	Periode ulang (T) tahun	Log X	K	S	Log X <sub>T</sub>	Curah hujan (X <sub>T</sub> )
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 :

- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_{tr} \cdot S)$   
 $T = 2$  tahun  
 $\text{Log } X_t = 1,85 + (-0,164 \cdot 0,244)$   
 $\text{Log } X_t = 1,814$  mm
- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_{tr} \cdot S)$   
 $T = 5$  tahun  
 $\text{Log } X_t = 1,85 + (0,758 \cdot 0,244)$   
 $\text{Log } X_t = 2,039$  mm
- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_{tr} \cdot S)$   
 $T = 10$  tahun  
 $\text{Log } X_t = 1,85 + (1,340 \cdot 0,244)$   
 $\text{Log } X_t = 2,181$  mm
- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_{tr} \cdot S)$   
 $T = 25$  tahun  
 $\text{Log } X_t = 1,85 + (2,043 \cdot 0,244)$   
 $\text{Log } X_t = 2,353$  mm
- $\text{Log } X_t = \text{Log } X + (K_{tr} \cdot S)$   
 $T = 50$  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 $X_i$ (mm)	$\bar{X}$	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$
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		$\Sigma$	15449,84

Dari data-data diatas didapat :

$$\bar{X} = \frac{1084}{10} = 108,40 \text{ mm}$$

$$\text{Standar Deviasi } S = \sqrt{\frac{(x_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{15449,84}{10-1}} = 41,43$$

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	$\bar{X}$	$Y_{TR}$	$Y_n$	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

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

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

$$X_T = \bar{X} + K.S = 108,40 + (41,43 \times -0,14) = 115,03 \text{ mm}$$

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 lanjutan 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)
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  

$$X_T = \bar{X} + K \cdot S$$

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

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

## 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) $X_i$	$\bar{X}$	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
1	201	108,40	92,60	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 lanjutan 4.14 : Analisa Frekuensi Curah Hujan.

No	Curah Hujan maks (mm)Xi	$\bar{X}$	$(Xi - \bar{X})$	$(Xi - \bar{X})^2$	$(Xi - \bar{X})^3$	$(Xi - \bar{X})^4$
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		$\Sigma$	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 ( $C_s$ )

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

$$= \frac{10}{9.8.41,43^3} 15449,84 = 2,0041$$

2. Koefisien Kurtosis ( $C_k$ )

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

$$= \frac{10^2}{9.8.7.41,43^4} 1026317,58 = 5,9202$$

3. Koefisien Variasi ( $C_v$ )

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{41,43}{108,40} = 0,3822$$

#### 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	≠ 0	≠ 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  $\chi^2$ .

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

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

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

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

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

- Menghitung derajat kebebasan (DK) dan  $\chi^2_{cr}$

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

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

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

$$\text{DK} = 2 \text{ adalah } 5,9910.$$

- Menghitung kelas distribusi

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

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

∅ Persentase 20%

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

∅ Persentase 40%

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

∅ Persentase 60%

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

∅ Persentase 80%

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

- Menghitung interval kelas

✓ Distribusi Probabilitas Normal

Tabel 4.17 : Analisis Uji Distribusi Chi Kuadrat Distribusi Normal

Kala Ulang	$\bar{X}$	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

✓ 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

▼ 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

▼ Distribusi Probabilitas Gumbel

Tabel 4.20 : Analisis Uji Distribusi Chi Kuadrat Distribusi Gumbel

Kala Ulang	$\bar{X}$	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

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 lanjutan 4.22 : Perhitungan nilai  $X^2$  untuk Distribusi Log Normal

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	$X^2_{\alpha}$	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	$X_i$	$P(X_i)$	$F(t)$	$P'(X_i)$	$\Delta P$
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 lanjutan 4.26 : Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Normal

No	$X_i$	$P(X_i)$	$F(t)$	$P'(X_i)$	$\Delta P$
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

- Uji distribusi Metode Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Log Normal

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

No	$X_i$	$P(X_i)$	$F(t)$	$P'(X_i)$	$\Delta P$
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
9	1.929	0.8182	0.3255	0.3707	-0.4475
10	0.000	0.9091	-7.5820	0.0001	-0.9090



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

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

No	$X_i$	$P(X_i)$	$F(t)$	$P'(X_i)$	$\Delta P$
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
9	1.929	0.8182	0.3255	0.3707	-0.4475
10	0.000	0.9091	-7.5820	0.0001	-0.9090

- Uji distribusi Metode Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Gumbel

Tabel 4.29 : Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Gumbel

No	$X_i$	$P(X_i)$	$F(t)$	$Y_t$	$T$	$P'(X_i)$	$\Delta P$
1	201	0.0909	2.2351	2.3150	10.6380	0,0686	-0,0223
2	160	0.1818	1.2455	1.0250	3.3180	0,2591	0,0773
3	159	0.2727	1.2213	1.0010	3.2520	0,3262	0,0535
4	107	0.3636	-0.0338	1.2043	3.8590	0,3541	-0,0095
5	100	0.4545	-0.2028	0.9295	3.0660	0,5397	0,0852
6	98	0.5455	-0.2510	0,8273	2.8240	0,6090	0,0635
7	89	0.6364	-0.4683	-0.8970	1.0940	0,6498	0,0134
8	85	0.7273	-0.5648	-0.9210	1.0880	0,6978	-0,0295
9	85	0.8182	-0.5648	-0.9210	1.0880	0,7123	-0,1059
10	0	0.9091	-2.6165	0.0000	0.0000	0,8143	-0,0948

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

Tabel 4.30 : Rekapitulasi Simpangan Maksimum ( $\Delta P$ ) Keseluruhan Distribusi Probabilitas.

No	Jenis Distribusi Probabilitas			
	Normal	Log Normal	Log Person III	Gumbel
1	-0.0780	-0.0595	-0.0595	-0,0223
2	-0.0743	-0.1083	-0.1083	0,0773
3	-0.1615	-0.1615	-0.1615	0,0535
4	0.1244	-0.2887	-0.2887	-0,0095
5	-0.0338	-0.1836	-0.1836	0,0852
6	-0.1442	-0.2645	-0.2645	0,0635
7	-0.3172	-0.2955	-0.2955	0,0134
8	-0.4396	-0.3566	-0.3566	-0,0295
9	-0.5305	-0.4475	-0.4475	-0,1059
10	-0.9047	-0.9090	-0.9090	-0,0948
Max	0,1244	-0,0595	-0,0595	0,0852

Berdasarkan Tabel 4.30 dapat dilihat bahwa :

- Simpangan maksimum ( $\Delta P$  maksimum) berturut-turut  
0,1244 ; -0,0595 ; -0,0595 ; 0,0852
- Jika jumlah data ( $n$ ) = 10 dan  $\alpha = 5\%$  maka didapat  $\Delta P$  kritis = 0,41
- Jadi ( $\Delta P$  maksimum)  $< \Delta P$  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 table dibawah dan divariasikan terhadap waktu.

Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk intensitas curah hujan.

Intensitas Curah Hujan 10 tahun:

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

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

$T_C$  = 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

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

NO	T	T	I (mm/jam)					
	Menit	Jam	R <sub>2</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>10</sub>	R <sub>25</sub>	R <sub>50</sub>	R <sub>100</sub>
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

Intensitas curah hujan 2 tahun :

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

$$I = \frac{65,12}{24} \left( \frac{24}{0,083} \right)^{2/3} = 118,322$$

#### 4.6. Analisa Hidrograf Satuan Sintetik

##### 4.6.1 Hidrograf Satuan Sintetik HSS SNYDER

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

Tabel 4.32: Parameter untuk menghitung HSS Snyder

Parameter	Nilai	Keterangan
Luas DAS (A)	109,576 km <sup>2</sup>	Dari BWSS
Panjang Sungai (L)	36,7 km	Dari BWSS
Jarak antara titik berat DAS dan outlet (Lc)	29,455 km	Dari Peta DAS Babura
Koefesien Ct	0,8	Karakteristik DAS babura
Koefesien Cp	1,2	Karakteristik DAS babura
t <sub>R</sub> asumsi	1 jam	Asumsi

Dari parameter diatas dapat dicari hidrograf satuan dengan beberapa faktor-faktor, antara lain :

1. Mencari waktu mulai titik berat hujan sampai debit puncak (t<sub>p</sub>)

$$t_p = C_t (L \times L_c)$$

$$t_p = 0,8 (36,7 \times 29,455) = 6,505$$

2. Mencari waktu mencapai puncak banjir (t<sub>p</sub>' )

$$t_p' = t_p + 0,25 (t_r - 1)$$

$$t_p' = 6,505 + 0,25 (1,183 - 1) = 6,551$$

3. Mencari lama curah hujan efektif (tr)

$$t_r = \frac{t_p}{5,5} = \frac{6,505}{5,5} = 1,183$$

4. Mencari debit puncak (Qp)

$$q_p = 0,278 \cdot \frac{c_p}{t_p} = 0,278 \cdot \frac{1,2}{6,505} = 0,047$$

$$Q_p = q_p \times A = 5,185$$

$$5. \quad tb = 5 \left( tp + \frac{tr}{2} \right)$$

$$tb = 5 \left( 6,505 + \frac{1,183}{2} \right) = 35,481$$

$$6. \quad Tp = tp' + \left( \frac{1}{2} \right)$$

$$Tp = 6,551 + \left( \frac{1}{2} \right) = 7,051$$

$$7. \quad \alpha = (Qp \times Tp) / (0,1151 \times A)$$

$$= (5,185 \times 6,505) / (0,1151 \times 109,576) = 2,898$$

$$8. \quad a = (1,32 \times \alpha^2) + (0,15 \times \alpha) + (0,045)$$

$$= (1,32 \times 2,898^2) + (0,15 \times 2,898) + (0,045) = 11,568$$

Berikut ini adalah tabel hasil perhitungan dari metode HSS Snyder

Tabel 4.33 : Tabel Hasil Perhitungan HSS Snyder

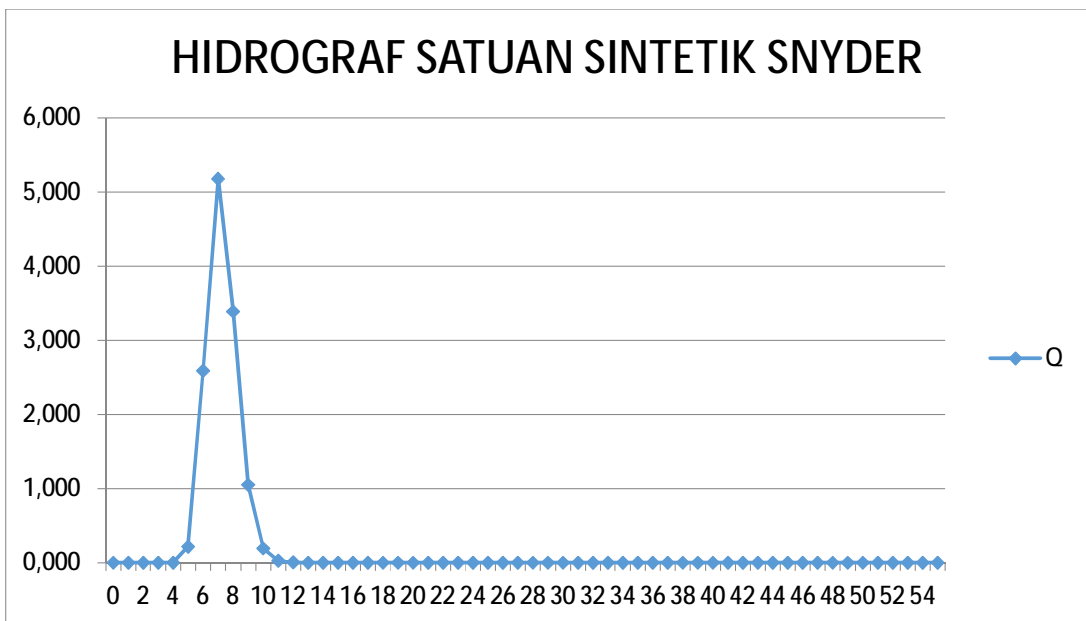
T	X	Y	Q KOREKSI
0	0,0000	0,0000	0,000
1	0,1418	0,0000	0,000
2	0,2837	0,0000	0,000
3	0,4255	0,0000	0,000
4	0,5673	0,0002	0,001
5	0,7092	0,0417	0,216
6	0,8510	0,4991	2,588
7	0,9928	0,9986	5,178
8	1,1347	0,6533	3,387
9	1,2765	0,2028	1,052
10	1,4183	0,0374	0,194
11	1,5602	0,0047	0,024
12	1,7020	0,0004	0,002
13	1,8438	0,0000	0,000
14	1,9857	0,000	0,000
15	2,1275	0,000	0,000
16	2,2693	0,000	0,000
17	2,4112	0,000	0,000

Lanjutan Tabel 4.33 : Tabel Hasil Perhitungan HSS Snyder

T	X	Y	Q KOREKSI
18	2,5530	0,000	0,000
19	2,6948	0,000	0,000
20	2,8367	0,000	0,000
21	2,9785	0,000	0,000
22	3,1203	0,000	0,000
23	3,2622	0,000	0,000
24	3,4040	0,000	0,000
25	3,5458	0,000	0,000
26	3,6877	0,000	0,000
27	3,8295	0,000	0,000
28	3,9713	0,000	0,000
29	4,1132	0,000	0,000
30	4,2550	0,000	0,000
31	4,3968	0,000	0,000
32	4,5387	0,000	0,000
33	4,6805	0,000	0,000
34	4,8223	0,000	0,000
35	4,9642	0,000	0,000
36	5,1060	0,000	0,000
37	5,2478	0,000	0,000
38	5,3897	0,000	0,000
39	5,5315	0,000	0,000
40	5,6733	0,000	0,000
41	5,8152	0,000	0,000
42	5,9570	0,000	0,000
43	6,0988	0,000	0,000
44	6,2407	0,000	0,000
45	6,3825	0,000	0,000
46	6,5243	0,000	0,000
47	6,6662	0,000	0,000
48	6,8080	0,000	0,000
49	6,9498	0,000	0,000
50	7,0917	0,000	0,000
51	7,2335	0,000	0,000
52	7,3753	0,000	0,000
53	7,5172	0,000	0,000
54	7,6590	0,000	0,000
55	7,8008	0,000	0,000

Pada saat  $t = 7$  jam

- $X = 7 / 7,051 = 0,992$
- $Y = 10^{-11,568(1-0,1418)^2} = 0,998$
- $Q = 1 \times 5,185 = 5,185$



Gambar 4.2 : Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Snyder



Tabel 4.34: Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Snyder kala ulang 2 tahun.

Q KOREKSI	Kala ulang 2 tahun			Q (M <sup>3</sup> /DET)
	22.574	14.221	10.853	
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,001	0,018	0,011	0,009	0,038
0,216	4,881	3,075	2,347	10,520
2,588	58,417	36,801	28,085	125,890
5,178	116,878	73,629	56,192	251,877
3,387	76,461	48,168	36,760	164,776
1,052	23,740	14,955	11,413	51,161
0,194	4,375	2,756	2,103	9,428
0,024	0,552	0,348	0,265	1,189
0,002	0,052	0,033	0,025	0,113
0,000	0,004	0,003	0,002	0,009
0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Lanjutan Tabel 4.34: Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Snyder kala ulang 2 tahun

Q KOREKSI	Kala ulang 2 tahun			Q (M <sup>3</sup> /DET)
	22.574	14.221	10.853	
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabel 4.35: Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Snyder kala ulang 5 tahun.

Q KOREKSI	Kala ulang 5 tahun			Q (M <sup>3</sup> /DET)
	37.923	23.890	18.231	
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,001	0,030	0,019	0,014	0,064
0,216	8,200	5,166	3,942	17,525
2,588	98,134	61,822	47,177	209,721
5,178	196,344	123,691	94,391	419,604
3,387	128,447	80,917	61,750	274,501
1,052	39,881	25,124	19,173	85,229
0,194	7,349	4,630	3,533	15,706
0,024	0,927	0,584	0,446	1,980
0,002	0,088	0,055	0,042	0,188
0,000	0,007	0,004	0,003	0,014
0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000



Tabel 4.36: Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Snyder kala ulang 10 tahun.

Q KOREKSI	Kala ulang 10 tahun			Q (M <sup>3</sup> /DET)
	52,614	33,145	25,294	
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,001	0,042	0,026	0,020	0,089
0,216	11,377	7,167	5,470	24,231
2,588	136,154	85,771	65,455	289,968
5,178	272,412	171,609	130,960	580,159
3,387	178,210	112,265	85,673	379,535
1,052	55,332	34,857	26,600	117,840
0,194	10,197	6,423	4,902	21,716
0,024	1,286	0,810	0,618	2,738
0,002	0,122	0,077	0,059	0,260
0,000	0,009	0,006	0,004	0,020
0,000	0,001	0,000	0,000	0,001
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabel lanjutan 4.36: Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Snyder kala ulang 10 tahun.

Q KOREKSI	Kala ulang 10 tahun			Q (M <sup>3</sup> /DET)
	52,614	33,145	25,294	
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabel 4.37 Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Snyder kala ulang 25 tahun.

Q KOREKSI	Kala ulang 25 tahun			Q (M <sup>3</sup> /DET)
	78,141	49,226	37,566	
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,001	0,062	0,039	0,030	0,131
0,216	16,897	10,645	8,123	35,882
2,588	202,210	127,385	97,212	429,395
5,178	404,576	254,868	194,499	859,121
3,387	264,670	166,733	127,239	562,029
1,052	82,177	51,768	39,506	174,503
0,194	15,144	9,540	7,280	32,157
0,024	1,910	1,203	0,918	4,055
0,002	0,181	0,114	0,087	0,385
0,000	0,014	0,009	0,007	0,029
0,000	0,001	0,001	0,000	0,002
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabel lanjutan 4.37 : Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Snyder kala ulang 25 tahun.

Q KOREKSI	Kala ulang 25 tahun			Q (M <sup>3</sup> /DET)
	78,141	49,226	37,566	
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabel 4.38: Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Snyder kala ulang 50 tahun.

Q KOREKSI	Kala ulang 50 tahun			Q (M <sup>3</sup> /DET)
	103,468	65,181	49,742	
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,001	0,082	0,051	0,039	0,173
0,216	22,374	14,095	10,756	47,441
2,588	267,751	168,673	128,720	567,732
5,178	535,708	337,476	257,540	1135,901
3,387	350,455	220,774	168,480	743,096
1,052	108,812	68,547	52,311	230,721
0,194	20,052	12,632	9,640	42,517
0,024	2,528	1,593	1,216	5,361
0,002	0,240	0,151	0,115	0,509
0,000	0,018	0,012	0,009	0,039
0,000	0,001	0,001	0,001	0,002
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabel lanjutan 4.38: Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Snyder kala ulang 50 tahun.

Q KOREKSI	Kala ulang 50 tahun			Q (M <sup>3</sup> /DET)
	103,468	65,181	49,742	
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

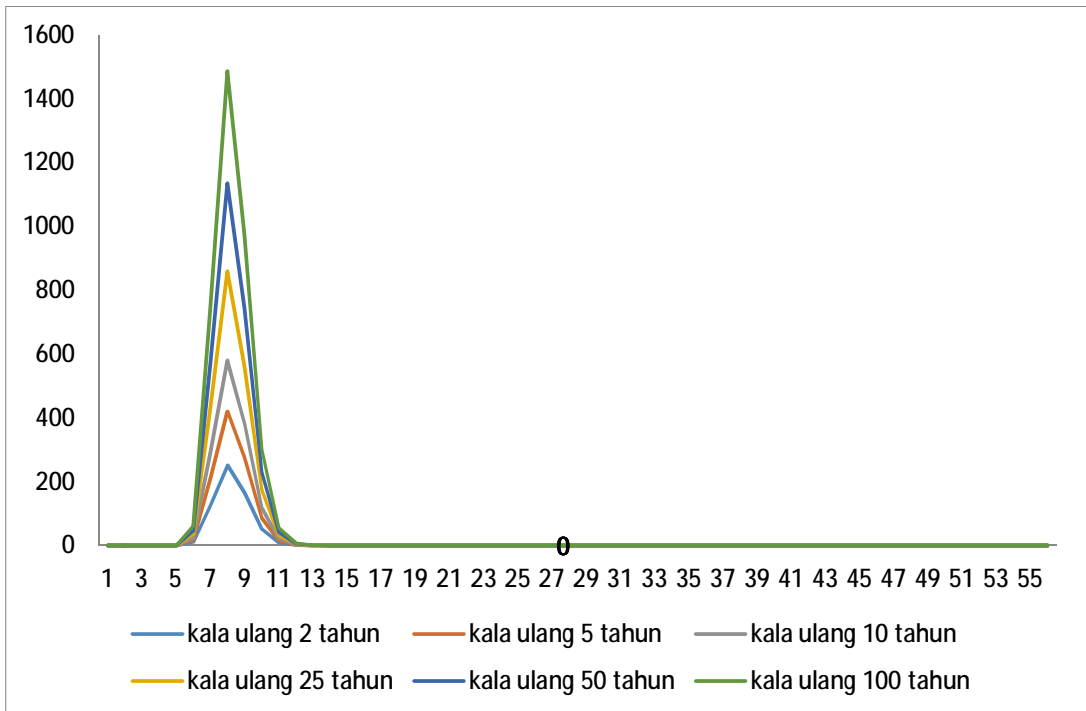
Tabel 4.39: Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Snyder kala ulang 100 tahun.

Q KOREKSI	Kala ulang 100 tahun			Q (M <sup>3</sup> /DET)
	135,5476	85,39	65,164	
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,001	0,107	0,067	0,051	0,227
0,216	29,311	18,465	14,091	62,083
2,588	350,765	220,969	168,629	742,950
5,178	701,799	442,108	337,388	1486,473
3,387	459,111	289,223	220,716	972,437
1,052	142,548	89,800	68,529	301,929
0,194	26,269	16,548	12,629	55,640
0,024	3,312	2,087	1,592	7,016
0,002	0,314	0,198	0,151	0,666
0,000	0,024	0,015	0,012	0,051
0,000	0,002	0,001	0,001	0,003
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000



Tabel lanjutan 4.39 : Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Snyder kala ulang 100 tahun.

Q KOREKSI	Kala ulang 100 tahun			Q (M <sup>3</sup> /DET)
	135,5476	85,39	65,164	
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000



Gambar 4.3: Grafik kala ulang metode HSS Snyder

#### 4.6.2 Hidrograf Satuan Sintetik NAKAYASU

Hidrograf satuan sintetik (HSS) Nakayasu adalah metode yang berasal dari Jepang. Adapun parameter yang diperlukan dalam metode HSS Nakayasu adalah pada Tabel 4.41.

Tabel 4.40: Parameter untuk menghitung HSS Nakayasu.

Parameter	Nilai	Satuan	Keterangan
Luas DAS (A)	109,576 km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	Dari BWS
Panjang sungai (L)	36,7 km	Km	Dari BWS
Koefisien pengaliran (C)	0,28		Perhitungan
Hujan satuan (Ro)	1	Mm	Tetapan

Dalam menghitung HSS Nakayasu diperlukan data yang diperoleh dari tabel 4.21 yaitu perhitungan insensitas hujan jam-jaman seperti pada tabel 4.22

Tabel 4.41: Hujan efektif Daerah pengaliran

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

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

1. Menghitung waktu kosentrasi hujan untuk panjang sungai  $L > 15\text{km}$  maka,  
 $t_g = 0,40 + 0,58L = 0,40 + 0,058(55) = 3,59\text{jam}$
2. Menghitung satuan waktu dari curah hujan  $t_r = 0,75 t_g = 0,75(3,59) = 2,69\text{jam}$
3. Menghitung waktu dari permukaan hujan sampai puncak banjir  $T_p = t_g + 0,8 t_g = 3,95 + 0,8 (2,69) = 5,74 \text{ jam}$
4. Menghitung waktu penurunan debit

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

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

5. Menghitung debit maksimum

$$Q_p = \frac{c.A.Ro}{3,6(0,3T_p + T_{0,3})} = \frac{0,28 \cdot 834,15 \cdot 1}{3,6(0,3(5,74) + 7,18)} = 7,29 \text{ m}^3/\text{det}$$

6. Menghitung kurva naik dan kurva turun hidrograf
  - a. Kurva naik

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

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

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

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

b. Kurva turun

1. Kurva turun pertama

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

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

Rumus kurva turun:  $Q_{t1} = Q_P \cdot \mathbf{0,3}^{\frac{t-T_P}{T_{0,3}}}$ , maka

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

2. Kurva turun kedua

$$T_P + T_{0,3} \leq t < (T_P + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}). \text{ Maka}$$

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

Rumus kurva turun:  $Q_t \cdot \mathbf{0,3}^{\left(\frac{t-T_P+(0,5T_{0,3})}{1,5T_{0,3}}\right)}$

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

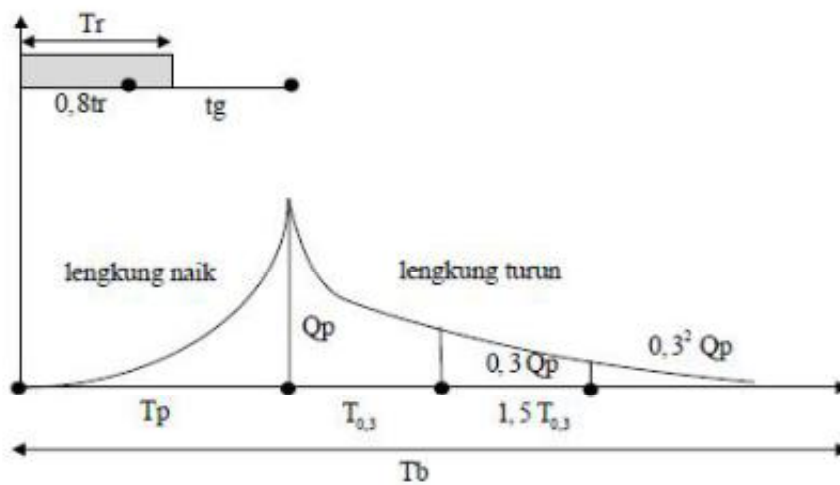
3. Kurva turun ketiga

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

$$t \geq 23,69$$

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

$$Q_{t3} = 7,92 \cdot 0,3^{\frac{t-(5,74+(1,5(7,18)))}{2,0(7,18)}} \quad (\text{persamaan kurva turun 3})$$



Gambar 4.4: skema hidrograf satuan sintetik Nakayasu

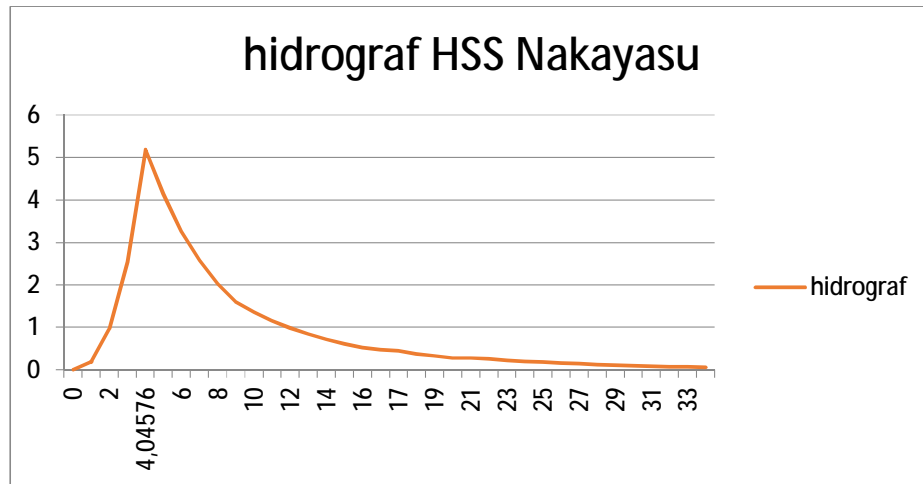
- Memasukkan hasil perhitungan kedalam tabel  
Hasil dari perhitungan diatas kemudian ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.42 :Tabel Hasil Perhitungan HSS NAKAYASU

T	Q awal	Q terkoreksi
(jam)	(m3/d)	(m3/d)
0	0	0
1	0,05	0,1815
2	0,25	0,9579
3	0,66	2,5349
4,04576	1,32	5,1959
5	1,36	4,1400

Lanjutan Tabel 4.42 : Tabel Hasil Perhitungan HSS NAKAYASU

T (jam)	Q awal (m <sup>3</sup> /d)	Q terkoreksi (m <sup>3</sup> /d)
6	1,08	3,2629
7	0,85	2,5717
8	0,67	2,0269
9	0,53	1,5975
10	0,42	1,3519
11	0,41	1,1535
12	0,35	0,9842
13	0,30	0,8398
14	0,26	0,7165
15	0,22	0,6114
16	0,19	0,5217
16,69	0,16	0,4675
17	0,14	0,4451
18	0,12	0,3798
19	0,12	0,3240
20	0,10	0,2765
21	0,08	0,2799
22	0,07	0,2485
23	0,07	0,2206
24	0,06	0,1959
25	0,06	0,1739
26	0,05	0,1544
27	0,05	0,1370
28	0,04	0,1217
29	0,04	0,1080
30	0,03	0,0959
31	0,03	0,0851
32	0,03	0,0756
33	0,02	0,0671
34	0,02	0,0596



Gambar 4.5 Grafik Debit HSS NAKAYASU

Tabel 4.43: Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Nakayasu kala ulang 2 tahun.

Q koreksi	Kala ulang 2 tahun			Q (M <sup>3</sup> /S)
	1	2	3	
	22,574	14,221	10,853	
0	0			0
0,1815	4,097043	0		4,2785
0,9579	21,62432	13,62273	0	36,2050
2,5349	57,2218	36,04817	27,51078	123,3156
5,1959	117,2927	73,89115	56,3913	252,7710
4,1400	93,45642	58,87498	44,93145	201,4029
3,2629	73,65737	46,40212	35,41257	158,7350
2,5717	58,05281	36,57168	27,9103	125,1065
2,0269	45,75413	28,82385	21,99741	98,6022
1,5975	36,06097	22,71742	17,33719	77,7130
1,3519	30,5183	19,22569	14,67242	65,7683
1,1535	26,03944	16,40414	12,5191	56,1162
0,9842	22,2179	13,99667	10,6818	47,8806
0,8398	18,95721	11,94252	9,114141	40,8537
0,7165	16,17506	10,18984	7,776553	34,8580
0,6114	13,80121	8,694385	6,635269	29,7422
0,5217	11,77575	7,4184	5,661479	25,3773
0,4675	10,55426	6,648895	5,074218	22,7449
0,4451	10,04755	6,329678	4,830602	21,6529
0,3798	8,572971	5,400736	4,121665	18,4751

Lanjutan Tabel 4.43: Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Nakayasu kala ulang 2 tahun.

Q koreksi	Kala ulang 2 tahun			Q (M <sup>3</sup> /S)
	1	2	3	
	22,574	14,221	10,853	
0,3240	7,314805	4,608126	3,51677	15,7637
0,2765	6,241286	3,931839	3,00065	13,4503
0,2799	6,318841	3,980697	3,037937	13,6174
0,2485	5,609717	3,533968	2,697008	12,0892
0,2206	4,980174	3,137373	2,39434	10,7325
0,1959	4,42128	2,785285	2,125638	9,5281
0,1739	3,925108	2,47271	1,887091	8,4588
0,1544	3,484618	2,195213	1,675315	7,5095
0,1370	3,093561	1,948858	1,487305	6,6668
0,1217	2,74639	1,73015	1,320394	5,9186
0,1080	2,43818	1,535986	1,172214	5,2544
0,0959	2,164558	1,363612	1,040664	4,6647
0,0851	1,921643	1,210583	0,923877	4,1412
0,0756	1,705989	1,074726	0,820196	3,6765
0,0671	1,514537	0,954117	0,72815	3,2639
0,0596	1,34457	0,847042	0,646435	2,8976

Tabel 4.44: Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Nakayasu kala ulang 5 tahun.

Q terkoreksi (m <sup>3</sup> /d)	Kala ulang 5 tahun			Q (M <sup>3</sup> /S)
	1	2	3	
	37,923	23,89	18,231	
0	0			0
0,1815	6,882793	0		7,0643
0,9579	36,3276	22,88496	0	60,1705
2,5349	96,12929	60,55767	46,21293	205,4347
5,1959	197,0448	124,1305	94,72678	421,0980
4,1400	157,0013	98,90466	75,47639	335,5224
3,2629	123,7401	77,95139	59,48647	264,4409
2,5717	97,52533	61,43713	46,88406	208,4182
2,0269	76,86427	48,42147	36,95152	164,2641
1,5975	60,58032	38,16322	29,12322	129,4642
1,3519	51,26896	32,29743	24,6469	109,5652
1,1535	43,74474	27,55747	21,02973	93,4855
0,9842	37,32478	23,51315	17,94341	79,7656



Lanjutan Tabel 4.44: Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Nakayasu kala ulang 5 tahun.

Q terkoreksi (m <sup>3</sup> /d)	Kala ulang 5 tahun			Q (M <sup>3</sup> /S)
	1	2	3	
	37,923	23,89	18,231	
0,8398	31,84701	20,06236	15,31004	68,0592
0,7165	27,17315	17,11802	13,06315	58,0709
0,6114	23,18523	14,60578	11,146	49,5484
0,5217	19,78257	12,46224	9,51022	42,2767
0,4675	17,73054	11,16955	8,523733	37,8914
0,4451	16,87929	10,63329	8,114504	36,0722
0,3798	14,40209	9,072751	6,923622	30,7782
0,3240	12,28844	7,741237	5,907513	26,2612
0,2765	10,485	6,605136	5,040529	22,4071
0,2799	10,61528	6,687212	5,103163	22,6856
0,2485	9,423997	5,936748	4,530467	20,1397
0,2206	8,366401	5,270504	4,022041	17,8796
0,1959	7,427492	4,679028	3,570673	15,8731
0,1739	6,593952	4,15393	3,169958	14,0917
0,1544	5,853954	3,687761	2,814214	12,5103
0,1370	5,197001	3,273907	2,498392	11,1063
0,1217	4,613774	2,906497	2,218013	9,8599
0,1080	4,095999	2,580319	1,9691	8,7534
0,0959	3,636331	2,290746	1,74812	7,7711
0,0851	3,228248	2,03367	1,551939	6,8990
0,0756	2,865962	1,805444	1,377775	6,1248
0,0671	2,544333	1,60283	1,223156	5,4374
0,0596	2,258799	1,422954	1,085889	4,8272

Tabel 4.45: Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Nakayasu kala ulang 10 tahun.

Q terkoreksi (m <sup>3</sup> /d)	Kala ulang 10 tahun			Q (M <sup>3</sup> /S)
	1	2	3	
	52,614	33,145	25,294	
0	0			0
0,1815	9,54912	0		9,7306
0,9579	50,40056	31,75061	0	83,1091
2,5349	133,3688	84,01775	64,11661	284,0380
5,1959	273,378	172,2187	131,4256	582,2182
4,1400	217,8221	137,2204	104,7172	463,8997

Lanjutan Tabel 4.45: Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Nakayasu kala ulang 10 tahun.

Q terkoreksi (m <sup>3</sup> /d)	Kala ulang 10 tahun			Q (M <sup>3</sup> /S)
	1	2	3	
	52,614	33,145	25,294	
3,2629	171,6758	108,1498	82,53254	365,6210
2,5717	135,3057	85,23791	65,04775	288,1630
2,0269	106,6407	67,17998	51,26717	227,1147
1,5975	84,04855	52,94768	40,40605	178,9997
1,3519	71,13005	44,80947	34,19553	151,4870
1,1535	60,69103	38,23325	29,17701	129,2548
0,9842	51,78404	32,62215	24,895	110,2854
0,8398	44,18423	27,83454	21,24142	94,1000
0,7165	37,69977	23,74955	18,12403	80,2899
0,6114	32,16696	20,26407	15,46416	68,5066
0,5217	27,44615	17,29012	13,19464	58,4526
0,4675	24,59918	15,49663	11,82597	52,3893
0,4451	23,41816	14,75263	11,2582	49,8741
0,3798	19,98132	12,58754	9,605951	42,5546
0,3240	17,04887	10,7402	8,196185	36,3093
0,2765	14,54678	9,163969	6,993315	30,9805
0,2799	14,72754	9,277842	7,080215	31,3655
0,2485	13,07476	8,236648	6,285647	27,8456
0,2206	11,60746	7,3123	5,580248	24,7206
0,1959	10,30483	6,491687	4,954012	21,9464
0,1739	9,148384	5,763165	4,398054	19,4835
0,1544	8,121718	5,116402	3,904488	17,2970
0,1370	7,210269	4,54222	3,466312	15,3558
0,1217	6,401105	4,032475	3,07731	13,6326
0,1080	5,68275	3,579936	2,731962	12,1027
0,0959	5,04501	3,178182	2,425371	10,7445
0,0851	4,47884	2,821514	2,153187	9,5387
0,0756	3,976208	2,504874	1,911548	8,4682
0,0671	3,529983	2,223767	1,697027	7,5179
0,0596	3,133835	1,974208	1,506581	6,6742

Tabel 4.46: Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Nakayasu kala ulang 25 tahun.

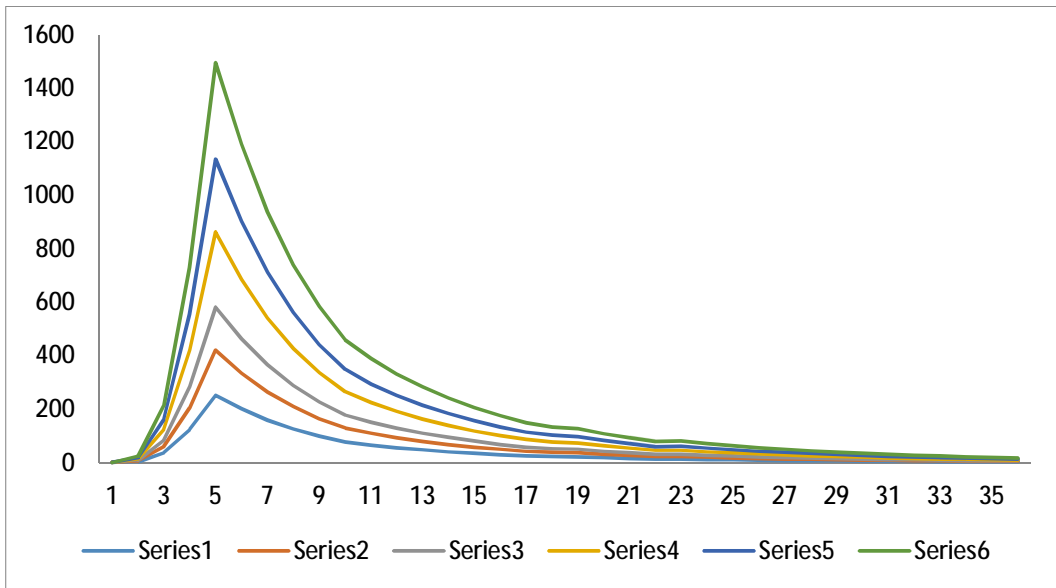
Q terkoreksi (m <sup>3</sup> /d)	Kala ulang 25 tahun			Q (M <sup>3</sup> /S)
	1	2	3	
	78,141	49,226	37,566	
0	0			0
0,1815	14,182114	0		14,3636
0,9579	74,853649	47,15509	0	122,9667
2,5349	198,07606	124,7807	95,22434	420,6160
5,1959	406,01424	255,7743	195,1899	862,1743
4,1400	323,50395	203,7958	155,5233	686,9631
3,2629	254,96858	160,621	122,5752	541,4277
2,5717	200,95264	126,5929	96,60725	426,7244
2,0269	158,38016	99,77377	76,14068	336,3215
1,5975	124,82681	78,63637	60,01003	265,0707
1,3519	105,64058	66,54974	50,78632	224,3286
1,1535	90,136806	56,78292	43,33294	191,4062
0,9842	76,908358	48,44948	36,97341	163,3155
0,8398	65,621314	41,33905	31,54721	139,3474
0,7165	55,990752	35,27215	26,91735	118,8968
0,6114	47,773568	30,09562	22,96697	101,4475
0,5217	40,762335	25,67879	19,59634	86,5591
0,4675	36,534091	23,01515	17,56363	77,5804
0,4451	34,780068	21,91018	16,72039	73,8557
0,3798	29,675757	18,69465	14,26651	63,0167
0,3240	25,320553	15,95103	12,17276	53,7684
0,2765	21,604517	13,61006	10,38629	45,8774
0,2799	21,872977	13,77918	10,51535	46,4474
0,2485	19,41831	12,23283	9,335282	41,2349
0,2206	17,239115	10,86002	8,287641	36,6074
0,1959	15,304477	9,641266	7,357571	32,4992
0,1739	13,586952	8,559287	6,531877	28,8520
0,1544	12,062173	7,598732	5,798846	25,6141
0,1370	10,708511	6,745974	5,148078	22,7396
0,1217	9,5067622	5,988916	4,570341	20,1877
0,1080	8,4398779	5,316817	4,05744	17,9221
0,0959	7,4927233	4,720144	3,602099	15,9109
0,0851	6,651862	4,190432	3,197858	14,1253
0,0756	5,9053652	3,720166	2,838983	12,5401
0,0671	5,2426431	3,302675	2,520382	11,1328
0,0596	4,6542941	2,932037	2,237535	9,8834

Tabel 4.47 Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Nakayasu kala ulang 50 tahun.

Q terkoreksi (m <sup>3</sup> /d)	Kala ulang 50 tahun			Q (M <sup>3</sup> /S)
	1	2	3	
	103,468	64,181	49,742	
0	0			0
0,1815	18,77881	0		18,9603
0,9579	99,115155	61,48094	0	161,5540
2,5349	262,27632	162,6895	126,0887	553,5894
5,1959	537,61126	333,4792	258,4554	1134,7418
4,1400	428,3578	265,7095	205,932	904,1393
3,2629	337,60879	209,4181	162,3046	712,5944
2,5717	266,08526	165,0522	127,9199	561,6290
2,0269	209,71422	130,0853	100,8196	442,6460
1,5975	165,28557	102,5263	79,46065	348,8700
1,3519	139,88073	86,76774	67,24733	295,2477
1,1535	119,35188	74,03374	57,37814	251,9173
0,9842	101,83584	63,16857	48,95734	214,9460
0,8398	86,890443	53,89797	41,77238	183,4006
0,7165	74,13843	45,98792	35,64188	156,4848
0,6114	63,257899	39,23875	30,41109	133,5191
0,5217	53,974191	33,48009	25,94797	113,9239
0,4675	48,375492	30,00722	23,2564	102,1067
0,4451	46,052957	28,56656	22,13985	97,2045
0,3798	39,29424	24,37414	18,89061	82,9388
0,3240	33,527431	20,797	16,11823	70,7667
0,2765	28,606956	17,74484	13,75273	60,3810
0,2799	28,962429	17,96534	13,92362	61,1313
0,2485	25,712158	15,9492	12,36106	54,2709
0,2206	22,826643	14,15932	10,97386	48,1804
0,1959	20,264952	12,57031	9,742329	42,7734
0,1739	17,990744	11,15962	8,649008	37,9733
0,1544	15,971755	9,907249	7,678384	33,7118
0,1370	14,179346	8,795421	6,816687	29,9285
0,1217	12,588086	7,808366	6,051693	26,5698
0,1080	11,175404	6,932082	5,37255	23,5880
0,0959	9,9212589	6,154138	4,769622	20,9409
0,0851	8,8078583	5,463497	4,234357	18,5908
0,0756	7,8194076	4,850363	3,759162	16,5045
0,0671	6,9418845	4,306038	3,337295	14,6523
0,0596	6,1628403	3,822798	2,962771	13,0080

Tabel 4.48: Tabel perhitungan debit rencana banjir metode HSS Nakayasu kala ulang 100 tahun.

Q terkoreksi (m <sup>3</sup> /d)	Kala ulang 100 tahun			Q (M <sup>3</sup> /S)
	1	2	3	
	135,548	85,93	65,164	
0	0			0
0,1815	24,601134	0		24,7826
0,9579	129,84557	82,3149695	0	213,1185
2,5349	343,59445	217,820045	165,1813	729,1306
5,1959	704,29631	446,485245	338,5868	1494,5643
4,1400	561,16909	355,750433	269,7791	1190,8387
3,2629	442,28357	280,383533	212,6255	938,5556
2,5717	348,58434	220,983359	167,5801	739,7195
2,0269	274,7356	174,167307	132,0777	583,0075
1,5975	216,53196	137,26939	104,0966	459,4954
1,3519	183,2504	116,170707	88,09668	388,8697
1,1535	156,35663	99,1215333	75,16764	331,7993
0,9842	133,40979	84,5744903	64,13607	283,1046
0,8398	113,83061	72,1623664	54,72348	241,5562
0,7165	97,124869	61,5718416	46,69228	206,1055
0,6114	82,870856	52,5355788	39,83974	175,8575
0,5217	70,708757	44,8254748	33,99287	150,0488
0,4675	63,374194	40,1757644	30,46682	134,4843
0,4451	60,331563	38,2469031	29,00409	128,0276
0,3798	51,477323	32,6338004	24,74746	109,2384
0,3240	43,922528	27,8444748	21,11553	93,2066
0,2765	37,476473	23,758029	18,01662	79,5276
0,2799	37,94216	24,0532488	18,2405	80,5158
0,2485	33,684149	21,3539036	16,19348	71,4800
0,2206	29,903988	18,9574889	14,37619	63,4583
0,1959	26,548051	16,8300088	12,76284	56,3368
0,1739	23,56873	14,9412825	11,33054	50,0144
0,1544	20,923759	13,2645161	10,05899	44,4016
0,1370	18,575617	11,7759226	8,930132	39,4187
0,1217	16,490992	10,4543847	7,927959	34,9950
0,1080	14,640311	9,28115464	7,038254	31,0677
0,0959	12,997321	8,23958886	6,248395	27,5812
0,0851	11,538713	7,31491148	5,547177	24,4859
0,0756	10,243796	6,49400484	4,924652	21,7380
0,0671	9,0941988	5,7652234	4,371989	19,2985
0,0596	8,0736139	5,11822854	3,881348	17,1328

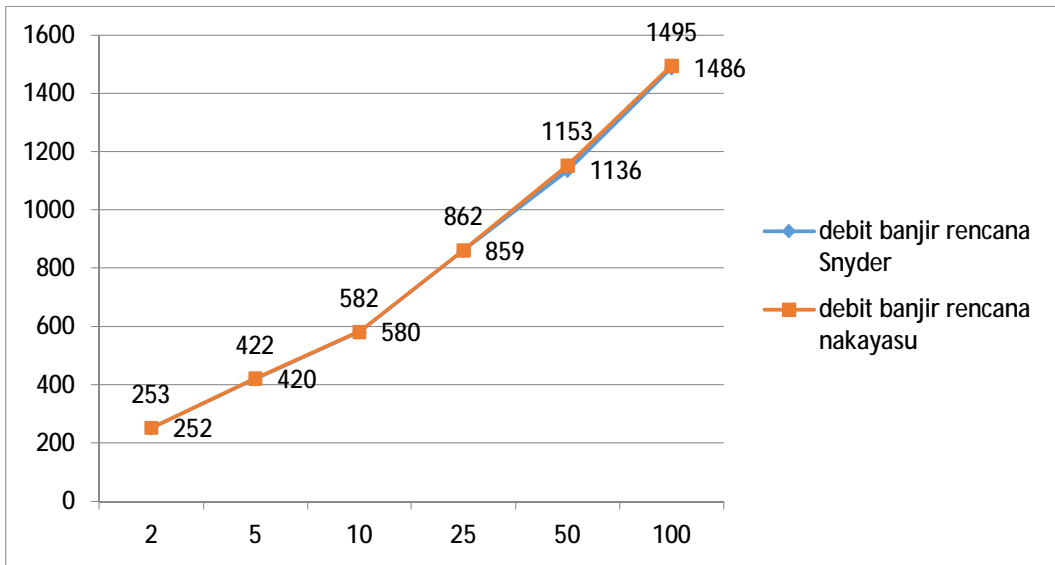


Gambar 4.6: Grafik kala ulang metode HSS Nakayasu

Tabel 4.49: perbandingan kala ulang HSS snyder dan HSS Nakayasu

periode ulang	debit banjir rencana Snyder	debit banjir rencana Nakayasu
2	252	253
5	420	422
10	580	582
25	859	862
50	1136	1153
100	1495	1486





Gambar 4.7: Grafik perbandingan kala ulang HSS Snyder dan HSS Nakayasu



## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

1. Debit banjir rencana metode Hidrograf Satuan Sintetik *Snyder*:

Kala ulang 2 tahun :  $252\text{m}^3/\text{det}$

Kala ulang 5 tahun :  $420\text{m}^3/\text{det}$

Kala ulang 10 tahun :  $580\text{m}^3/\text{det}$

Kala ulang 25 tahun :  $859\text{m}^3/\text{det}$

Kala ulang 50 tahun :  $1136\text{m}^3/\text{det}$

Kala ulang 100 tahun :  $1486\text{m}^3/\text{det}$

Debit banjir rencana Metode Hidrograf Satuan Sintetik *Nakayasu*:

Kala ulang 2 tahun :  $253\text{m}^3/\text{det}$

Kala ulang 5 tahun :  $422\text{m}^3/\text{det}$

Kala ulang 10 tahun :  $582\text{m}^3/\text{det}$

Kala ulang 25 tahun :  $862\text{m}^3/\text{det}$

Kala ulang 50 tahun :  $1153\text{ m}^3/\text{det}$

Kala ulang 100 tahun :  $1495\text{m}^3/\text{det}$

2. Perbandingan debit banjir rencana Hidrograf Satuan Sintetik *Snyder* dan Hidrograf Satuan Sintetik *Nakayasu* adalah 1 : 1,006. Maka metode HSS Yang sesuai dengan DAS Babura adalah Metode HSS *Snyder* dikarenakan waktu yang dicapai relatif lebih singkat dibandingkan dengan metode HSS *Nakayasu*.
3. Berdasarkan hasil perbandingan dari metode HSS *Snyder* dan HSS *Nakayasu* dapat dilihat bahwa yang paling baik digunakan dalam merencanakan debit banjir rencana sungai Babura adalah dengan metode HSS *Snyder*

## **5.2 Saran**

1. Hasil penulisan ini dapat diharapkan membandingkannya dengan metode HSS lain untuk mengetahui perbandingannya.
2. Hasil penelitian tulisan ini dapat diharapkan menjadi masukan yang berguna untuk kepentingan pengukuran debit Sungai Babura.
3. Perlunya koordinasi yang baik antar pemerintah pusat dan juga pemerintah daerah dalam menyatukan persepsi dan mencari solusi tentang persoalan banjir.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bambang , T. (2008) *Hidrologi Terapan*, Beta Offset. Yogyakarta.
- I Made Kamiana. (2011) *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*.  
Yogyakarta.
- 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 sungai di jalan Mongonsidi Medan



Gambar L.3: Survei pengamatan sungai terhadap daratan di jalan Mongonsidi Medan.



Gambar L.4: Survei pengamatan sungai terhadap daratan di jalan Mongonsidi Medan.



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Fauzal Fikri  
Panggilan : Fikri  
Tempat, Tanggal Lahir : Pulau Balai, 25 April 1996  
Jenis Kelamin : Laki - laki  
Alamat Sekarang : Jl. Karya Gg, Sosro  
HP/ Telp. Seluler : 0822-7271-9611

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1407210088  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri BA, No. 3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	Sekolah Dasar	SDN 3 Singkil	2008
2	SMP	SMP Al-Azhar Medan	2012
3	SMA	SMAN 1 Singkil	2014
4	S1	Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	2019