

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH CURAH HUJAN TERHADAP PENINGKATAN DEBIT
BANJIR PADA HULU SUNGAI JENEBERANG**



FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2019

17/01/2020

1 exp
Smb. Alumni

R/002/SIP/2020

RIS

a'



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

kripsi atas nama Risal dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2034 14 dan Amran dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2019 14, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0009/SK-Y/22201/091004/2019, sebagai salah satu syarat utama memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 05 Oktober 2019

Makassar, 17 Rabiul Awal 1441 H
14 November 2019 M

Panitia Ujian :

Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, MT.

Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Hj. Ratna Musa, MT.

b. Sekretaris : Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM.

Anggota : 1. Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT., IPM.

2. Dr. Ir. Hj. Sukrasari Antara, MT.

3. Dr. Ir. Nenny T Karim, ST., MT., IPM.

Mengetahui :

Pembimbing I

Dr. Eng. Ir. H. Farouk Maricar, MT

Pembimbing II

Dr. Ma'rufah, SP., MP

Dekan

Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT., IPM
NBM : 855 500



FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : www.unismuh.ac.id, e-mail : unismuh@gmail.com

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **ANALISIS PENGARUH CURAH HUJAN TERHADAP PENINGKATAN DEBIT BANJIR PADA HULU SUNGAI JENEBERANG.**

Nama : **RISAL AMRAN**

Stambuk : **105 81 2034 14**
105 81 2019 14

Makassar, 14 November 2019

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Eng. Ir. H. Farouk Maricar, MT

Dr. Ma'rufah, SP., MP

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Pengairan
Jurusan Teknik Sipil

Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., JPM

NBM : 1183 084

pengorbanannya terutama dalam bentuk materi untuk menyelesaikan kuliah kami.

2. Bapak Ir. Hamzah Ali Imran, S.T., M.T. IPM. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak Ir. Andi Makbul Syamsul, S.T., M.T., IPM. sebagai Ketua Jurusan Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak Dr. Eng. Ir. H. Farouk Maricar, MT. selaku Pembimbing I dan Ibu Dr. Ma'rufah, SP., MP. selaku Pembimbing II, yang banyak meluangkan waktu dalam membimbing kami.
5. Bapak dan Ibu dosen serta para staf pegawai di Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Saudara – saudaraku serta rekan – rekan mahasiswa Fakultas Teknik terkhusus angkatan VEKTOR 2014 yang dengan persaudaraannya banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan tugas akhir yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan – rekan, masyarakat serta bangsa dan Negara. Amin.

"Billahi Fii Sabill Haq Fastabiqul Khaerat".

Makassar, 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
KETERANGAN PERBAIKAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR NOTASI & SINGKATAN	xi
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Batasan Masalah.....	4
F. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II. KAJIAN PUSTAKA.....	6
A. Sungai.....	6
1. Definisi Sungai.....	6
2. Morfologi Sungai.....	7
3. Perilaku Sungai.....	8
4. Bentuk – Bentuk Sungai.....	9
5. Struktur Sungai.....	10
B. Hidrologi.....	12

1. Pengertian Hidrologi	12
2. Siklus Hidrologi	14
C. Hujan	17
1. Pengertian Hujan	17
2. Siklus Hujan	20
3. Periode Ulang Curah Hujan	21
4. Metode Analisis Curah Hujan	21
D. Debit	29
1. Debit Aliran	29
2. Debit Banjir	31
BAB III. METODE PENELITIAN	37
A. Pendekatan dan jenis penelitian	37
B. Lokasi penelitian	37
C. Sumber data	38
D. Bahan dan Alat	38
E. Analisa data	38
F. Bagan Alur	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
A. Penentuan Daerah Aliran Sungai	41
B. Analisis Curah Hujan	42
1. Analisis Curah Hujan Wilayah	42
2. Analisis Curah Hujan Rancangan	54
3. Perhitungan Distribusi Hujan Efektif Jam jaman	58
C. Analisa Debit Banjir Dengan Metode HSS Nakayasu	59
D. Pembahasan	67

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	69
A. Kesimpulan.....	69
B. Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1 : Sistem proses pembentukan dasar sungai/morfologi sungai	8
2 : Bentuk – bentuk sungai buatan maupun alamiah	9
3 : Bentuk Morfologi Sungai Dimodifikasi	10
4 : Siklus Hidrologi	16
5 : Pembagian daerah dengan cara Thiessen	22
6 : Sekat Ukur Thompson atau V-notch	30
7 : Lengkung Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu	36
8 : Bagan Alur Penelitian	40
9 : Peta DAS Jeneberang	41
10 : Poligon Thiessen Das Jeneberang	42
11 : Grafik Peningkatan Curah Hujan Tahun 1999-2008 dan 1999-2018	57
12 : Grafik Rekapitulasi HSSN Periode Ulang 2-200 Tahun (10 T)	64
13 : Grafik Rekapitulasi HSSN Periode Ulang 2-200 Tahun (20 T)	66
14 : Grafik Perbandingan Peningkatan Debit Banjir Rencana	68

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1 : Persyaratan parameter statistic suatu distribusi	26
2 : Harga Koefisien Pengaliran (Run Off Coeffisien).....	28
3 : Luas Pengaruh Stasiun Hujan DAS Jeneberang	42
4 : Curah Hujan Maksimum Harian Tahunan 3 Stasiun (1999-2008).....	43
5 : Curah Hujan Maksimum 3 Stasiun (1999-2008)	44
6 : Curah Hujan Maksimum Harian Tahunan 3 Stasiun (1999-2008)	45
7 : Curah Hujan Maksimum Harian Tahunan 3 Stasiun (1999-2018).....	45
8 : Curah Hujan Harian Maksimum 3 Stasiun (1999-2018).....	46
9 : Urutan Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan (1999-2018)	47
10 : Parameter Statistik (10 Tahun).....	48
11 : Parameter Statistik (20 Tahun).....	49
12 : Uji Parameter Statistik Penentuan Jenis Distribusi (10 tahun).....	53
13 : Uji Parameter Statistik Penentuan Jenis Distribusi (20 tahun).....	53
14 : Analisis Metode Log Person Tipe III (10 tahun).....	54
15 : Analisis Metode Log Person Tipe III (20 tahun).....	55
16 : Curah Hujan Rancangan (10 tahun).....	56
17 : Curah Hujan Rancangan (20 tahun).....	56
18 : Rekapitulasi Curah Hujan.....	57
19 : Curah Hujan Efektif Jam – Jaman (1999-2008)	58
20 : Curah Hujan Efektif Jam – Jaman (1999-2018)	58
21 : Perhitungan Unit Hidrograf Metode Nakayasu.....	61
22 : Hasil Rekapitulasi Kala Ulang 10 Tahun Terakhir.....	63
23 : Hasil Rekapitulasi Kala Ulang 20 Tahun Terakhir.....	65

DAFTAR NOTASI SINGKATAN

\bar{R} = Curah hujan rata-rata

R_t = Besarnya curah hujan yang mungkin terjadi pada periode ulang T tahun

Y_T = Perkiraan nilai yang di harapkan terjadi pada periode ulang T tahunan

X_t = Besarnya debit rancangan untuk periode ulang T

C_s = Koefisien kemencengan

C_k = Koefisien kurtosis

C_v = Koefisien variasi

R_n = Hujan efektif dari awal sampai jam ke T

Q_p = Debit puncak banjir

A = Luas daerah pengaliran

L = Panjang aliran utama

Q = Debit banjir

B = Lebar sungai

n = Banyaknya pos hujan

S_x = Standar deviasi

C = Koefisien pengaliran

I = Kemiringan permukaan sungai

H_0 = Tinggi muka air normal

H_1 = Tinggi muka air banjir

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia memiliki sangat banyak sungai dan anak-anak sungai yang memiliki potensi untuk menyediakan sumber air yang dapat dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan air bagi masyarakat. Saat ini Indonesia memiliki sedikitnya 5.950 sungai utama dan 65.017 anak sungai. Dari 5,5 ribu sungai utama panjang totalnya mencapai 94.537 km dengan luas Daerah Aliran Sungai (DAS) mencapai 1.512.466 km². Selain mempunyai fungsi hidrologis, sungai juga memiliki peran penting dalam menjaga keanekaragaman hayati, nilai ekonomi, budaya, transportasi, dan lainnya. (A. Abd. Rahim, 2017).

Sungai merupakan salah satu sumber daya air yang mempunyai sejumlah potensi yang dapat dimanfaatkan bagi kesejahteraan manusia. Salah satu manfaat sungai sebagai sumber air di antaranya adalah sebagai sumber penghidupan dan kehidupan masyarakat yang tinggal disekitar sungai. Salah satu sungai yang berada di Indonesia yaitu Sungai Jeneberang yang terletak di wilayah Provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia.

Sungai Jeneberang memiliki panjang 78,75 Km mengalir dari timur ke barat dari Gunung Bawakaraeng dan Gunung Lompobattang menuju ke Selat Makassar. Daerah Aliran Sungai Jeneberang melintasi 8 kabupaten dan 1 kota yang tersebar di Provinsi Sulawesi Selatan. Sungai Jeneberang mempunyai Daerah Aliran Sungai (DAS) seluas 727 km². Sedangkan luas wilayah sungai

mencapai 9.331 km² dengan potensi air permukaan 13.229 Juta³/tahun dan potensi air tanah 1.504 Juta³/tahun.

Sungai Jeneberang saat ini banyak di manfaatkan oleh masyarakat di Kabupaten Gowa dan Makassar untuk lahan pertanian dan air bersih. Karena sifatnya yang berbelok-belok, genangan air sering kali cenderung terjadi khususnya di sekitar Kota Makassar selama musim hujan.

Salah satu fenomena alam yang mengancam keberadaan kehidupan manusia di beberapa wilayah di Indonesia setiap masuk musim penghujan yaitu banjir. Banjir yang terjadi disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya curah hujan yang tinggi dan berkurangnya kapasitas penampang sungai sehingga dimensi saluran air sungai tidak cukup untuk menampung debit aliran sungai yang ada dan menyebabkan air Sungai Jeneberang meluap dan mengenai pemukiman rumah warga.

Dirjen Sumber Daya Air Kementerian PUPR, mengungkapkan penyebab insiden sungai Jeneberang meluap yang berdampak naiknya Tinggi Muka Air (TMA) Bendungan Bili-Bili pada 22 Januari 2019 (news.rakyatku.com). Hujan deras mengguyur di enam kabupaten mengakibatkan pemukiman warga terendam banjir di antaranya kabupaten Gowa dan Makassar. Banjir itu akibat debit air di Bendungan Bili-bili, Kabupaten Gowa, meningkat hingga 101,87 meter karena intensitas hujan yang tinggi, yang mencapai debit air di sungai jeneberang meningkat hingga 2.240 m³/detik.

Banjir yang menggenangi pemukiman dan lahan pertanian di sungai Jeneberang merupakan permasalahan yang terjadi di setiap musim hujan.

Hal-hal tersebut di atas telah menyebabkan terjadinya kerusakan pada sumber daya alam dan lingkungan di daerah ini yang pada akhirnya berakibat buruk pada daerah sekitarnya. Banjir pada saat musim hujan terjadi pada hampir setiap tahun. Olehnya itu kami tertarik untuk melakukan penelitian **ANALISIS PENGARUH CURAH HUJAN TERHADAP PENINGKATAN DEBIT BANJIR PADA HULU SUNGAI JENEBERANG.**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Seberapa besar peningkatan curah hujan yang mempengaruhi debit banjir di sungai Jeneberang?
2. Bagaimana menganalisis besar pengaruh curah hujan pada periode ulang debit banjir di sungai Jeneberang?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah sebagaimana yang diuraikan di atas, maka tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Menganalisis besarnya peningkatan curah hujan yang mempengaruhi debit banjir sungai Jeneberang.
2. Menganalisis besar pengaruh curah hujan pada periode ulang debit banjir di sungai Jeneberang.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan pengetahuan bagi penulis dan memberikan informasi tentang analisis pengaruh curah hujan terhadap

peningkatan debit banjir pada hulu sungai Jeneberang dan sebagai dasar dalam mengetahui penyebab banjir di beberapa sub DAS Jeneberang.

E. Batasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil dari curah hujan terhadap peningkatan debit banjir di Sungai Jeneberang maka perlu ditetapkan batasan masalah. Adapun batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Analisis hidrologi menggunakan data hujan harian maksimum selama 20 tahun dari 3 stasiun yaitu, stasiun Malino, stasiun Tanralili, dan stasiun Tete batu.
2. Titik kontrol berada pada bagian hulu sungai Jeneberang sampai mulut bendungan Bili-bili.
3. Curah hujan dianggap merata pada seluruh bagian wilayah DAS.

F. Sistematika Penulisan

Bab I PENDAHULUAN yang berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab II KAJIAN PUSTAKA yang berisi tentang teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang diperlukan dalam melakukan penelitian ini, meliputi teori tentang Sungai, Hidrologi, metode perhitungan curah hujan, dan metode perhitungan debit banjir.

Bab III METODE PENELITIAN yang berisi tentang metode penelitian yang menjelaskan lokasi umum penelitian, Jenis penelitian, Analisa data serta tahap-tahap dalam proses penelitian.

Bab IV HASIL DAN PEMBAHASAN yang berisi tentang hasil penelitian yang menguraikan tentang hasil- hasil yang diperoleh dari proses penelitian dan hasil pembahasannya. Penyajian hasil penelitian memuat deskripsi sistematis tentang data yang diperoleh. Sedangkan pada bagian pembahasan adalah mengolah data hasil penelitian dengan tujuan untuk mencapai tujuan penelitian.

Bab V PENUTUP yang berisi tentang kesimpulan dan dari hasil penelitian ini, serta saran-saran dari penulis.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Sungai

1. Defenisi Sungai

Sungai merupakan jaringan alur-alur pada permukaan bumi yang terbentuk secara alamiah, mulai dari bentuk kecil di bagian hulu sampai besar dibagian hilir. Air hujan yang jatuh diatas permukaan bumi dalam perjalanannya sebagian kecil menguap dan sebagian besar mengalir dalam bentuk alur-alur kecil, kemudian menjadi alur-alur sedang seterusnya mengumpul menjadi satu alur besar atau utama. Dengan demikian dapat dikatakan sungai berfungsi menampung curah hujan dan mengalirkannya ke laut (Joerson Loebis, dkk,1993)

Defenisi diatas merupakan defenisi sungai yang alami, sedangkan menurut Peraturan Pemerintah RI Nomor 38 Pasal 1 Ayat 5 Tahun 2011 daerah aliran sungai adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

Sungai atau saluran terbuka menurut Bambang Triatmodjo (1993) dalam Andi Abd. Rahim 2017 adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada saluran terbuka, misalnya sungai (saluran alam), variabel aliran sangat tidak teratur terhadap ruang dan waktu. Variabel tersebut adalah tampang lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, belokan, debit dan sebagainya.

Sedangkan undang-undang persungai Jepang menjelaskan mengenai daerah sungai sebagai berikut (Sosrodarsono, S,dkk, 2008):

- a. Suatu daerah yang didalamnya terdapat air yang mengalir secara terus menerus.
- b. Suatu daerah yang topografisnya, keadaan tanamannya dan keadaan lainnya mirip dengan daerah yang didalamnya terdapat air yang mengalir secara terus-menerus termasuk tanggul sungai, tetapi tidak termasuk bagian daerah yang hanya secara sementara memenuhi keadaan tersebut diatas, yang disebabkan oleh banjir atau peristiwa alam lainnya.

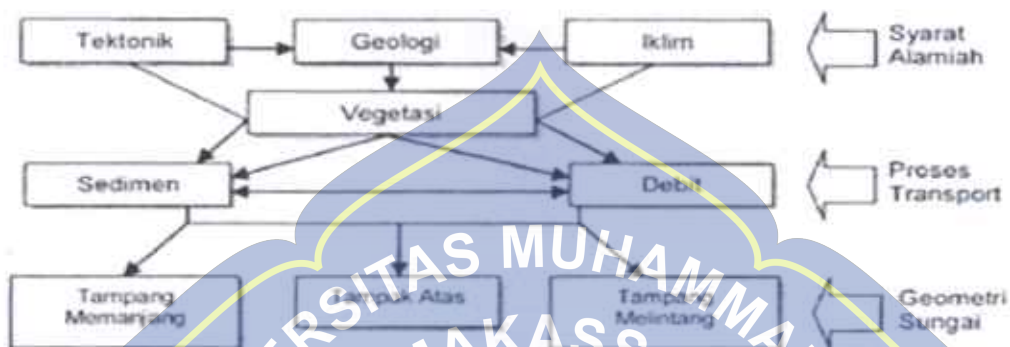
2. Morfologi Sungai

Faktor dominan yang berpengaruh terhadap pembentukan permukaan bumi adalah aliran air, termasuk di dalamnya sungai permukaan. Aliran air ini melintasi permukaan bumi dan membentuk alur aliran sungai atau *morfologi sungai* tertentu. Morfologi sungai tersebut menggambarkan keterpaduan antara karakteristik abiotik (fisik - hidrologi, hidraulika, sedimen, dan lain-lain) dan karakteristik biotik (biologi atau ekologi - flora dan fauna) daerah yang dilaluinya.

Faktor yang berpengaruh terhadap morfologi sungai tidak hanya faktor abiotik dan biotik namun juga campur tangan manusia dalam aktivitasnya mengadakan pembangunan-pembangunan di wilayah sungai (sosia-antropogenik). Pengaruh campur tangan manusia ini dapat mengakibatkan perubahan morfologi sungai yang jauh lebih cepat daripada pengaruh alamiah biotik dan abiotik saja.

Mangelsdorf dan Scheuermann (1980) dalam Agus Maryono 2009 mengusulkan empat faktor utama yang berpengaruh terhadap pembentukan alur

morfologi sungai selain sosia-antropogenik, yaitu tektonik, geologi, iklim, dan vegetasi. Hubungan antara faktor-faktor tersebut disajikan pada grafik dibawah ini. Proses tektonik, adanya geografi tanah dan batuan, perubahan iklim, serta vegetasi merupakan syarat awal terjadinya alur morfologi sungai.



Gambar 1 : Sistem proses pembentukan dasar sungai/morfologi sungai.

(Sumber: Mangelsdorf & Scheuermann, 1980 dalam Agus Maryono, 2009)

3. Perilaku Sungai

Sungai adalah suatu saluran drainase yang terbentuk secara alamiah. Akan tetapi disamping fungsinya sebagai saluran drainase dan dengan adanya air yang mengalir di dalamnya, sungai menggerus tanah dasarnya secara terus-menerus sepanjang masa existensinya dan terbentuklah lembah-lembah sungai (Sosrodarsono, S,dkk, 2008). Volume sedimen yang sangat besar yang dihasilkan dari keruntuhan tebing-tebing sungai di daerah pegunungan dan tertimbun di dasar sungai tersebut, terangkut ke hilir oleh aliran sungai. Karena di daerah pegunungan kemiringan sungainya curam, gaya tariknya sangat menurun. Dengan demikian beban yang terdapat dalam arus sungai berangsur-angsur diendapkan.

Karena itu ukuran butiran sedimen yang mengendap di bagian hulu sungai lebih besar dari pada bagian hilirnya.

Dengan terjadinya perubahan kemiringan yang mendadak pada saat alur sungai ke luar dari daerah pegunungan yang curam dan memasuki dataran yang lebih landai, maka pada lokasi ini terjadi proses pengendapan yang sangat intensif yang menyebabkan mudah berpindahnya alur sungai dan berbentuk apa yang disebut kipas pengendapan. Pada lokasi tersebut sungai bertambah lebar dan dangkal, erosi dasar sungai tidak lagi dapat terjadi, bahkan sebaliknya terjadi penendapan yang sangat intensif. Dasar sungai secara terus menerus naik, dan sedimen yang hanyut terbawa arus banjir, bersama dengan luapan air banjir tersebar dan mengendap secara luas membentuk dataran alluvial. Pada daerah dataran yang rata alur sungai tidak stabil dan apabila sungai mulai membelok, maka terjadilah erosi pada tebing belokan luar yang berlangsung sangat intensif, sehingga terbentuklah meander.

4. Bentuk – bentuk Sungai

Bentuk – bentuk sungai dalam Bambang Hardianto, dkk. (2014) baik buatan maupun alamiah, yang dapat kita jumpai diperlihatkan pada gambar berikut:

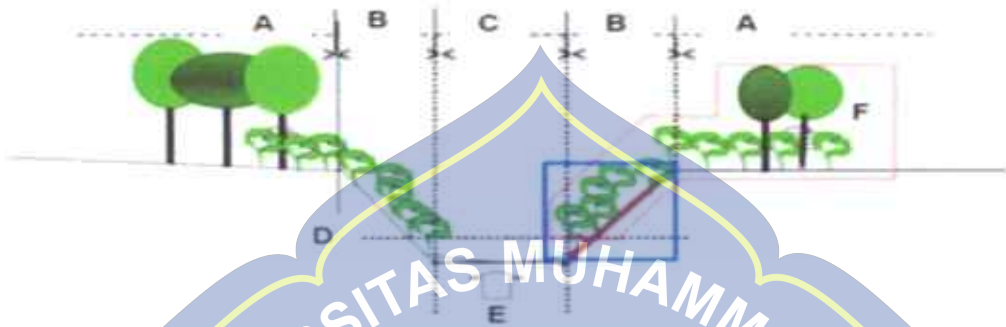


Gambar 2 : Bentuk – bentuk sungai buatan maupun alamiah.

(Sumber : Bambang Hardianto, dkk. (2014))

5. Struktur Sungai

Menurut Forman dan Gordon (1983) dalam Agus Maryono (2009), morfologi sungai pada hakekatnya merupakan bentuk luar, yang secara rinci digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3 : Bentuk morfologi sungai dimodifikasi
(Sumber: Forman dan Gordon (1983) dan Agus Maryono (2009))

Keterangan:

- A = bantaran sungai
- B = tebing/tering sungai
- C = badan sungai
- D = batas tinggi air semu
- E = dasar sungai
- F = vegetasi riparian

Lebih jauh Forman (1983) dalam Agus Maryono (2009), menyebutkan bahwa bagian dari bentuk luar sungai secara rinci dapat dipelajari melalui bagian-bagian dari sungai, yang disebut dengan istilah struktur sungai. Struktur sungai dapat dilihat dari tepian aliran sungai (tanggul sungai), alur bantaran, bantaran sungai dan tebing sungai, yang secara rinci diuraikan sebagai berikut:

a. Alur dan Tanggul Sungai

Alur sungai adalah bagian dari muka bumi yang selalu berisi air yang mengalir yang bersumber dari aliran limpasan, aliran *sub surface run-off*, mata air di bawah tanah (*base flow*).

b. Dasar dan Gradien Sungai

Dasar sungai sangat bervariasi dan sering mencerminkan batuan dasar yang keras. Jarang ditemukan bagian yang rata, kadangkala bentuknya bergelombang, landai atau dari bentuk keduanya sering terendapkan material yang terbawa oleh aliran sungai (endapan lumpur). Tebal tipisnya dasar sungai sangat dipengaruhi oleh batuan dasarnya.

c. Bantaran Sungai

Bantaran sungai merupakan bagian dari struktur sungai yang sangat rawan. Terletak antara badan sungai dengan tanggul sungai, mulai dari tebing sungai hingga bagian yang datar. Peranan fungsinya cukup efektif sebagai penyaring (*filter nutrient*), menghambat aliran permukaan dan pengendali besaran laju erosi. Bantaran sungai merupakan habitat tumbuhan yang spesifik (*vegetasi riparian*), yaitu tumbuhan yang komunitasnya tertentu mampu mengendalikan air pada saat musim penghujan dan kemarau.

d. Tebing Sungai

Bentang alam yang menghubungkan antara dasar sungai dengan tanggul sungai disebut dengan "tebing sungai". Tebing sungai umumnya membentuk lereng atau sudut lereng, yang tergantung dari medannya.

Semakin terjal akan semakin besar sudut lereng yang terbentuk. Tebing sungai merupakan habitat dari komunitas vegetasi riparian, kadangkala sangat rawan longsor karena batuan dasarnya sering berbentuk cadas.

B. Hidrologi

1. Pengertian Hidrologi

Hidrologi berasal dari bahasa Yunani, *Hydrologia*, yang berarti "ilmu air". Hidrologi adalah cabang ilmu Geografi yang mempelajari pergerakan, distribusi, dan kualitas air di seluruh Bumi, termasuk siklus hidrologi dan sumber daya air. Orang yang ahli dalam bidang hidrologi disebut hidrolog, bekerja dalam bidang ilmu bumi dan ilmu lingkungan, serta teknik sipil dan teknik lingkungan.

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari air dalam segala bentuknya (cairan, padat, gas) pada, dalam atau di atas permukaan tanah termasuk di dalamnya adalah penyebaran daur dan perilakunya, sifat-sifat fisika dan kimia, serta hubungannya dengan unsur-unsur hidup dalam air itu sendiri. Hidrologi juga mempelajari perilaku hujan terutama meliputi periode ulang curah hujan karena berkaitan dengan perhitungan banjir serta rencana untuk setiap bangunan teknik sipil antara lain bendung, bendungan dan tembatan.

Secara umum Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari masalah keberadaan air di bumi (siklus air) dan hidrologi memberikan alternatif bagi pengembangan sumberdaya air bagi pertanian dan industri.

Lebih lanjut, menurut Marta dan Adidarma (1983), bahwa hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang terjadinya, pergerakan dan distribusi air di bumi,

baik di atas maupun di bawah permukaan bumi, tentang sifat fisik, kimia air serta reaksinya terhadap lingkungan dan hubungannya dengan kehidupan. Sedangkan menurut Linsley (1996), menyatakan pula bahwa hidrologi ialah ilmu yang membicarakan tentang air yang ada di bumi, yaitu mengenai kejadian, perputaran dan pembagiannya, sifat-sifat fisik dan kimia, serta reaksinya terhadap lingkungan termasuk hubungannya dengan kehidupan.

Singh (1992), menyatakan bahwa hidrologi adalah ilmu yang membahas karakteristik menurut waktu dan ruang tentang kuantitas dan kualitas air bumi termasuk di dalamnya kejadian, pergerakan, penyebaran, sirkulasi, tampungan, eksplorasi, pengembangan dan manajemen.

Dari beberapa pendapat di atas dapat dikemukakan bahwa hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang air, baik di atmosfer, di bumi, dan di dalam bumi, tentang perputarannya, kejadiannya, distribusinya serta pengaruhnya terhadap kehidupan yang ada di alam ini.

Berdasarkan konsep tersebut, hidrologi memiliki ruang lingkup atau cakupan yang luas. Secara substansial, cakupan bidang ilmu itu meliputi: asal mula dan proses terjadinya air, pergerakan dan penyebaran air, sifatsifat air, keterkaitan air dengan lingkungan dan kehidupan. Hidrologi merupakan suatu ilmu yang mengkaji tentang kehadiran dan gerakan air di alam. Studi hidrologi meliputi berbagai bentuk air serta menyangkut perubahan-perubahannya, antara lain dalam keadaan cair, padat, gas, dalam atmosfer, di atas dan di bawah permukaan tanah, distribusinya, penyebarannya, gerakannya dan lain sebagainya.

Pembahasan tentang ilmu hidrologi tidak dapat dilepaskan dari siklus hidrologi. Siklus hidrologi sendiri adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi.

2. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan proses pengeluaran air dan perubahannya menjadi uap air yang mengembun kembali menjadi air yang berlangsung terus-menerus tiada henti-hentinya. Sebagai akibat terjadinya sinar matahari maka timbul panas. Dengan adanya panas ini maka air akan menguap menjadi uap air dari semua tanah, sungai, danau, telaga, waduk, laut, kolam, sawah dan lain-lain dan prosesnya disebut penguapan (evaporation). Penguapan juga terjadi pada semua tanaman yang disebut transpirasi (transpiration) (Soedibyo, 2003)

Siklus hidrologi dimulai dengan penguapan air dari laut. Uap yang dihasilkan dibawa oleh udara yang bergerak. Dalam kondisi yang memungkinkan, uap tersebut terkondensasi membentuk awan, pada akhirnya dapat menghasilkan presipitasi. Presipitasi jatuh ke bumi menyebar dengan arah yang berbeda-beda dalam beberapa cara. Sebagian besar dari presipitasi tersebut sementara tertahan pada tanah di dekat tempat ia jatuh, dan akhirnya dikembalikan lagi ke atmosfer oleh penguapan (evaporasi) dan pemeluhan (transpirasi) oleh tanaman.

Sebagian air mencari jalannya sendiri melalui permukaan dan bagian atas tanah menuju sungai, sementara lainnya menembus masuk lebih jauh ke dalam tanah menjadi bagian dari air tanah (groundwater). Di bawah pengaruh gaya

gravitasi, baik aliran air permukaan (surface streamflow) maupun air dalam tanah bergerak ke tempat yang lebih rendah yang dapat mengalir ke laut. Namun, sejumlah besar air permukaan dan air bawah tanah dikembalikan ke atmosfer oleh penguapan dan pemeluhan (transpirasi) sebelum sampai ke laut (Linsley,1996).

Secara gravitasi (alami) air mengalir dari daerah yang tinggi ke daerah yang rendah, dari gunung-gunung, pegunungan ke lembah, lalu ke daerah lebih rendah, sampai ke daerah pantai dan akhirnya akan bermuara ke laut. Aliran air ini disebut aliran permukaan tanah karena bergerak di atas muka tanah. Aliran ini biasanya akan memasuki daerah tangkapan atau daerah aliran menuju ke sistem jaringan sungai, sistem danau ataupun waduk.

Sebagian air hujan yang jatuh di permukaan bumi akan menjadi aliran permukaan (surface run off). Aliran permukaan sebagian akan meresap ke dalam tanah menjadi aliran bawah permukaan melalui proses infiltrasi (infiltration), dan perkolasi (percolation), selebihnya terkumpul di dalam jaringan alur sungai (river flow). Apabila kondisi tanah memungkinkan sebagian air infiltrasi akan mengalir kembali ke dalam sungai (river), atau genangan lainya seperti waduk, danau sebagai interflow. Sebagian dari air dalam tanah dapat muncul lagi ke permukaan tanah sebagai air eksfiltrasi (exfiltration) dan dapat terkumpul lagi dalam alur sungai atau langsung menuju ke laut/lautan. (Soewarno, 2000).

Dalam siklus hidrologi, air hujan yang turun akibat dari penguapan air dipermukaan bumi sebagian akan mengalir melalui permukaan bumi kearah horisontal sebagai limpasan (run off). Sebagian lagi akan bergerak secara vertikal,

meresap kedalam tanah untuk nantinya akan keluar lagi menuju permukaan sebagai sumber mata air ataupun sebagai sungai bawah tanah, sedangkan sisanya akan menguap lagi menuju atmosfer. Air yang terinfiltrasi ke tanah mula-mula akan mengisi pori-pori tanah sampai mencapai kadar air jenuh. Apabila kondisi tersebut telah tercapai, maka air tersebut akan bergerak dalam dua arah, arah horisontal sebagai interflow dan arah vertikal sebagai perkolasi (Sumber : Sri Harto, Hidrologi Terapan, 1994).

Analisis hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi. Fenomena hidrologi seperti besarnya curah hujan, temperatur, penguapan, lamanya penyinaran matahari, kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air, selalu berubah menurut waktu. Untuk suatu tujuan tertentu data-data hidrologi dapat dikumpulkan, dihitung, disajikan, dan ditafsirkan dengan menggunakan prosedur tertentu (Yuliana, 2008).



Gambar 4 : Siklus Hidrologi (Sumber : Yuliana, 2008)

C. Hujan

1. Pengertian Hujan

Hujan adalah proses pengembalian air yang telah diuapkan ke atmosfer menuju ke permukaan bumi. Pengembalian ini akibat dari udara yang naik hingga melewati ketinggian kondensasi dan berubah menjadi awan. Di dalam awan terjadi proses tumbukan dan penggabungan antar butir-butir air yang akan meningkatkan massa dan volume butir air, jika butiran air akan turun dalam bentuk hujan. Agar terjadi hujan terdapat tiga faktor utama yang penting, yaitu: massa udara yang lembab, inti kondensasi (seperti partikel debu, kristal garam), dan suatu sarana sebagai tempat berlangsungnya proses pendinginan akibat udara. Pengangkatan massa ke udara ke atmosfer dapat berlangsung dengan cara-cara pendinginan siklonik, orografis, dan konvektif (Iskandar, 2012)

Menurut Iskandar (2012), 3 (tiga) tipe hujan yang umum dijumpai di daerah tropis dapat disebutkan sebagai berikut:

a. Hujan Konveksional (Convictional storms)

Tipe hujan ini disebabkan oleh adanya beda panas yang diterima permukaan tanah dengan panas yang diterima oleh lapisan udara di atas permukaan tanah tersebut. Sumber panas di daerah tropis adalah berasal dari matahari. Beda panas ini biasanya terjadi pada akhir musim kering yang akan menyebabkan hujan dengan intensitas tinggi sebagai hasil proses kondensasi massa air basah pada ketinggian di atas 15 km. Mekanisme terjadinya hujan tipe konvektif secara singkat adalah sebagai berikut: ketika lapisan udara di

atas permukaan tanah menjadi lebih panas daripada lapisan udara di atasnya, maka berlangsunglah gerakan massa udara panas tersebut ke tempat yang lebih tinggi. Massa udara panas yang bergerak ke tempat yang lebih tinggi tersebut pada saatnya akan terkondensasi. Pada proses ini terjadi pelepasan tenaga panas yang akan menyebabkan udara menjadi tambah panas, dan dengan demikian, mendorong udara panas tersebut bergerak lebih tinggi lagi sampai ketinggian tertentu dimana uap air panas tersebut membeku dan jatuh sebagai hujan oleh adanya gravitasi. Tipe hujan konvektif biasanya dicirikan dengan intensitas yang tinggi berlangsung relative cepat, dan mencakup wilayah yang tidak terlalu luas. Tipe hujan konvektif inilah yang seringkali digunakan untuk membedakan dari tipe hujan yang sering dijumpai di daerah beriklim sedang (tipe hujan frontal) dengan intensitas hujan lebih sedang.

b. Hujan Frontal (Frontal/cyclonic storms)

Tipe hujan yang umumnya disebabkan oleh bergulungnya dua massa udara yang berbeda suhu dan kelembaban. Pada tipe hujan ini, massa udara lembab yang hangat dipaksa bergerak ke tempat yang lebih tinggi (suhu lebih rendah dengan kerapatan udara dingin lebih besar). Tergantung pada tipe hujan yang dihasilkannya, hujan frontal dapat dibedakan menjadi hujan frontal dingin dan hangat. Hujan frontal dingin biasanya mempunyai kemiringan permukaan frontal yang besar dan menyebabkan gerakan massa udara ke tempat yang lebih tinggi cepat sehingga bentuk hujan yang dihasilkan adalah hujan lebat dalam waktu singkat. Sebaliknya, pada hujan frontal hangat, kemiringan permukaan frontal tidak terlalu besar sehingga gerakan massa udara ke tempat

yang lebih tinggi dapat dilakukan dengan perlahan-lahan (proses pendinginan berlangsung bertahap). Tipe hujan yang dihasilkannya adalah hujan yang tidak terlalu lebat dan berlangsung dalam waktu lebih lama (hujan dengan intensitas rendah). Hujan badai dan hujan monsoon adalah tipe hujan frontal yang lazim dijumpai.

c. Hujan Orografik (Orographic storm)

Jenis hujan yang umum terjadi di daerah pegunungan, yaitu ketika massa udara bergerak ke tempat yang lebih tinggi mengikuti bentang lahan pegunungan sampai saatnya terjadi proses kondensasi. Ketika massa udara melewati daerah bergunung, pada lereng dimana angin berhembus (windward side) terjadi hujan orografik. Sementara pada lereng dimana gerakan massa udara tidak atau kurang berarti (leeward side), udara yang turun akan mengalami pemanasan dengan sifat kering, dan daerah ini disebut daerah "bayangan" dan hujan yang terjadi disebut hujan di daerah "bayangan" (jumlah hujan lebih kecil daripada hujan yang terjadi di daerah windward side). Besarnya intensitas hujan orografik cenderung menjadi lebih besar dengan meningkatnya ketebalan lapisan udara lembab di atmosfer yang bergerak ke tempat yang lebih tinggi. Tipe hujan orografik dianggap sebagai pemasok air tanah, danau, bendungan, dan sungai karena berlangsung di daerah hulu DAS.

2. Siklus Hujan

Terjadinya hujan terutama karena adanya perpindahan massa air basah ke tempat yang lebih tinggi sebagai respom adanya beda tekanan udara antara dua tempat yang berbeda ketinggiannya. Karena adanya akumulasi uap air pada suhu yang rendah maka akan terjadilah proses kondensasi, dan pada gilirannya massa air basah tersebut jatuh sebagai air hujan (Iskandar, 2012). Mekanisme berlangsungnya hujan melibatkan tiga faktor utama, yaitu:

- a. Kenaikan massa uap air ke tempat yang lebih tinggi sampai saatnya atmosfer menjadi penuh.
- b. Terjadi kondensasi atas partikel-partikel uap air di atmosfer.
- c. Partikel-partikel uap air tersebut bertambah besar sejalan dengan waktu untuk kemudian jatuh ke bumi dan permukaan laut (sebagai hujan) karena gravitasi. Siklus hidrologi merupakan proses pengeluaran air dan perubahannya menjadi uap air yang mengembun kembali menjadi air yang berlangsung terus menerus tiada henti-hentinya.

Sebagai akibat terjadinya sinar matahari maka timbul panas. Dengan adanya panas ini maka air akan menguap menjadi uap air dari semua tanah, sungai, danau, telaga, waduk, laut, kolam, sawah, dan lain-lain dan prosesnya disebut penguapan (evaporation). Penguapan juga terjadi pada semua tanaman yang disebut transpirasi (transpiration) (Girsang, 2008)

3. Periode Ulang Curah Hujan

Periode ulang adalah terminologi yang sering digunakan dalam bidang sumber daya air, yang kadang di pahami secara berbeda oleh berbagai pihak. Defenisi fundamental dari hidrologi statistik mengenai “periode ulang” (Haan 1977) : “periode ulang adalah rerata selang waktu terjadinya suatu kejadian dengan suatu besaran tertentu atau lebih besar”.

4. Metode Analisis Curah Hujan

Pengukuran hujan adalah cara untuk memperoleh data hujan yang terjadi hanya pada satu tempat saja. Akan tetapi dalam analisis umumnya yang diinginkan adalah data hujan rata-rata DAS (catchment rainfall). Untuk menghitung besaran ini dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain :

a. Analisis Curah Hujan Wilayah

1) Cara Poligon Thiessen

Cara ini memperhitungkan luas daerah yang mewakili dari pos-pos hujan yang bersangkutan (Sumber : Sri Harto, Analisis Hidrologi, 1993). Untuk digunakan sebagai faktor bobot dalam perhitungan curah hujan rata-rata dengan rumus :

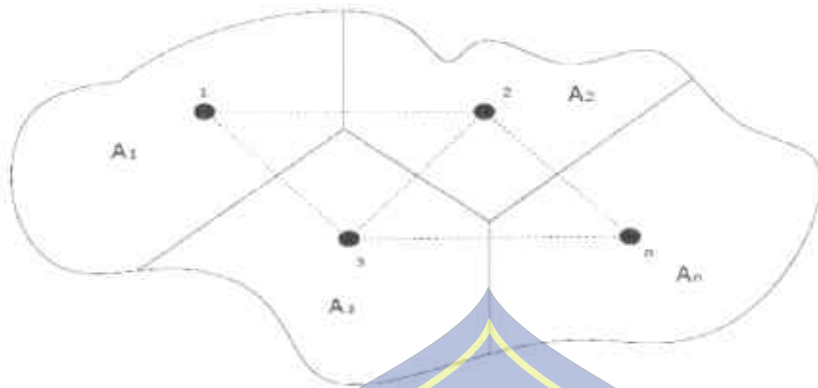
$$\bar{R} = R_1W_1 + R_2W_2 + \dots + R_nW_n \quad (1)$$

Dimana :

R = curah hujan rata-rata (mm)

$R_1...R_2...R_n$ = curah hujan masing-masing stasiun (mm)

$W_1...W_2...W_n$ = faktor bobot masing-masing stasiun. Yaitu % daerah pengaruh terhadap luas keseluruhan.



Gambar 5 : Pembagian daerah dengan cara Thiessen
(Sumber : Sri Harto, Analisis Hidrologi, 1993)

2) Cara Rata-rata Alfabar

Cara menghitung rata-rata aritmetis (arithmetic mean) adalah cara yang paling sederhana. Metode rata-rata hitung dengan menjumlahkan curah hujan dari semua tempat pengukuran selama satu periode tertentu dan membaginya dengan banyaknya tempat pengukuran. Jika dirumuskan dalam suatu persamaan adalah sebagai berikut :

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad (2)$$

Di mana :

\bar{R} = curah hujan rata-rata (mm)

R_1, R_2, R_3 = besarnya curah hujan pada masing-masing pos (mm)

n = banyaknya pos hujan

(Sumber : Sri Harto, Analisis Hidrologi, 1993)

b. Analisis Curah Hujan Rancangan Rancangan

Curah hujan rancangan adalah curah hujan harian maksimum yang mungkin terjadi dalam periode waktu tertentu, misal 5 tahunan, 10 tahunan, dan seterusnya, kemudian metode yang digunakan untuk menghitung curah hujan rancangan adalah:

1) Analisis Curah Hujan Metode Normal

Distribusi Normal atau kurva normal disebut pula Distribusi Gauss. Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode Distribusi Normal, dengan persamaan sebagai berikut (Soewarno, 1995):

$$X_T = X + k \cdot S_x \quad (3)$$

Dimana:

X_T = Variabel yang diekstrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun

X = Harga rata-rata dari data

K = Variabel Reduksi

S_x = Standar Deviasi

2) Analisis Curah Hujan Metode Log Normal

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode Distribusi Log Normal, dengan persamaan sebagai berikut (Soewarno, 1995):

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + k \cdot S_x \log X \quad (4)$$

Dimana:

$\text{Log } X_T$ = Variabel yang diekstrapolasi, yaitu besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun

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

K = Variabel Reduksi

$S_x \log X$ = Standar Deviasi

3) Analisis Curah Hujan Metode Gumbel

Untuk menghitung curah hujan rencana dengan metode distribusi gumbel digunakan persamaan distribusi frekuensi empiris sebagai berikut.

$$X_t = X_r + (K \times S_x) \quad (5)$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X - X_r)^2}{n-1}} \quad (6)$$

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \quad (7)$$

Dimana

X_t = nilai variat yang di harapkan terjadi.

X_r = nilai rata-rata hitung variat

Y_t = nilai reduksi variat dari variabel yang di harapkan terjadi pada periode ulang tertentu.

Y_n = nilai rata-rata dari reduksi varian (mean of reduce variate)
nilainya tergantung dari jumlah data (n)

S_n = deviasi standar dari reduksi varian (mean of reduce variate)
nilainya tergantung dari jumlah data (n)

4) Log Pearson Type III

Distribusi Log Pearson Type III atau Distribusi Extrim Type III digunakan untuk analisis variabel hidrologi dengan nilai varian minimum misalnya analisis frekwensi distribusi dari debit minimum (low flows). Distribusi Log Pearson Type III merupakan hasil transformasi dari distribusi Pearson Type III dengan menggantikan data menjadi nilai logaritmik. Pada distribusi Log Pearson Type III tidak mempunyai sifat khas yang dapat dipergunakan untuk memperkirakan jenis distribusi ini. Pada umumnya sebaran data statistik memenuhi kriteria pada metode ini. Persamaan distribusi Log Pearson Type III dapat ditulis sebagai berikut :

$$X_t = \bar{X} + (G \times S) \quad (8)$$

Dimana : X_t = Besarnya curah hujan dengan periode t (mm)

\bar{X} = Rata-rata nilai data X hasil pengamatan (mm)

G = Faktor Frekuensi

S = Standar Deviasi

Penentuan jenis distribusi probabilitas yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter data tersebut dengan syarat masing-masing jenis distribusi seperti pada tabel 1 :

Tabel 1 : Persyaratan parameter statistic suatu distribusi

Sumber : Bambang,T (2008)

N0	Distribusi	Persyaratan
1	Normal	$C_s = 0$ $C_k = 3$
2	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
3	Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
4	Log Pearson III	Selain dari nilai di atas

a) Harga rata-rata

$$\log X = \frac{\sum \log X}{n} \quad (9)$$

b) Standar deviasai

$$S \log X = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \log X)^2}{n-1}} \quad (10)$$

c) Koefisien variasi

$$\log X = \frac{S \log X}{\log X} \quad (11)$$

d) Koefisien kemencengan (skewness)

$$C_s = \frac{n \cdot \sum (\log X_i - \log X)^3}{(n-1)(n-2)(S \log X)^3} \quad (12)$$

e) Koefisien kurtosis

$$C_k = \frac{n^2 \cdot \sum (\log X_i - \log X)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S \log X)^4} \quad (13)$$

c. Distribusi Curah Hujan Tiap Jam

Perhitungan hidrograf banjir dengan memakai sistem unit hidrograf diperlukan pembagian hujan yang mungkin terjadi dalam selang waktu. Daerah pengaliran di Indonesia biasanya diambil selang waktu 5 sampai dengan 7 jam. Sebagai pendekatan untuk pengaliran DAS Jeneberang diambil hujan harian selama 5 jam. Pengambilan curah hujan tiap jamnya dihitung dengan metode mononobe, yaitu:

- 1) Perhitungan rata-rata hujan sampai jam ke-T

$$R_t = R_o (T_1/t)^{2.5} = R_o (5/T)^{2.5} \quad (14)$$

$$R_o = R_{24}/T_1$$

Dimana :

R_t = Rata-rata hujan jam ke-T,

T_1 = Waktu terpusat hujan harian,

R_{24} = Hujan harian Maksimum (mm/jam),

R_o = Hujan harian rata-rata (mm/jam).

- 2) Perhitungan curah hujan pada jam ke-T

$$R_t = t.R_t - (t-1) \cdot R (t-1) \quad (15)$$

Keterangan :

R_t = Curah hujan pada jam ke-T

d. Curah Hujan Efektif

Untuk menghitung debit banjir rencana, maka hasil perhitungan curah hujan harian dirubah menjadi hujan efektif. Dalam hal ini curah hujan efektif sama dengan curah hujan harian dikurangi dengan kehilangan

seperti penguapan, peresapan, dan sebagainya. Apabila kehilangan tersebut dinyatakan sebagai bagian dari hujan rata-rata yang jatuh di dalam aliran sungai, maka besarnya curah hujan menjadi :

$$R_e = R_t - d \cdot R_t \quad (16)$$

$$= R_t (1 - d), \text{ jika } 1 - d = C$$

Dengan :

R_e = Curah hujan efektif,

R_t = Curah hujan rata-rata yang jatuh di dalam daerah aliran sungai,

d = Koefisien yang menyatakan berapa bagian/kehilangan curah hujan,

C = Koefisien aliran.

Tabel 2 : Harga Koefisien Pengaliran (Run Off Coefficient)

Kondisi Daerah Aliran	Harga C
Daerah pegunungan berlereng terjal	0,75 - 0,90
Daerah perbukitan	0,70 - 0,80
Daerah bergelombang dan bersemak-semak	0,50 - 0,75
Daerah dataran yang digarap	0,45 - 0,60
Daerah persawahan irigasi	0,70 - 0,80
Sungai di daerah pegunungan	0,75 - 0,80
Sungai kecil di daerah dataran	0,45 - 0,75
Sungai yang bebas dengan wilayah pengikisan yang lebih dari seperlunya terdiri dari dataran	0,50 - 0,75

Sumber : Bendungan Type Urugan Ir. Suyono Sosrodarsono dan Kensaku Takeda

D. Debit

1. Debit Aliran

Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai persatuan waktu. Dalam sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/det) (Chay Asdak, 2014).

Pengukuran debit aliran dilapangan pada dasarnya dapat dilakukan melalui empat kategori (Gordon et al, 1992 dalam Chay Asdak, 2014):

- a. Pengukuran volume air sungai.
- b. Pengukuran debit dengan cara mengukur kecepatan aliran dan menentukan luas penampang melintang sungai dan menggunakan rumus:

$$Q = V \cdot A \quad (17)$$

Dimana:

Q = debit aliran (m^3/det)

V = kecepatan aliran (m/det)

A = luas penampang (m^2)

- c. Mengukur debit dengan menggunakan bahan kimia (pewarna) yang dialirkan dalam aliran sungai (*substance tracing method*).
- d. Pengukuran debit dengan dengan membuat bangunan pengukur seperti *weir* (aliran air lambat) atau *flume* (aliran air cepat).

Alat ukur ini berbentuk segitiga terbalik atau yang terkenal dengan nama sekat thompson (V-notch) di PDAM, dengan sudut puncak di bawah. Sudut puncak dapat merupakan sudut siku atau sudut lain. Alat ukur Thompson sering digunakan untuk mengukur debit-debit yang kecil (Ragil Dwi Lestari, 2016).

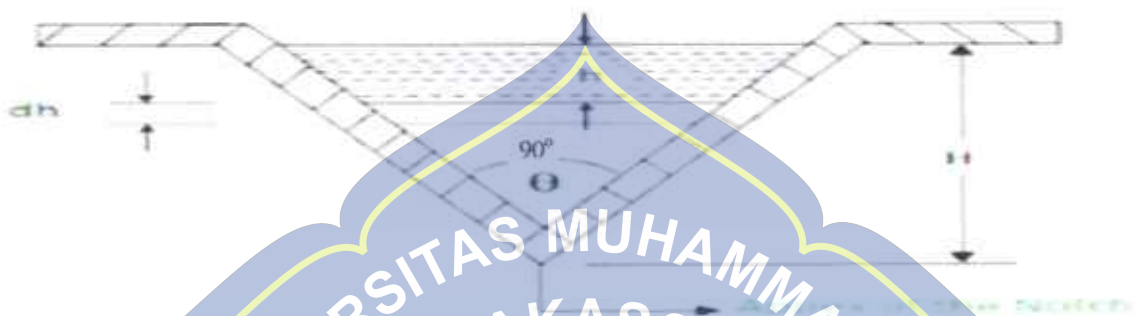


Fig : Triangular Notch

Gambar 6 : Sekat Ukur Thompson atau V-notch

(<http://lifeofnadya.blogspot.com/2017/11/>)

Dengan menggunakan persamaan diferensial dan integritas didapat suatu rumus persamaan untuk mencari nilai debit pada alat ukur peluap segitiga, adapun persamaan tersebut :

$$Q = \frac{8}{15} C_d \cdot \tan \frac{\theta}{2} \sqrt{2 \cdot g} \cdot h^{5/2} \quad (18)$$

Dimana:

Q = Debit aliran (m^3/det)

h = Kedalaman air pada bak pengukur debit (m)

θ = Sudut V- Notch (Thompson = 90°)

Cd = Koefisien Thompson (umumnya Cd = 0,6)

g = Percepatan grafitasi ($9,8 m/det^2$)

2. Debit Banjir

Debit banjir rencana adalah debit maksimum di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang (rata-rata) yang sudah ditentukan yang dapat dialirkan tanpa membahayakan proyek irigasi dan stabilitas bangunanbangunannya. Debit banjir rencana ditetapkan dengan cara menganalisis debit puncak, dan biasanya dihitung berdasarkan hasil pengamatan harian tinggi muka air. Melalui periode ulang, dapat ditentukan nilai debit rencana. Debit banjir rencana ini dipergunakan untuk perhitungan tinggi air banjir rencana, tekanan air dan menghitung stabilitas bendung dan talud bronjong.

Adapun beberapa metode yang di gunakan dalam perhitungan debit banjir rencana antara lain yaitu:

a. Analisis Debit Banjir Rencana Metode Melchior

Metode Melchior digunakan untuk luas DAS $> 100 \text{ km}^2$

Rumus :

$$Q = \alpha x \beta x q x A \quad (19)$$

$$\beta = \frac{180+0,750A}{150+A} \quad (20)$$

$$T = \frac{1000L}{3600v} \quad (21)$$

$$v = 1,31 \sqrt{\beta \cdot q \cdot A \cdot i^2} \quad (22)$$

$$nF = 1/4 \pi a b = 1/4 x 3,14 x 20 x 13 = 204,1 \text{ km}^2 \quad (23)$$

$$\alpha = 0,52$$

Dimana :

Q = debit banjir rencana pada periode ulang tertentu (m^3/det)

α = koefisien limpasan air hujan

β = koefisien pengurangan luas daerah hujan

q = intensitas maksimum jatuhnya hujan rata-rata ($m^3/det/km$)

A = luas daerah pengaliran sungai (km^2)

t = waktu konsentrasi hujan (jam)

L = panjang sungai (km)

i = kemiringan sungai

b. Analisis Debit Banjir Rencana Metode Haspers

Metode yang digunakan untuk mengestimasi debit rancangan adalah metode Harpers. Persamaan umum yang digunakan adalah (Joesron Loebis, 1992):

$$Q_i = \alpha \cdot \beta \cdot A \cdot q t \quad (24)$$

$$\alpha = \frac{1 + 0,012 \times A^{0,7}}{1 + 0,075 \times A^{0,7}} \quad (25)$$

$$t c = 0,1 \cdot L^{0,8} i^{-0,4} \quad (26)$$

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t + (3,7 \times 10^{-0,4t}) \times A^{0,7}}{t^2 + 15} \times \frac{1}{12} \quad (27)$$

$$q t = \frac{t \times R24}{t + 1 - 0,008(260 - R24)(2 - t)^2} \quad (28)$$

untuk $t < 2$ jam

$$R_t = \frac{t \times R24}{t + 1 - 0,008(260 - R24)(2 - t)^2} \quad (29)$$

untuk $2 \text{ jam} < t \leq 19 \text{ jam}$

$$R_t = \frac{t \times R_{24}}{t + 1} \quad (30)$$

untuk $19 \text{ jam} < t \leq 30 \text{ hari}$

$$R_t = 0,707 \times R_{24}(t + 1) \times 0,5 \quad (31)$$

Dimana:

α = Koefisien pengaliran

β = Koefisien reduksi

t = Waktu konsentrasi (jam)

A = Luas DAS (km^2)

L = Panjang sungai (km)

i = Kemiringan sungai rerata

R_{24} = Curah hujan rancangan (mm)

R_t = Intensitas hujan

Q_t = Hujan maksimum ($\text{m}^3/\text{km}^3/\text{detik}$)

c. Analisis Debit Banjir Rencana Metode Der Weduwen

Untuk menghitung debit rancangan dengan metode der weduwen didasarkan pada rumus berikut ini (Joesron Loebis, 1992):

$$Q_n = \alpha \cdot \beta \cdot q_n \cdot A \quad (32)$$

$$\alpha = 1 - \frac{4,1}{\beta \cdot q_n + 7} \quad (33)$$

$$\beta = \frac{120 + \frac{t+1}{t+9} A}{120 + A} \quad (34)$$

$$q_n = \frac{R_n}{240} \times \frac{67,65}{1,45} \quad (35)$$

$$t = 0,25 \cdot L \cdot Q^{-0,125} \cdot I^{-0,25} \quad (36)$$

Dimana:

Q_n = Debit rencana dengan kala ulang n-tahun ($m^3/detik$)

R_n = Curah hujan rencanan priode ulang n-tahun (mm/hari)

α = Koefisien limpasan air hujan

β = Koefisien pengurangan luas untuk curah hujan didaerah aliran sungai

q_n = Luasan curah hujan ($m^3/dt.km^2$)

A = Luas DAS (km^2)

t = Lamanya hujan (jam)

L = Panjang sungai (km)

I = Kemiringan sungai

d. Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Nakayasu (1950) dari Jepang, telah membuat rumus hidrograf satuan sintetik dari hasil penyelidikannya. Rumus tersebut adalah sebagai berikut:

$$Q_p = \frac{C \times A \times R_0}{3,6 \times (0,3T_p + T_{0,3})} \quad (37)$$

Keterangan :

Q_p = debit puncak banjir (m³/det)

R_0 = hujan satuan (mm)

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

$T_p = t_g + 0,8 t_r$

T_g = waktu konsentrasi (jam), tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (*time lag*), dalam hal ini, jika:

$$L < 15 \text{ km} \quad t_g = 0,21 \cdot L^{0,7}$$

$$L > 15 \text{ km} \quad t_g = 0,4 + 0,058 \cdot L$$

t_r = tenggang waktu hidrograf (*time base of hidrograf*)

= 0,5 sampai 1 t_g

$T_{0,3} = \alpha \cdot t_g$

$$\alpha = \frac{0,47 \times (A \cdot L)^{0,25}}{t_g} \quad (38)$$

untuk :

1. Daerah pengaliran biasa $\alpha = 2$
2. Bagian naik hidrograf yang lambat dan bagian menurun yang cepat $\alpha = 1,5$
3. Bagian naik hidrograf yang cepat dan bagian menurun yang lambat $\alpha = 3$

Bagian lengkung naik (rising limb) hidrograf satuan memiliki rumus :

$$Q_a = Q_p \times \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4} \quad (39)$$

Keterangan : Q_a = Limpasan sebelum mencapai debit puncak (m^3/det)

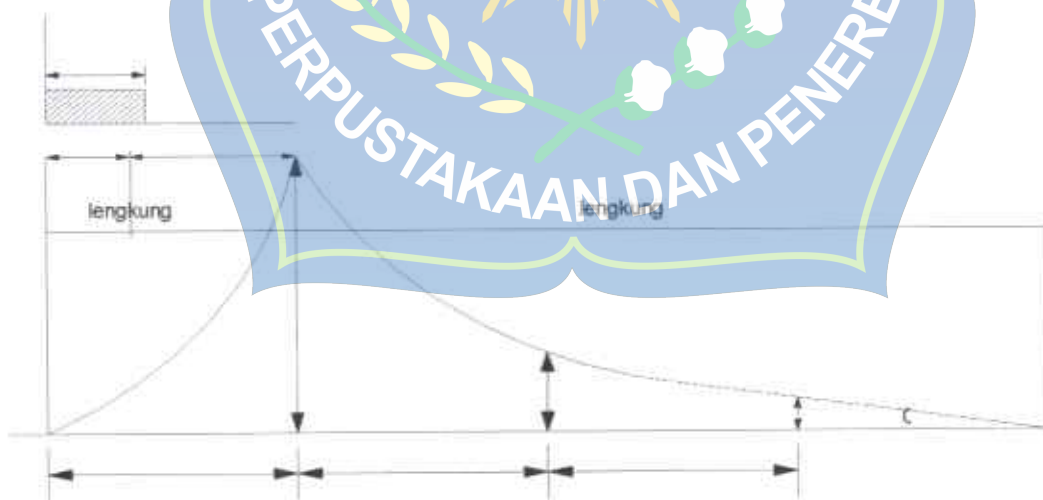
t = Waktu (jam)

Bagian lengkung turun (decreasing limb) hidrograf satuan

$$Q_{d1} = Q_p \times 0,3 \frac{t - T_p}{0,3 T_p} \quad (40)$$

$$Q_{d2} = Q_p \times 0,3 \frac{t - T_p + 0,5 T_p}{1,5 T_p} \quad (41)$$

$$Q_{d3} = Q_p \times 0,3 \frac{t - T_p + 1,5 T_p}{2 T_p} \quad (42)$$



Gambar 7 : Gambar Lengkung Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu.

(Sumber : Triatmodjo 2010)

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Pendekatan dan Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif dengan cara mengumpulkan data-data dari Instansi yang berkaitan. Jenis penelitian yang digunakan adalah Penelitian eksperimen,

Curah hujan dapat di hitung dengan 3 metode yaitu metode Iwai, Log Person Type III dan metode Gumbel. Namun dalam penelitian kali ini penulis menggunakan metode Log Pearson Type III. Sedangkan untuk menentukan debit banjir rencana di gunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu.

B. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang digunakan untuk meneliti adalah Sungai Jeneberang yang terletak di Provinsi Sulawesi selatan tepatnya di bagian hulu sampai mulut bendungan Bili-bili (titik kontrol). Sungai tersebut memiliki panjang total antara 78,75 km, mengalir dari timur ke barat dari gunung Bawakaraeng dan gunung Lompobattang menuju selat Makassar dan sungai Jeneberang mempunyai DAS seluas 727 km², secara Geografis DAS Jeneberang terletak pada 119°23'50" BT 119°56'10" BT dan 05°26'00" LS.

Adapun DAS yang dimaksud dipengaruhi oleh 3 (tiga) stasiun pengamatan curah hujan yaitu Stasiun Malino Stasiun Tetebatu, dan Stasiun Tanralili

C. Sumber Data

Sumber data di peroleh dari Instansi yang terkait:

1. Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang Direktorat Jenderal Sumber Daya Air.
2. Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air Provinsi Sulawesi Selatan.

Dan adapun data Observasi diperoleh dari penelusuran sungai Jeneberang (walk trough) digunakan untuk mendapatkan gambaran yang jelas dari lokasi penelitian. Data yang peroleh berupa foto kondisi lapangan.

D. Bahan dan Alat

1. Bahan

Adapun bahan (data) yang di gunakan dalam penelitian ini adalah : Peta DAS diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, dan data curah hujan harian selama 20 tahun terakhir (1999-2018) yang di peroleh dari Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air Provinsi Sulawesi Selatan.

2. Alat

Sedangkan alat yang di gunakan dalam penelitian ini adalah : Perlengkapan kerja seperti alat tulis, kalkulator, dan komputer.

E. Analisis Data

1. Menghitung curah hujan rencana dengan metode Log Pearson Type III.

$$X_t = X + (G \times S)$$

Dimana :

X_t = Besarnya curah hujan dengan periode t (mm)

\bar{X} = Rata-rata nilai data X hasil pengamatan (mm)

G = Faktor Frekuensi

S = Standar Deviasi

2. Menghitung debit banjir dengan metode HSS Nakayasu dengan Rumus tersebut sebagai berikut:

$$Q_p = \frac{C \times A \times R_0}{3,8 \times (0,3T_p + T_{0,3})}$$

Keterangan:

Q_p = Debit puncak banjir (m³/det)

R_0 = Hujan satuan (mm)

T_p = Tenggang waktu (time lag) dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0,3}$ = Waktu yg di perlukan oleh penurunan debit dari debit puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak (jam)

T_g = Waktu konsentrasi pada daerah aliran (jam).

t_r = Satuan waktu dari curah hujan (0.50 s/d 1.00) x T_g

α = Koefisien pengaliran (1.5 s/d 3)

L = Panjang sungai

Bagan Alur Penelitian



Gambar 8 : Bagan Alur Pengerjaan Tugas Akhir

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Daerah Aliran Sungai

Penentuan Daerah Aliran Sungai (DAS) diambil sungai terbesar dan sangat berpengaruh di beberapa kabupaten/kota yang ada disulawesi selatan Kota-kota besar yang diliputi Daerah Aliran Sungai ini antara lain Makassar (Ujung Pandang) yaitu Kota Malino, Kota Bili-bili, dan Kota Sungguminasa. DAS Jeneberang berdasar peta tersebut mempunyai luasan sebesar 727 km² dan panjang sungai 78,75 km Sungai ini berasal dan mengalir dari bagian timur Gunung Bawakaraeng (2,833 mdpl) dan Gunung Lompobattang (2,876 mdpl) yang kemudian menuju hilirnya di Selat Makassar. Pada Daerah Aliran Sungai Jeneberang, terdapat dua daerah penampungan air (reservoir) utama yaitu di Kota Bili-bili dan Jenelata. Gambar DAS Jeneberang dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 : Peta DAS Jeneberang (Sumber : BBWS Pompengan Jeneberang)

B. Analisis Curah Hujan

1. Curah Hujan Wilayah

Besarnya curah hujan maksimum harian rata-rata DAS dihitung dengan metode *Thiessen*, di mana pada metode ini mempertimbangkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan. Penggunaan metode *Thiessen* karena kondisi topografi dan jumlah stasiun memenuhi syarat untuk digunakan metode ini. Stasiun hujan yang berpengaruh pada DAS Jeneberang yaitu stasiun hujan Malino, stasiun hujan Tetebatu, dan stasiun hujan Tanralili.

Tabel 2 : Luas pengaruh stasiun hujan terhadap DAS Jeneberang

No	Nama Stasiun	Luas (km ²)	Bobot Thiessen
1	Malino	288	0,49
2	Tetebatu	158	0,27
3	Tanralili	139	0,24
	Luas total	585	1



Gambar 10 : Poligon Thiessen Das Jeneberang
(Sumber : BBWS Pompengan Jeneberang)

a. Ketersediaan Data Hujan

Untuk mendapatkan hasil yang memiliki akurasi tinggi, dibutuhkan ketersediaan data yang secara kualitas dan kuantitas cukup memadai. Data hujan yang digunakan direncanakan selama 20 tahun sejak Tahun 1999 hingga Tahun 2018 dan untuk mendapatkan nilai yang lebih akurat dilakukan perbandingan terhadap data curah hujan 10 tahun. Data hujan harian maksimum stasiun dalam kurun waktu yang ditentukan dapat di lihat pada tabel 4.2 dan 4.3. Data curah hujan harian maksimum ini didapat dari curah hujan harian dalam satu tahun yang terbesar di ketiga stasiun tersebut.

Berikut adalah tabel hasil perhitungan Curah Hujan Wilayah dengan menggunakan metode Aljabar dan Polygon Thiessen yaitu

Tabel 3 : Curah Hujan Maksimum Harian Tahunan 3 Stasiun (1999 – 2008)

Tahun	Kondisi / Tanggal	Stasiun			Rata-rata		Max
		I	II	III	Aljabar	Thiessen	
1999	1 01 Januari	185	78	58	107,0	126,00	135,0
	2 02 Januari	75	211	22	102,7	99,23	
	3 05 Februari	115	174	132	140,3	134,98	
2000	1 04 februari	118	40	46	68,0	79,86	79,9
	2 01 Februari	29	156	48	77,7	67,84	
	3 05 Februari	25	12	227	88,0	69,31	
2001	1 09 Februari	115	133	95	114,3	115,13	115,1
	2 03 Februari	18	156	72	82,0	68,10	
	3 24 Januari	31	0	122	51,0	44,16	
2002	1 14 Januari	125	0	0	41,7	61,60	72,6
	2 07 Maret	5	133	56	64,7	51,69	
	3 01 Januari	42	79	129	83,3	72,60	
2003	1 23 Desember	163	36	0	66,3	90,07	90,1
	2 11 Januari	80	152	0	77,3	80,53	
	3 13-Nov	51	1	49	33,7	37,01	

2004	1	10 Februari	137	6	121	88,0	97,79	97,8
	2	05 Februari	58	114	44	72,0	69,83	
	3	10 Februari	137	6	121	88,0	97,79	
2005	1	03 Maret	82	9	28	39,7	49,47	50,8
	2	06 Januari	9	138	38	61,7	50,75	
	3	26 Desember	6	18	89	37,7	28,90	
2006	1	25 Januari	220	46	63	109,7	135,78	135,8
	2	27 Februari	53	191	82	108,7	97,18	
	3	09 Februari	65	7	110	60,7	59,97	
2007	1	01 Februari	135	81	18	78,0	92,70	98,7
	2	03 Januari	87	124	94	101,7	98,66	
	3	27 Desember	58	28	160	82,0	74,04	
2008	1	05 Februari	75	0	4	26,3	37,91	54,1
	2	03 Februari	0	200	0	66,7	54,09	
	3	6-Apr	35	0	53	29,3	29,80	
Jumlah								3547,0
Rata-rata								197,1

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4 : Curah Hujan Maksimum 3 Stasiun (1999 – 2008)

Nama Stasiun	Tanggal	MAX
Malino	25 Januari 2006	220
Tetebatu	02 Januari 1999	211
Tanralili	05 februari 2000	227

(Sumber : BBWS Pompengan Jeneberang)

Dari tabel di atas curah hujan terbesar terdapat pada tanggal 05 februari tahun 2000 yang berlokasi di stasiun curah hujan Tanralili.

Tabel 5 : Urutan Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan (1999-2008)

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tahun	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
R Max	135,0	79,9	115,1	72,6	90,1	97,8	50,8	135,8	98,7	54,1

Berdasarkan dari data perhitungan di atas diketahui curah hujan harian maksimum tahunan terendah terjadi pada tahun 2005 dengan curah hujan sebesar 50,8 mm dan curah hujan tahunan tertinggi terjadi pada tahun 2006 dengan curah hujan sebesar 135,8 mm.

Tabel 6 : Curah Hujan Maksimum Harian Tahunan 3 Stasiun (1999 – 2018)

Tahun	Kondisi/ Tanggal		Stasiun			Rata-rata		Max
			I	II	III	Afbar	Pbessen	
1999	1	01 Januari	185	78	58	107,0	126,00	135,0
	2	02 Januari	75	211	22	102,7	99,23	
	3	05 Februari	115	174	132	140,3	134,98	
2000	1	04 Februari	118	40	46	68,0	79,86	79,9
	2	01 Februari	29	156	48	77,7	67,84	
	3	05 Februari	25	12	227	88,0	69,31	
2001	1	09 Februari	115	133	95	114,3	115,13	115,1
	2	03 Februari	18	156	72	82,0	68,10	
	3	24 Januari	31	0	122	51,0	44,16	
2002	1	14 Januari	125	0	0	41,7	61,60	72,6
	2	07 Maret	5	133	56	64,7	51,69	
	3	01 Januari	42	79	129	83,3	72,60	
2003	1	23 Desember	163	36	0	66,3	90,07	90,1
	2	11 Januari	80	152	0	72,3	80,53	
	3	13-Nov	51	1	49	33,7	37,01	
2004	1	10 Februari	137	6	121	88,0	97,79	97,8
	2	05 Februari	58	114	44	72,0	69,83	
	3	10 Februari	137	6	121	88,0	97,79	
2005	1	03 Maret	82	9	28	39,7	49,47	50,8
	2	06 Januari	9	138	38	61,7	50,75	
	3	26 Desember	6	18	89	37,7	28,90	
2006	1	25 Januari	220	46	63	109,7	135,78	135,8
	2	27 Februari	53	191	82	108,7	97,18	
	3	09 Februari	65	7	110	60,7	59,97	
2007	1	01 Februari	135	81	18	78,0	92,70	98,7
	2	03 Januari	87	124	94	101,7	98,66	
	3	27 Desember	58	28	160	82,0	74,04	

2008	1	05 Februari	75	0	4	26,3	37,91	54,1
	2	03 Februari	0	200	0	66,7	54,09	
	3	6-Apr	35	0	53	29,3	29,80	
2009	1	29 Januari	93	93	0	62,0	70,98	131,0
	2	17 Januari	49	99	0	49,3	50,92	
	3	08 Desember	131	131	131	131,0	131,00	
2010	1	13 Januari	96	95	39	76,7	82,23	88,0
	2	20 Februari	13	98	40	50,3	42,38	
	3	26 Desember	88	46	136	90,0	88,01	
2011	1	12 Januari	133	74	10	72,3	87,92	99,2
	2	05 Februari	91	164	21	92,0	94,17	
	3	01 Maret	86	92	135	104,3	99,22	
2012	1	28 Maret	17	3	0	6,7	9,19	36,1
	2	02 Februari	2	130	0	44,0	36,14	
	3	11 Desember	3	12	114	43,0	31,71	
2013	1	05 Januari	275	0	255	176,7	195,90	195,9
	2	03 Mei	0	98	0	32,7	26,50	
	3	05 Januari	275	0	255	176,7	195,90	
2014	1	16 Januari	125	60	73	86,0	95,11	95,1
	2	10 Mei	8	86	2	32,0	27,67	
	3	17 Januari	40	30	114	61,3	54,82	
2015	1	03 Maret	119	93	83	98,3	103,45	103,4
	2	18 Desember	48	190	0	79,3	75,04	
	3	04 Maret	0	56	146	67,3	49,71	
2016	1	16 Maret	87	0	14	33,7	46,19	46,2
	2	03 Februari	22	76	20	39,3	36,13	
	3	01 Oktober	9	2	121	44,0	33,62	
2017	1	12 Januari	177	0	0	59,0	87,23	87,2
	2	12-Nov	0	168	32	66,7	53,01	
	3	13-Nov	5	15	101	40,3	30,43	
2018	1	19 Juni	185	0	0	61,7	91,17	91,2
	2	09 Februari	82	133	28	81,0	83,01	
	3	16 Februari	10	97	109	72,0	56,97	
Jumlah								1903,1
Rata-rata								95,2

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 7 : Curah Hujan Maksimum 3 Stasiun (1999 – 2018)

Nama Stasiun	Tanggal	MAX
Malino	05 januari 2013	275
Tetebatu	02 januari 1999	211
Tanralili	05 januari 2013	255

(Sumber : BBWS Pompengan Jeneberang)

Dari tabel di atas curah hujan terbesar terdapat pada tanggal 05 Januari 2013 yang berlokasi di stasiun curah hujan Malino.

Tabel 8 : Urutan Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan (1999-2018)

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tahun	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
R Max	135,0	79,9	115,1	72,6	90,1	97,8	50,8	135,8	98,7	54,1

No.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tahun	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
R Max	131,0	88,0	99,2	36,1	195,9	95,1	103,4	46,2	87,2	91,2

Berdasarkan dari data perhitungan di atas diketahui curah hujan harian maksimum tahunan terendah terjadi pada tahun 2012 dengan curah hujan sebesar 36,1 mm dan curah hujan tahunan tertinggi terjadi pada tahun 2013 dengan curah hujan sebesar 195,9 mm.

b. Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana

Dari hasil perhitungan curah hujan rata-rata maksimum dengan Metode Poligon Thiessen di atas perlu ditentukan kemungkinan terulangnya curah hujan bulanan maksimum guna menentukan debit banjir rencana.

c. Parameter Statistik (Pengukuran Dispersi)

Suatu kenyataan bahwa tidak semua nilai dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya, tetapi kemungkinan ada nilai yang lebih besar atau lebih kecil dari nilai rata-ratanya (Sosrodarsono dan Takeda, 1993). Besarnya dispersi dapat dilakukan pengukuran dispersi yakni melalui perhitungan parameter statistik untuk $(X_i - \bar{X})$, $(X_i - \bar{X})^2$, $(X_i - \bar{X})^3$, $(X_i - \bar{X})^4$ terlebih dahulu. di mana :

X_i = Besarnya curah hujan daerah (mm)

\bar{X} = Rata-rata curah hujan maksimum daerah (mm)

Perhitungan parameter statistik dapat dilihat pada Tabel 9 dan 10.

Tabel 9 : Parameter Statistik (10 tahun)

Tahun	X	($X_i - \bar{X}$)	($X_i - \bar{X}$) ²	($X_i - \bar{X}$) ³	($X_i - \bar{X}$) ⁴
1999	188,86	69,70	4858,69	338671,50	23606858,68
2000	136,58	17,42	303,48	5286,71	92097,42
2001	131,00	11,84	140,21	1660,31	19660,09
2002	130,30	11,14	124,15	1383,26	15412,51
2003	115,44	-3,72	13,81	-51,35	190,85
2004	102,54	-16,62	276,22	-4590,82	76299,28
2005	99,72	-19,44	377,81	-7343,73	142743,33
2006	99,64	-19,52	380,98	-7436,23	145145,53
2007	94,39	-24,77	613,53	-15197,01	376424,11
2008	93,11	-26,05	678,37	-17668,71	460192,60
Jumlah	1191,59				
Rata-rata	119,16		7767,27	294713,94	24935024,39

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 10 : Parameter Statistik (20 tahun)

Tahun	X	(Xi-Xr)	(Xi-Xr) ²	(Xi-Xr) ³	(Xi-Xr) ⁴
1999	188,86	94,91	9008,25	854989,41	81148590,93
2000	136,58	42,63	1817,15	77461,65	3302039,89
2001	131,00	37,05	1372,61	50853,39	1884053,58
2002	130,30	36,35	1321,30	48028,66	1745824,74
2003	115,44	21,49	461,85	9925,44	213304,34
2004	102,54	8,59	73,75	633,30	5438,46
2005	99,72	5,77	33,29	192,11	1108,48
2006	99,64	5,69	32,36	184,10	1047,34
2007	94,39	0,44	0,19	0,08	0,04
2008	93,11	-0,84	0,70	-0,59	0,49
2009	87,29	-6,66	44,32	-295,05	1964,27
2010	85,73	-8,23	67,66	-556,50	4577,38
2011	85,22	-8,73	76,19	-664,98	5804,19
2012	81,54	-12,41	154,10	-1912,96	23747,00
2013	77,39	-16,56	274,11	-4538,35	75138,74
2014	74,15	-19,80	392,18	-7766,62	153807,06
2015	59,10	-34,85	1214,74	-42337,31	1475585,21
2016	54,19	-39,76	1580,97	-62861,68	2499470,43
2017	43,49	-50,46	2546,18	-128479,29	6483022,14
2018	39,34	-54,62	2982,92	-162915,49	8897811,21
Jumlah	1879,03				
Rata-rata	93,95		23454,82	629939,32	107922335,92

Sumber : Hasil Perhitungan

Macam pengukuran dispersi antara lain sebagai berikut :

- 1) Deviasi standar (Sd)

Perhitungan deviasi standar menggunakan Persamaan (Soemarto, 1999)

sebagai berikut:

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

di mana :

Sd = Deviasi standar

X_i = Nilai variat ke i

\bar{X} = Nilai rata-rata variat

n = Jumlah data

10 tahun

$$Sd = \sqrt{\frac{43264,31}{9}}$$

$$Sd = 69,33$$

20 tahun

$$Sd = \sqrt{\frac{23454,82}{9}}$$

$$Sd = 35,13$$

2) Koefisien skewness (C_s)

Perhitungan koefisien skewness digunakan Persamaan 2.7 pada BAB II

(Soemarto, 1999) sebagai berikut:

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n \{(X_i) - \bar{X}\}^3}{(n-1)(n-2)Sd^3}$$

10 tahun

$$C_s = \frac{10 + 294713,94}{(10-1)(10-2) + 69,33^3}$$

$$C_s = 0,12$$

20 tahun

$$Cs = \frac{20 + 629939,32}{(20 - 1)(20 - 2) + 35,13^3}$$

$$Cs = 0,85$$

3) Pengukuran kurtosis (Ck)

Perhitungan kurtosis menggunakan Persamaan 2.8 pada BAB II

(Soemarto, 1999) sebagai berikut:

10 tahun

$$Ck = \frac{10^2 * 24935024}{(10 - 1)(10 - 2) * 24935024}$$

$$Ck = 1,39$$

20 tahun

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n \{Xi - Xr\}^4}{(n - 1)(n - 2) + \sum_{i=1}^n \{Xi - Xr\}^4}$$

$$Ck = \frac{20^2 * 107922335,92}{(20 - 1)(20 - 2) + 107922335,92}$$

$$Ck = 1,17$$

4) Koefisien variasi (Cv)

Perhitungan koefisien variasi menggunakan Persamaan (Soemarto, 1999)

sebagai berikut:

10 tahun

$$Cv = \frac{s}{Xr}$$

$$Cv = \frac{69,33}{119,16} \quad Cv = 0,58$$

20 tahun

$$Cv = \frac{s}{\bar{X}_r}$$

$$Cv = \frac{35,13}{93,95}$$

$$Cv = 0,37$$

d. Analisis Jenis Distribusi

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

Langkah yang ditempuh adalah dengan menggunakan data yang terkecil sampai data yang 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) Gumbel, (D) atau Log Pearson III.

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

- 1) Distribusi Normal yakni nilai C_s dan C_k
- 2) Distribusi Log Normal yakni nilai C_s dan C_k dari nilai C_v

3) Distribusi Gumbel yakni nilai C_s dan C_k

4) Distribusi Log Pearson III apabila ketiga distribusi di atas tidak ada yang sesuai maka Distribusi ini dapat digunakan.

Dari data analisis frekuensi curah hujan yang telah dihitung maka dapat ditentukan jenis distribusi curah hujan yang digunakan.

Tabel 11 : Uji Parameter Statistik Untuk Penentuan Jenis Distribusi (10 tahun)

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil	Kesimpulan
1	Normal	$C_s = 0$	$C_s = 0,12$	Tidak Memenuhi
		$C_k = 3$	$C_k = 1,39$	
2	Log Normal	$C_s = Cv^3 + 3 Cv$	1,94	Tidak Memenuhi
		$C_k = Cv^8 + 6 Cv^6 + 15 Cv^4 + 16 Cv^2 + 3$	12,65	
3	Gumbel	$C_s = 1,1396$	0,12	Tidak Memenuhi
		$C_k = 5,4002$	1,39	
4	Log Pearson III	Selain dari nilai diatas	$C_s = 0,12$ $C_k = 1,39$	Memenuhi

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 12 : Uji Parameter Statistik Untuk Penentuan Jenis Distribusi (20 tahun)

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil	Kesimpulan
1	Normal	$C_s = 0$	$C_s = 0,85$	Tidak Memenuhi
		$C_k = 3$	$C_k = 1,17$	
2	Log Normal	$C_s = Cv^3 + 3 Cv$	1,17	Tidak Memenuhi
		$C_k = Cv^8 + 6 Cv^6 + 15 Cv^4 + 16 Cv^2 + 3$	6,34	
3	Gumbel	$C_s = 1,1396$	0,85	Tidak Memenuhi
		$C_k = 5,4002$	1,17	
4	Log Pearson III	Selain dari nilai diatas	$C_s = 0,85$ $C_k = 1,17$	Memenuhi

Sumber : Hasil Perhitungan

2. Analisis Curah Hujan Rancangan

Berdasarkan uji parameter statistic pada tabel 11 dan Tabel 12 di atas maka distribusi Log Pearson Type III yang dapat digunakan sebagai metode perhitungan curah hujan rencana. metode distribusi Log Person Tipe III, hasil perhitungan disajikan dalam Tabel 13 dan Tabel 14 berikut ini:

Tabel 13 : Analisis Metode Log Person Type III (10 tahun).

No.	Tahun	Xi	k
1	2006	135,78	3,00
2	1999	134,98	2,90
3	2001	115,43	2,80
4	2007	98,66	2,70
5	2004	97,79	2,60
6	2003	90,07	2,50
7	2000	79,86	2,40
8	2002	72,60	2,30
9	2008	54,09	2,20
10	2005	50,75	2,10
Jumlah		929,70	25,50
Rata-rata		92,97	2,55
Standar deviasi		0,15	
Koef. skewness		0,12	
kurtosis		1,39	

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 14 : Analisis Metode Log Person Type III (20 tahun)

No.	Tahun	Xi	K
1	2013	195,897	3,00
2	2006	135,776	3,00
3	1999	134,98	2,90
4	2009	131	2,80
5	2001	115,133	2,70
6	2015	103,446	2,60
7	2011	99,2234	2,50
8	2007	98,6631	2,40
9	2004	97,786	2,30
10	2014	95,1111	2,20
11	2018	91,1718	2,10
12	2003	90,0651	2,00
13	2010	88,0062	1,90
14	2017	87,2292	1,80
15	2000	79,8605	1,70
16	2002	72,6032	1,60
17	2008	54,0855	1,50
18	2005	50,7509	1,40
19	2016	46,1899	1,30
20	2012	36,1412	1,20
Jumlah		1903,12	42,90
Rata-rata		95,16	2,15
Standar deviasi			0,18
Koef. skewness			0,85
kurtosis			1,17

Sumber : Hasil Perhitungan

Nilai koefisien kemencengan (C_s) yang terdapat pada tabel 13 dan 14 maka dapat dihitung nilai G melalui interpolasi berdasarkan tabel harga G. Setelah nilai G didapat dihitung curah hujan rencana pada setiap periode ulang. Nilai curah hujan rencana seperti ditunjukkan pada Tabel 15 dan 16 berikut ini:

Tabel 15 : Curah hujan rencangan menggunakan metode Log person tipe III (10 tahun)

NO	Periode ulang	Log Xr	G	Sd	$X_i = X_r + (S \cdot G)$ (mm)
1	2	1,947	-0,310	0,15	79,51
2	5	1,947	0,835	0,15	117,64
3	10	1,947	1,294	0,15	137,67
4	25	1,947	1,793	0,15	163,28
5	50	1,947	2,119	0,15	182,57
6	100	1,947	2,416	0,15	202,15
7	200	1,947	2,69	0,15	222,08

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 16 : Curah hujan rencangan menggunakan metode Log person tipe III (20 tahun)

NO	Periode ulang	Log Xr	G	Sd	$X_i = X_r + (S \cdot G)$ (mm)
1	2	1,945	-0,140	1,90	83,56
2	5	1,945	0,775	1,90	120,96
3	10	1,945	1,337	1,90	151,88
4	25	1,945	2,005	1,90	198,98
5	50	1,945	2,475	1,90	240,62
6	100	1,945	2,924	1,90	288,47
7	200	1,945	3,554	1,90	343,59

Sumber : Hasil Perhitungan

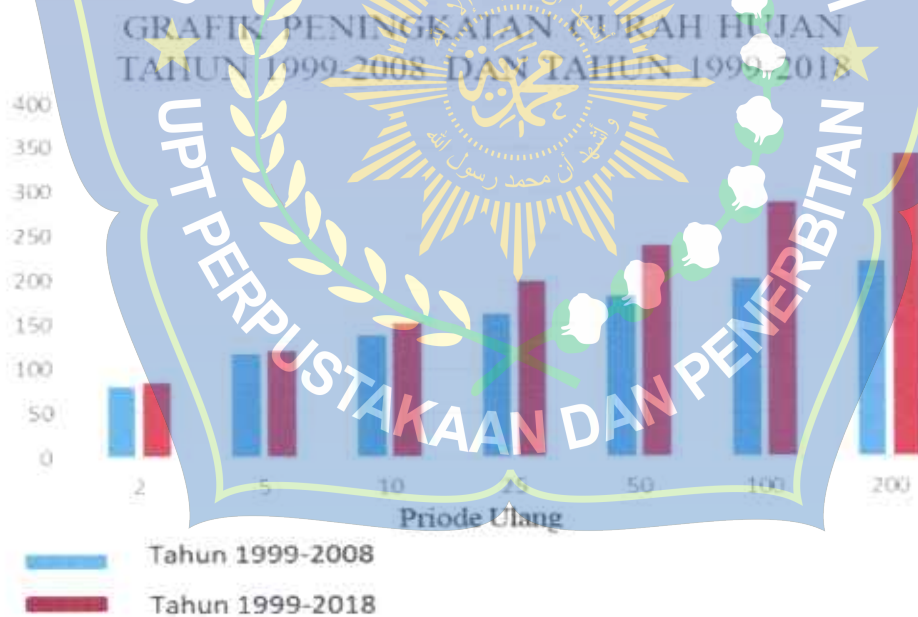
Dari hasil curah hujan rencana yang didapat kan pada tabel 15 dan tabel 16 diatas maka di dapat kan perbandingan antara 10 tahun terakhir dan 20 tahun terakhir. Rekapitulasi nilai perbandingan curah hujan ditunjuk kan pada tabel 17 sebagai berikut:

Tabel 17 : Rekapitulasi Curah Hujan

No	Periode	Metode Log Person Type III		Selisih Peningkatan		Perbandingan
	Ulang	10 tahun	20 tahun	10 tahun	20 tahun	10 tahun dan 20 tahun
1	2	79,51	83,56			4,05
2	5	117,64	120,96	38,13	37,40	3,31
3	10	137,67	151,88	20,03	30,92	14,21
4	25	163,28	198,98	25,61	47,10	35,70
5	50	182,57	240,62	19,29	41,64	58,05
6	100	202,15	288,47	19,57	47,84	86,32
7	200	222,08	343,59	19,93	57,12	121,51

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk mempermudah menganalisis peningkatan curah hujan rencana maka dilampirkan dalam bentuk grafik berikut ini.



Gambar 11 : Grafik Peningkatan curah hujan tahun 1999-2008 dan curah hujan tahun 1999-2018

3. Perhitungan Distribusi Hujan Efektif Jam-jaman

Dari curah hujan rencana yang di dapat kan dengan menggunakan metode Log Pearson Type III pada tabel 15 dan 16 maka dapat di ketahui nilai curah hujan efektif jam-jaman dengan menggunakan metode Menonobe. Hasil selengkap nya dapat dilihat pada tabel 18 dan 19 berikut:

Tabel 18 : Curah hujan efektif jam-jaman (1999-2008)

Waktu (Jam)	Rasio (%)	Curah Hujan Rencana (mm)						
		2 tahun	5 tahun	10 tahun	25 tahun	50 tahun	100 tahun	200 tahun
1	58,48	34,87	51,60	60,38	71,62	80,08	88,66	97,40
2	15,20	9,06	13,41	15,69	18,61	20,81	23,04	25,32
3	10,66	6,36	9,41	11,01	13,06	14,60	16,17	17,76
4	8,49	5,06	7,49	8,76	10,40	11,62	12,87	14,14
5	7,17	4,27	6,32	7,40	8,78	9,82	10,87	11,94
Hujan Efektif		59,63	88,23	103,25	122,46	136,93	151,61	166,56
Koefisien Pengaliran		0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Probabilitas Hujan Maksimum		79,51	117,64	137,67	163,28	182,57	202,15	222,08

Sumber : Hasil Perhitungan 10 tahun

Tabel 19 : Curah hujan efektif jam-jaman (1999-2018)

Waktu (Jam)	Rasio (%)	Curah Hujan Rencana (mm)						
		2 tahun	5 tahun	10 tahun	25 tahun	50 tahun	100 tahun	200 tahun
1	58,48	36,65	53,05	66,62	87,27	105,84	126,52	150,70
2	15,20	9,53	13,79	17,31	22,68	27,43	32,89	36,45
3	10,66	6,68	9,67	12,15	15,91	19,24	23,07	25,57
4	8,49	5,32	7,70	9,67	12,67	15,32	18,36	20,35
5	7,17	4,49	6,50	8,17	10,70	12,94	15,51	17,19
Hujan Efektif		90,72	90,72	113,91	149,23	180,47	216,35	257,69
Koefisien Pengaliran		0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Probabilitas Hujan Maksimum		83,56	120,96	151,88	198,98	240,62	288,47	343,59

Sumber : Hasil Perhitungan 20 tahun

C. Analisis Dedit Banjir Dengan Metode Hss Nakayasu

Setelah diperoleh curah hujan Efektif Jam-jaman, maka dilakukan perhitungan hidrograf satuan sintetik (HSS) Nakayasu untuk memperoleh waktu puncak banjir. Perhitungan debit banjir dengan metode HSS Nakayasu pada sungai Jeneberang dapat di lihat dalam langkah-langkah di bawah ini :

Dari hasil pengukuran menggunakan Google Earth, di dapatkan hasil sebagai berikut :

$$\text{Luas Daerah Aliran Sungai} = 585 \text{ km}^2$$

$$\text{Panjang sungai} = 36,4 \text{ km}$$

1. Menghitung waktu konsentrasi (T_g)

$$T_g = 0,40 + 0,058 L \quad (\text{untuk } L > 15 \text{ km})$$

$$= 0,40 + 0,058 * 36,4$$

$$= 2,51 \text{ jam}$$

2. Menghitung koefisien alfa (α)

$$\alpha = 2$$

3. Menentukan satuan waktu yang digunakan (t_r)

$$t_r = 0,5 * T_g \quad (\text{ketentuan } t_r = 0,5 * T_g \text{ sampai dengan } 1 * T_g)$$

$$= 0,5 * 2,51 = 1,26 \text{ jam}$$

4. Menghitung waktu puncak (T_p)

$$T_p = T_g + 0,80 t_r$$

$$= 2,51 + 0,80 * 1,26 = 3,52 \text{ jam}$$

5. Menghitung waktu resesi ($T_{0,3}$)

$$T_{0,3} = \alpha T_p = 2 \times 2,51 = 5,02 \text{ jam}$$

6. Menghitung debit puncak (Q_p)

$$Q_p = \frac{C \cdot A \cdot R^0}{3,6(0,3 T_p + T_{0,3})}$$

$$Q_p = \frac{0,75 \times 585 \times 1,00}{3,6(0,3 \times 3,52 + 5,02)} = 12,03 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$(T_p + T_{0,3}) = 8,54 \text{ jam}$$

$$(T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}) = 16,07 \text{ jam}$$

7. Menentukan persamaan unit hidrograf Nakayasu

Kurva Naik (QN)

$$0 \leq t < T_p$$

$$\text{Persamaan } Q_n = Q_{\text{maks}} \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4}$$

Kurva turun 1 (QT 1)

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

$$\text{Persamaan } Q_t = Q_{\text{maks}} \times 0,3 \left(\frac{t - T_p}{T_{0,3}} \right)$$

Kurva turun 2 (QT 2)

$$(T_p + T_{0,3}) < t < (T_p + T_{0,3} + T_{0,32})$$

$$\text{Persamaan } Q_t = Q_{\text{maks}} \times 0,3 \left(\frac{t - T_p + T_{0,3}}{1,5 T_{0,3}} \right)$$

Kurva turun 3 (QT 3)

$$t > (T_p + T_{0,3} + T_{0,32})$$

$$\text{Persamaan } Q_t = Q_{\text{maks}} \times 0,3 \left(\frac{t - T_p + 1,5 T_{0,3}}{1,5 T_{0,3}} \right)$$

Perhitungan HSS Nakayasu selanjut nya dapat dilihat pada tabel 20 berikut:

Tabel 20 : Perhitungan Unit Hidrograf Metode Nakayasu

T	Q	Keterangan
(jam)	m ³ /dtk	
0	0,0000	Qnaik
1	0,5888	
2	3,1076	
3	8,2231	Qpuncak
3,5157	12,0329	
4	10,7139	Qturun1
5	8,4302	
6	6,6333	
7	5,2194	
8	4,1069	
8,5381	3,6099	
9	3,2315	
10	2,5427	
11	2,0007	
12	1,5742	
13	1,2387	Qturun2
14	0,9747	
15	0,7669	
16	0,6034	
17	0,4748	
18	0,3736	
19	0,2940	
20	0,2313	
21	0,1820	
22	0,1432	
23	0,1127	
24	0,0887	
25	0,0698	
26	0,0549	
27	0,0432	
28	0,0340	
29	0,0267	

30	0,0210
31	0,0166
32	0,0130
33	0,0103
34	0,0081
35	0,0063
36	0,0050
37	0,0039
38	0,0031
39	0,0024
40	0,0019
41	0,0015
42	0,0012
43	0,0009
44	0,0007
45	0,0006
46	0,0005
47	0,0004
48	0,0003
49	0,0002
50	0,0002
51	0,0001
52	0,0001
53	0,0001
54	0,0001
55	0,0001

Sumber : Hasil Perhitungan

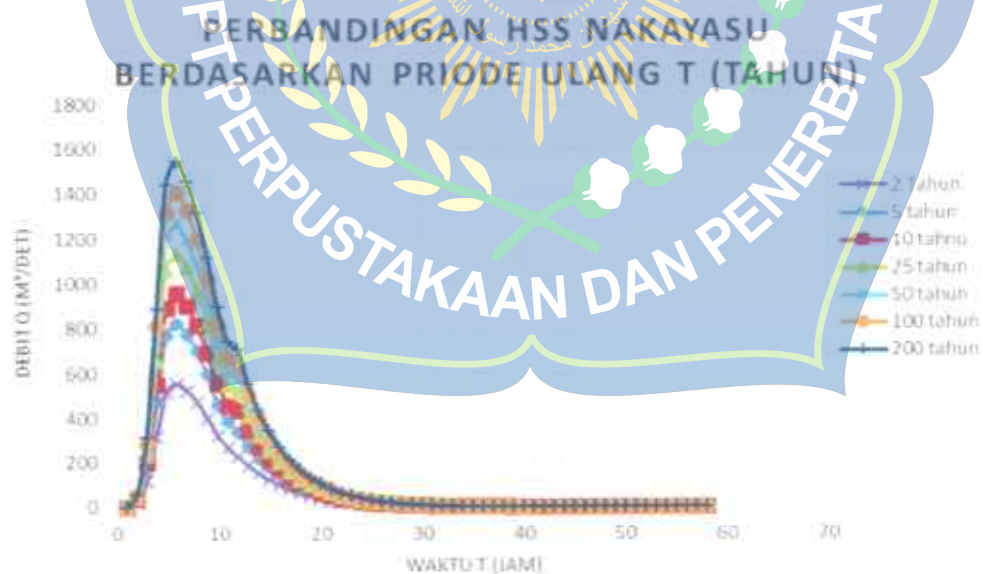
Selanjutnya dilakukan perhitungan debit rencana dengan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu dengan periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun dan 200 tahun. Rekapitulasi perhitungan debit banjir rencana dengan curah hujan 10 tahun dan 20 tahun terakhir dapat dilihat dalam tabel 21 dan 22 berikut:

Tabel 21 : Hasil rekapitulasi kala ulang metode HSS Nakayasu dengan curah hujan 10 tahun (1999-2008)

(jam)	2 thn	5 thn	10 thn	25 thn	50 thn	100 thn	200 thn
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	20,5330	30,3794	35,5519	42,1649	47,1471	52,2013	57,3487
2	113,7106	168,2395	196,8848	233,5074	261,0982	289,0884	317,5945
3	318,6882	471,5125	551,7944	654,4339	731,7606	810,2067	890,0985
3,516	516,9163	764,7992	895,0175	1061,5001	1186,9250	1314,1656	1443,7511
4	553,2461	818,5505	957,9207	1136,1041	1270,3440	1406,5273	1545,2202
5	522,5349	773,1121	904,7458	1073,0380	1199,8262	1328,4498	1459,4438
6	471,9340	698,2460	817,1326	969,1279	1083,6382	1199,8063	1318,1152
7	401,4248	593,9247	695,0491	824,3356	921,7375	1020,5495	1121,1825
8	321,1858	460,2873	556,1189	659,5628	737,4955	816,5565	897,0744
8,538	265,9204	386,7748	460,4292	546,0719	610,5970	676,0541	742,7176
9	226,3067	334,8302	437,5808	518,9755	569,9523	631,0523	705,8609
10	184,0197	272,2648	344,3095	408,3546	456,6051	508,5540	555,4050
11	149,1975	220,7439	270,9191	321,3129	359,2786	397,7940	437,0191
12	120,9928	179,9138	213,4721	252,8243	282,6975	313,0033	343,8675
13	96,8745	143,3299	167,7339	198,9342	222,4399	246,2859	270,5713
14	76,2255	112,7788	131,9811	156,5309	175,0263	193,7895	212,8984
15	59,9779	88,7397	103,8490	123,1660	137,7190	152,3828	167,5186
16	47,1934	69,8247	81,7133	96,9129	108,3639	119,9807	131,8116
17	37,1341	54,9414	64,2959	76,2557	85,2659	94,4066	103,7157
18	29,2188	42,2305	50,5911	60,0016	67,0913	74,2836	81,6084
19	22,9908	34,0158	39,8075	47,2121	52,7906	58,4499	64,2134
20	18,0902	26,7653	31,3224	37,1487	41,5382	45,9911	50,5262
21	14,2343	21,0602	24,6460	29,2304	32,6842	36,1880	39,7564
22	11,2002	16,5712	19,3926	22,9999	25,7175	28,4745	31,2822
23	8,8128	13,0390	15,2591	18,0974	20,2357	22,4051	24,6143
24	6,9344	10,2597	12,0065	14,2399	15,9223	17,6294	19,3677
25	5,4563	8,0728	9,4473	11,2046	12,5285	13,8716	15,2395
26	4,2933	6,3521	7,4336	8,8163	9,8581	10,9149	11,9911
27	3,3782	4,9981	5,8491	6,9371	7,7568	8,5883	9,4352
28	2,6581	3,9328	4,6024	5,4585	6,1034	6,7577	7,4241
29	2,0915	3,0945	3,6214	4,2950	4,8025	5,3173	5,8416
30	1,6457	2,4349	2,8495	3,3795	3,7788	4,1839	4,5965
31	1,2949	1,9159	2,2421	2,6591	2,9733	3,2921	3,6167
32	1,0189	1,5075	1,7642	2,0923	2,3396	2,5904	2,8458
33	0,8017	1,1862	1,3881	1,6464	1,8409	2,0382	2,2392
34	0,6308	0,9333	1,0923	1,2954	1,4485	1,6038	1,7619

35	0,4964	0,7344	0,8594	1,0193	1,1397	1,2619	1,3864
36	0,3906	0,5779	0,6762	0,8020	0,8968	0,9929	1,0909
37	0,3073	0,4547	0,5321	0,6311	0,7056	0,7813	0,8583
38	0,2418	0,3578	0,4187	0,4966	0,5552	0,6148	0,6754
39	0,1903	0,2815	0,3294	0,3907	0,4369	0,4837	0,5314
40	0,1497	0,2215	0,2592	0,3074	0,3438	0,3806	0,4181
41	0,1178	0,1743	0,2040	0,2419	0,2705	0,2995	0,3290
42	0,0927	0,1371	0,1605	0,1903	0,2128	0,2357	0,2589
43	0,0729	0,1079	0,1263	0,1498	0,1675	0,1854	0,2037
44	0,0574	0,0849	0,0994	0,1178	0,1318	0,1459	0,1603
45	0,0452	0,0668	0,0782	0,0927	0,1037	0,1148	0,1261
46	0,0355	0,0526	0,0615	0,0730	0,0816	0,0903	0,0992
47	0,0280	0,0414	0,0484	0,0574	0,0642	0,0711	0,0781
48	0,0220	0,0325	0,0381	0,0452	0,0505	0,0559	0,0614
49	0,0173	0,0256	0,0300	0,0355	0,0397	0,0440	0,0483
50	0,0136	0,0202	0,0236	0,0280	0,0313	0,0346	0,0380
51	0,0107	0,0159	0,0186	0,0220	0,0246	0,0272	0,0299
52	0,0084	0,0125	0,0146	0,0173	0,0194	0,0214	0,0236
53	0,0066	0,0098	0,0115	0,0136	0,0152	0,0169	0,0185
54	0,0052	0,0077	0,0090	0,0107	0,0120	0,0133	0,0146
55	0,0041	0,0061	0,0071	0,0084	0,0094	0,0104	0

(Sumber: Hasil Perhitungan)



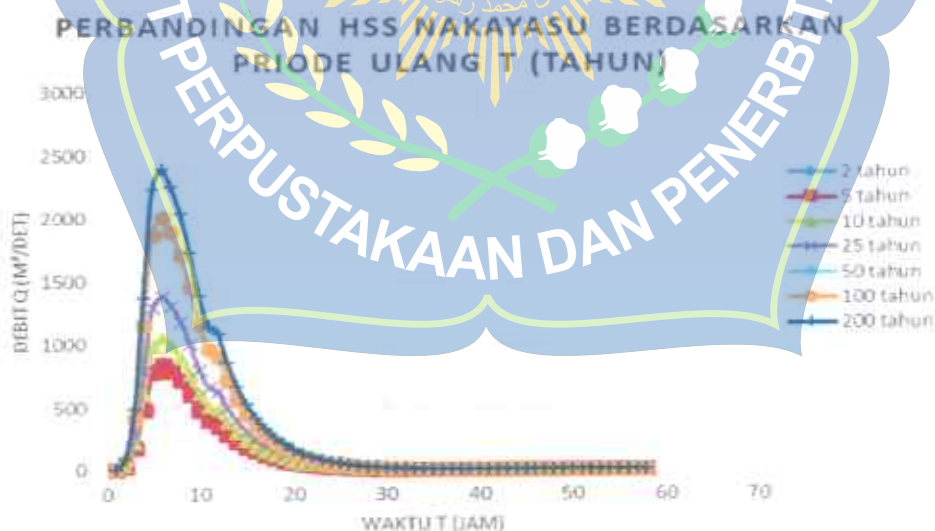
Gambar 12 : Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Periode Ulang 2 tahun - 200 tahun DAS Jeneberang

Tabel 22 : Hasil rekapitulasi kala ulang metode HSS Nakayasu dengan curah hujan 20 tahun (1999-2018)

t (jam)	Q total						
	2 thn	5 thn	10 thn	25 thn	50 thn	100 thn	200 thn
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	31,7707	31,2353	39,2211	51,3839	62,1381	74,4924	88,7264
2	175,9445	172,9798	217,2045	284,5614	344,1179	412,5352	491,3626
3	493,0995	484,7978	608,7430	797,5192	964,4339	1156,1819	1377,1056
3,516	799,7997	786,3482	987,3889	1293,5863	1564,3239	1875,3417	2233,6827
4	855,9982	841,6140	1056,7842	1384,5016	1674,2672	2007,1438	2390,6695
5	808,5174	794,8953	998,1213	1307,6469	1581,3273	1895,7256	2257,9616
6	730,2753	717,9198	901,4659	1181,0178	1428,1957	1712,1486	2039,3066
7	621,1482	610,6591	766,7826	1004,5681	1214,8165	1456,3454	1734,6244
8	496,9800	473,2564	613,5139	803,7695	971,9923	1165,2431	1387,8982
8,538	411,4658	397,6726	507,9484	665,4674	804,7446	964,7433	1149,0868
9	350,1700	344,2643	482,7419	632,1142	751,1764	900,5248	1092,0645
10	284,7337	279,9361	379,8444	497,6372	601,7889	721,3361	859,2884
11	230,8562	226,9636	298,8797	391,5647	473,5162	567,6603	676,1290
12	187,2194	184,0577	235,1728	308,1018	372,5851	446,6622	532,0106
13	149,8967	147,3684	185,0451	242,4292	293,1677	351,4551	418,6113
14	117,9459	115,9365	145,6023	190,7548	230,6783	276,5416	329,3833
15	92,8055	91,2401	114,5669	150,0950	181,5087	217,5961	259,1745
16	73,0238	71,7920	90,1467	118,1019	142,8197	171,2150	203,9308
17	57,4586	56,4894	70,9317	92,9282	112,3773	134,7201	160,4625
18	45,2111	44,4486	55,8124	73,1203	88,4239	106,0052	126,2595
19	35,5743	34,9742	43,9159	57,5346	69,5761	83,4692	99,3470
20	27,9915	27,4184	34,5551	45,2709	54,7458	65,6503	78,1710
21	22,0251	21,6536	27,1896	35,6213	43,0766	51,6411	61,5087
22	17,3304	17,0381	21,3941	28,0286	33,8947	40,6336	48,3979
23	13,6364	13,4064	16,8339	22,0542	26,6700	31,9725	38,0818
24	10,7297	10,5488	13,2457	17,1533	20,9852	25,1575	29,9646
25	8,4427	8,3003	10,4223	13,6544	16,5122	19,7951	23,5776
26	6,6431	6,5310	8,2008	10,7439	12,9926	15,5757	18,5519
27	5,2271	5,1389	6,4528	8,4538	10,2232	12,2557	14,5976
28	4,1129	4,0436	5,0774	6,6519	8,0441	9,6434	11,4861
29	3,2363	3,1817	3,9951	5,2340	6,3295	7,5879	9,0378
30	2,5464	2,5035	3,1435	4,1184	4,9803	5,9705	7,1114
31	2,0037	1,9699	2,4735	3,2405	3,9188	4,6979	5,5956
32	1,5766	1,5500	1,9463	2,5498	3,0835	3,6965	4,4028
33	1,2405	1,2196	1,5314	2,0063	2,4262	2,9086	3,4644

34	0,9761	0,9596	1,2050	1,5787	1,9091	2,2886	2,7259
35	0,7680	0,7551	0,9481	1,2422	1,5021	1,8008	2,1449
36	0,6043	0,5941	0,7460	0,9774	1,1820	1,4170	1,6877
37	0,4755	0,4675	0,5870	0,7691	0,9300	1,1149	1,3280
38	0,3742	0,3679	0,4619	0,6051	0,7318	0,8773	1,0449
39	0,2944	0,2894	0,3634	0,4761	0,5758	0,6903	0,8222
40	0,2317	0,2277	0,2860	0,3747	0,4531	0,5431	0,6469
41	0,1823	0,1792	0,2250	0,2948	0,3565	0,4274	0,5090
42	0,1434	0,1410	0,1771	0,2320	0,2805	0,3363	0,4005
43	0,1129	0,1109	0,1393	0,1825	0,2207	0,2646	0,3152
44	0,0888	0,0873	0,1096	0,1436	0,1737	0,2082	0,2480
45	0,0699	0,0687	0,0863	0,1130	0,1367	0,1638	0,1951
46	0,0550	0,0541	0,0679	0,0889	0,1075	0,1289	0,1535
47	0,0433	0,0425	0,0534	0,0700	0,0846	0,1014	0,1208
48	0,0340	0,0335	0,0420	0,0551	0,0666	0,0798	0,0951
49	0,0268	0,0263	0,0331	0,0433	0,0524	0,0628	0,0748
50	0,0211	0,0207	0,0260	0,0341	0,0412	0,0494	0,0589
51	0,0166	0,0163	0,0205	0,0268	0,0324	0,0389	0,0463
52	0,0130	0,0128	0,0161	0,0211	0,0255	0,0306	0,0364
53	0,0103	0,0101	0,0127	0,0166	0,0201	0,0241	0,0287
54	0,0081	0,0079	0,0100	0,0131	0,0158	0,0189	0,0226
55	0,0064	0,0062	0,0078	0,0103	0,0124	0,0149	0,0178

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 13 : Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Periode Ulang 2 tahun - 200 tahun DAS Jeneberang

D. Pembahasan

Dari hasil curah hujan rencana yang di dapatkan dengan metode Log Pearson Type III kemudian dilanjutkan dengan perhitungan curah hujan Efektif Jam-jaman dengan metode Menonobe yang di olah kedalam perhitungan debit banjir menggunakan metode HSS Nakayasu maka di dapatkan hasil berdasarkan periode ulang untuk perhitungan 10 dan 20 tahun terakhir sebagai berikut:

1. Analisis perhitungan 10 tahun (1999-2008)

- a. Periode ulang 2 tahun, curah hujan 59,63 mm dan debit banjir sebesar 553,3 m³/det.
- b. Periode ulang 5 tahun, curah hujan 88,23 mm dan debit banjir sebesar 818,5 m³/det.
- c. Periode ulang 10 tahun, curah hujan 103,25 mm dan debit banjir sebesar 957,9 m³/det.
- d. Periode ulang 25 tahun, curah hujan 122,46 mm dan debit banjir sebesar 1136,1 m³/det.
- e. Periode ulang 50 tahun, curah hujan 136,93 mm dan debit banjir sebesar 1270,3 m³/det.

2. Analisis perhitungan 20 tahun (1999-2018)

- a. Periode ulang 2 tahun, curah hujan 90,72 mm dan debit banjir sebesar 855,9 m³/det.

- b. Periode ulang 5 tahun, curah hujan 90,73 mm dan debit banjir sebesar 841,6 m³/det.
- c. Periode ulang 10 tahun, curah hujan 113,91 mm dan debit banjir sebesar 1056,7 m³/det.
- d. Periode ulang 25 tahun, curah hujan 149,23 mm dan debit banjir sebesar 1384,5 m³/det.
- e. Periode ulang 50 tahun, curah hujan 180,47 mm dan debit banjir sebesar 1674,2 m³/det.

Untuk mempermudah menganalisis peningkatan curah hujan yang mempengaruhi debit banjir rencana maka dilampirkan dalam bentuk grafik berikut ini:



Gambar 14 : Grafik peningkatan curah hujan pada Periode Ulang 2 tahun – 50 tahun DAS Jeneberang

Untuk mempermudah menganalisis peningkatan debit banjir rencana maka dilampirkan dalam bentuk grafik berikut ini:



Gambar 15 : Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Periode Ulang 2 tahun -50 tahun DAS Jeneberang



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang ada pada bab sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Kondisi curah hujan yang terjadi pada DAS Jeneberang hulu khususnya untuk periode ulang 10-20 tahun memiliki kecenderungan yang hampir sama dimana peningkatan debit banjir sesuai dengan periode ulang curah hujan. Namun peningkatan yang paling signifikan berada pada periode ulang 50 tahun.
- 2) Berdasarkan debit banjir yang terjadi hingga saat ini masih mengacu pada besaran periode ulang curah hujan. Sehingga dapat dibuktikan peningkatan debit banjir rencana sangat dipengaruhi oleh curah hujan yang mana apa bila intensitas curah hujan meningkat maka terjadi pula peningkatan debit banjir.

B. Saran

Dari pengamatan di dalam penelitian ini penulis memberikan saran-saran untuk penelitian lebih lanjut:

- 1) Untuk penelitian lebih lanjut di sarankan untuk mengevaluasi kapasitas tampungan sungai di daerah Malino, Tetebatu dan Tanralili.
- 2) Perlu mengkaji faktor – faktor lain yang mempengaruhi debit banjir selain curah hujan agar di dapatkan data yang lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak Chay, 2014. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Penerbit Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Analisis hidrologi. <https://www.scribd.com/doc/180116048/1719-Chapter-III> (diunduh tanggal 10 april 2019, 13.15)
- Haan, C.T 1977. *Statistical Methods In Hidrology*. The Iowa State Univercity Press.
- Iskandar, F. (2012). Variabilitas Curah Hujan dan Debit Sungai di DAK Brantas. Depok: Skripsi Universitas Indonesia.
- Loebis Joerson, M. Eng, Drs. Soewarno, Drs Suprihadi B, 1993. *Hidrologi Sungai*. Penerbit Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Mansida Amrullah, 2015. *Buku Bahan Ajar Teknik Sungai*. Universitas Muhammadiyah Makassar. Makassar
- Mansida Amrullah, 2015. *Buku Bahan Ajar Morfologi Sungai*. Universitas Muhammadiyah Makassar. Makassar
- Nensi E.V Rosalina, 1992. *Hidrolika Saluran Terbuka*, Cetakan ketiga, Diterbitkan oleh Erlangga, Jakarta.
- Sosrodarsono Suyono. Masateru Tomimang, penerjemah, Ir M. Yusuf Gayo, dkk, 2008. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. Penerbit Pradnya Paramita. Jakarta
- Triatmojo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Sasrodarsono, Suyono. 1984. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. Pradnya Paramita, Jakarta.

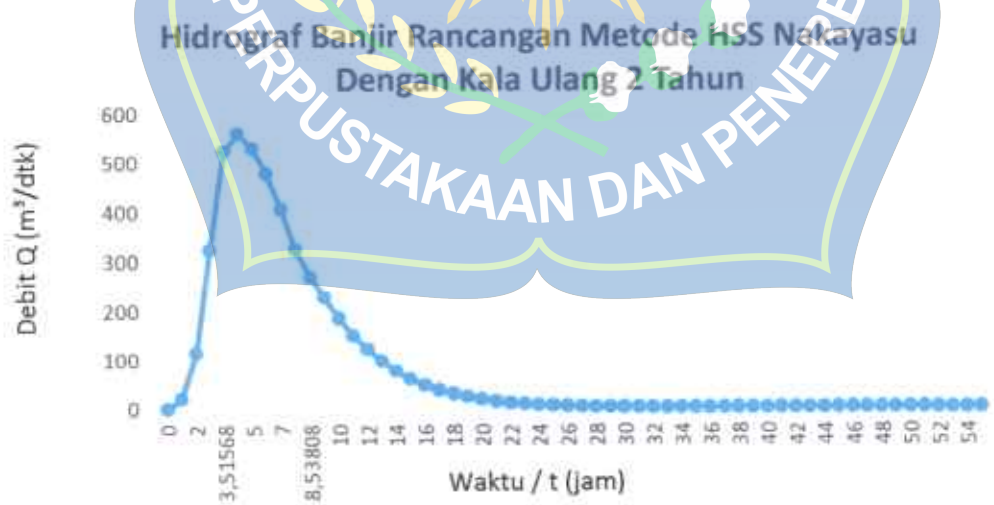


Lampiran 1 : Tabel Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu Dengan Kala Ulang 2 Tahun. (10 tahun).

t (Jam)	Qt (m ³ /dtk)	Distribusi Hujan Efektif Jam-jaman					Q total (m ³ /dtk)
		R1	R2	R3	R4	R5	
		35,3431	9,1864	6,4441	5,1301	4,3322	
0	0,0000	0,0000					0,0000
1	0,5888	20,8090	0,0000				20,8090
2	3,1076	109,8307	5,4087	0,0000			115,2394
3	8,2231	290,6315	28,5473	3,7941	0,0000		322,9728
3,516	12,0329	425,2791	75,5412	20,0253	3,0205	0,0000	523,8661
4	10,7139	378,6621	110,5390	52,9904	15,9421	2,5507	560,6842
5	8,4302	297,9494	98,4222	77,5405	42,1856	13,4625	529,5602
6	6,6333	234,4408	77,4433	69,0409	61,7299	35,6241	478,2790
7	5,2194	184,4692	60,9361	54,3247	54,9634	52,1285	406,8218
8	4,1069	145,1491	47,9474	42,7452	43,2478	46,4145	325,5040
8,538	3,6099	127,5837	37,7278	33,6340	34,0294	36,5211	269,4956
9	3,2315	114,2103	33,1617	26,4648	26,7360	28,7366	229,3493
10	2,5427	89,8661	29,6856	23,2622	21,0686	22,6115	186,4938
11	2,0007	70,7109	23,3581	20,8238	18,5190	17,7916	151,2034
12	1,5742	55,6387	18,3793	16,3851	16,5778	15,6386	122,6195
13	1,2387	43,7792	14,4617	12,8926	13,0442	13,9993	98,1770
14	0,9747	34,4476	11,3791	10,1445	10,2638	11,0153	77,2503
15	0,7669	27,1050	8,9536	7,9822	8,0760	8,6674	60,7842
16	0,6034	21,3275	7,0452	6,2808	6,3546	6,8199	47,8279
17	0,4748	16,7815	5,5435	4,9420	5,0001	5,3662	37,6333
18	0,3736	13,2045	4,3619	3,8886	3,9343	4,2224	29,6117
19	0,2940	10,3399	3,4321	3,0597	3,0957	3,3224	23,2999
20	0,2313	8,1752	2,7006	2,4076	2,4359	2,6142	18,3335
21	0,1820	6,4327	2,1249	1,8944	1,9166	2,0570	14,4256
22	0,1432	5,0616	1,6720	1,4906	1,5081	1,6185	11,3508
23	0,1127	3,9827	1,3156	1,1729	1,1867	1,2735	8,9313
24	0,0887	3,1338	1,0352	0,9229	0,9337	1,0021	7,0276
25	0,0698	2,4658	0,8145	0,7262	0,7347	0,7885	5,5296
26	0,0549	1,9402	0,6409	0,5714	0,5781	0,6204	4,3510
27	0,0432	1,5266	0,5043	0,4496	0,4549	0,4882	3,4236
28	0,0340	1,2012	0,3968	0,3538	0,3579	0,3841	2,6938
29	0,0267	0,9452	0,3122	0,2784	0,2816	0,3022	2,1196
30	0,0210	0,7437	0,2457	0,2190	0,2216	0,2378	1,6678
31	0,0166	0,5852	0,1933	0,1723	0,1744	0,1871	1,3123
32	0,0130	0,4605	0,1521	0,1356	0,1372	0,1472	1,0326

33	0,0103	0,3623	0,1197	0,1067	0,1080	0,1159	0,8125
34	0,0081	0,2851	0,0942	0,0840	0,0849	0,0912	0,6393
35	0,0063	0,2243	0,0741	0,0661	0,0668	0,0717	0,5030
36	0,0050	0,1765	0,0583	0,0520	0,0526	0,0564	0,3958
37	0,0039	0,1389	0,0459	0,0409	0,0414	0,0444	0,3114
38	0,0031	0,1093	0,0361	0,0322	0,0326	0,0349	0,2451
39	0,0024	0,0860	0,0284	0,0253	0,0256	0,0275	0,1928
40	0,0019	0,0677	0,0223	0,0199	0,0202	0,0216	0,1517
41	0,0015	0,0532	0,0176	0,0157	0,0159	0,0170	0,1194
42	0,0012	0,0419	0,0138	0,0123	0,0125	0,0134	0,0939
43	0,0009	0,0330	0,0109	0,0097	0,0098	0,0105	0,0739
44	0,0007	0,0259	0,0086	0,0076	0,0077	0,0083	0,0582
45	0,0006	0,0204	0,0067	0,0060	0,0061	0,0065	0,0458
46	0,0005	0,0161	0,0051	0,0047	0,0048	0,0051	0,0360
47	0,0004	0,0126	0,0042	0,0037	0,0038	0,0040	0,0283
48	0,0003	0,0099	0,0033	0,0029	0,0030	0,0032	0,0223
49	0,0002	0,0078	0,0026	0,0023	0,0023	0,0025	0,0175
50	0,0002	0,0062	0,0020	0,0018	0,0018	0,0020	0,0138
51	0,0001	0,0048	0,0016	0,0014	0,0014	0,0015	0,0109
52	0,0001	0,0038	0,0013	0,0011	0,0011	0,0012	0,0085
53	0,0001	0,0030	0,0010	0,0009	0,0009	0,0010	0,0067
54	0,0001	0,0024	0,0008	0,0007	0,0007	0,0008	0,0053
55	0,0001	0,0019	0,0006	0,0005	0,0006	0,0006	0,0042

Sumber : Hasil Perhitungan



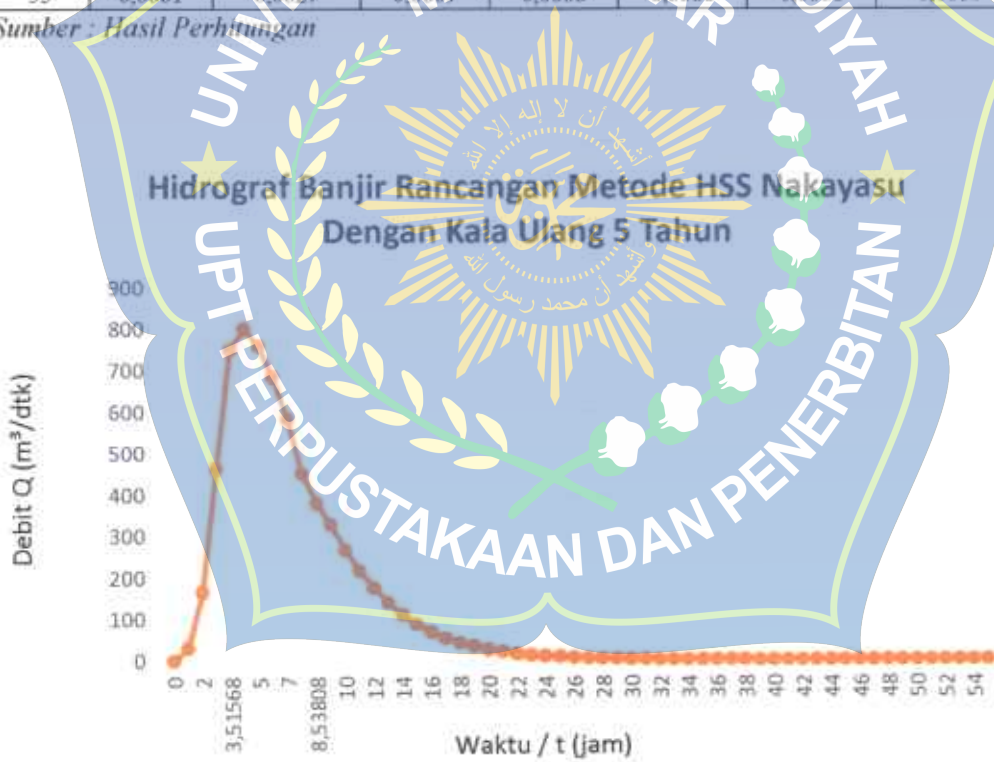
Gambar : Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Periode Ulang 2 Tahun DAS Jeneberang (10 tahun)

Lampiran 2 : Tabel Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu Dengan Kala Ulang 5 Tahun (10 tahun)

t (Jam)	Qt (m ³ /dtk)	Distribusi Hujan Efektif Jam-jaman					Q total (m ³ /dtk)
		R1	R2	R3	R4	R5	
		50,5593	13,1414	9,2184	7,3388	6,1973	
0	0,0000	0,0000					0,0000
1	0,5888	29,7679	0,0000				29,7679
2	3,1076	157,1159	7,7373	0,0000			164,8532
3	8,2231	415,7566	40,8377	5,4275	0,0000		462,0219
3,516	12,0329	608,3739	108,0639	28,6467	4,3209	0,0000	749,4054
4	10,7139	541,6869	158,1292	75,8043	22,8056	3,6488	802,0748
5	8,4302	426,2251	140,7958	110,9239	60,3477	19,2585	757,5510
6	6,6333	335,3742	110,7849	98,7650	88,3064	50,9613	684,1917
7	5,2194	263,8884	87,1708	77,7130	78,6267	74,5714	581,9702
8	4,1069	207,6400	68,5902	61,1483	64,8672	66,3972	451,0227
8,538	3,6099	182,5122	53,9700	48,1144	48,6801	52,2445	378,9899
9	3,2315	163,3810	47,4388	37,8587	38,3038	41,1085	328,0907
10	2,5427	128,5560	42,8662	33,2772	30,4891	32,3401	266,7847
11	2,0007	101,1540	33,4144	29,7890	26,4919	25,4514	216,3008
12	1,5742	79,5928	26,2920	23,4394	23,7150	22,3714	175,4107
13	1,2387	62,6274	20,6878	18,4433	18,6601	20,0264	140,4450
14	0,9747	49,2782	16,2782	14,5120	14,6826	15,7577	110,5088
15	0,7669	38,7744	12,8084	11,4188	11,5530	12,3989	86,9536
16	0,6034	30,5096	10,0783	8,9848	9,0905	9,7561	68,4192
17	0,4748	24,0064	7,9301	7,0697	7,1528	7,6765	53,8355
18	0,3736	18,8894	6,2398	5,5628	5,6282	6,0403	42,3603
19	0,2940	14,8631	4,9097	4,3771	4,4285	4,7528	33,3311
20	0,2313	11,6950	3,8632	3,4441	3,4846	3,7397	26,2265
21	0,1820	9,2022	3,0398	2,7100	2,7418	2,9426	20,6363
22	0,1432	7,2407	2,3918	2,1323	2,1574	2,3454	16,2376
23	0,1127	5,6977	1,8820	1,6778	1,6975	1,8218	12,7765
24	0,0887	4,4829	1,4809	1,3202	1,3357	1,4335	10,0532
25	0,0698	3,5274	1,1652	1,0388	1,0510	1,1280	7,9103
26	0,0549	2,7755	0,9168	0,8174	0,8270	0,8875	6,2242
27	0,0432	2,1839	0,7214	0,6431	0,6507	0,6983	4,8975
28	0,0340	1,7184	0,5676	0,5061	0,5120	0,5495	3,8536
29	0,0267	1,3521	0,4466	0,3982	0,4029	0,4324	3,0322
30	0,0210	1,0639	0,3514	0,3133	0,3170	0,3402	2,3859
31	0,0166	0,8371	0,2765	0,2465	0,2494	0,2677	1,8773
32	0,0130	0,6587	0,2176	0,1940	0,1963	0,2106	1,4772
33	0,0103	0,5183	0,1712	0,1526	0,1544	0,1657	1,1623
34	0,0081	0,4078	0,1347	0,1201	0,1215	0,1304	0,9146
35	0,0063	0,3209	0,1060	0,0945	0,0956	0,1026	0,7196
36	0,0050	0,2525	0,0834	0,0744	0,0752	0,0807	0,5662

37	0,0039	0,1987	0,0656	0,0585	0,0592	0,0635	0,4455
38	0,0031	0,1563	0,0516	0,0460	0,0466	0,0500	0,3506
39	0,0024	0,1230	0,0406	0,0362	0,0366	0,0393	0,2758
40	0,0019	0,0968	0,0320	0,0285	0,0288	0,0309	0,2170
41	0,0015	0,0762	0,0252	0,0224	0,0227	0,0244	0,1708
42	0,0012	0,0599	0,0198	0,0176	0,0179	0,0192	0,1344
43	0,0009	0,0472	0,0156	0,0139	0,0140	0,0151	0,1057
44	0,0007	0,0371	0,0123	0,0109	0,0111	0,0119	0,0832
45	0,0006	0,0292	0,0096	0,0086	0,0087	0,0093	0,0655
46	0,0005	0,0230	0,0076	0,0068	0,0068	0,0073	0,0515
47	0,0004	0,0181	0,0060	0,0053	0,0054	0,0058	0,0405
48	0,0003	0,0142	0,0047	0,0042	0,0042	0,0045	0,0319
49	0,0002	0,0112	0,0037	0,0033	0,0033	0,0036	0,0251
50	0,0002	0,0088	0,0029	0,0026	0,0026	0,0028	0,0197
51	0,0001	0,0069	0,0023	0,0020	0,0021	0,0022	0,0155
52	0,0001	0,0055	0,0018	0,0016	0,0016	0,0017	0,0122
53	0,0001	0,0043	0,0014	0,0013	0,0013	0,0014	0,0096
54	0,0001	0,0034	0,0011	0,0010	0,0010	0,0011	0,0076
55	0,0001	0,0027	0,0009	0,0008	0,0008	0,0008	0,0060

Sumber : Hasil Perhitungan



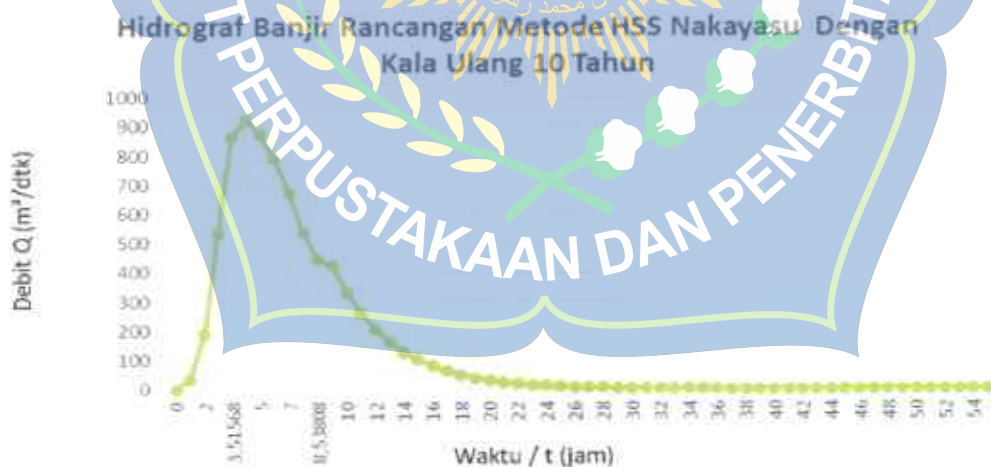
Gambar : Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Periode Ulang 5 Tahun DAS Jeneberang (10 tahun)

Lampiran 3 : Tabel Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu Dengan Kala Ulang 10 Tahun (10 tahun)

t (Jam)	Qt (m ³ /dtk)	Distribusi Hujan Efektif Jam-jaman					Q total (m ³ /dtk)
		R1	R2	R3	R4	R5	
		58,3732	15,1724	10,6431	8,4729	7,1551	
0	0,0000	0,0000					0,0000
1	0,5888	34,3684	0,0000				34,3684
2	3,1076	181,3978	8,9331	0,0000			190,3308
3	8,2231	480,0107	47,1491	6,2663	0,0000		533,4262
3,516	12,0329	702,3965	124,7649	33,0740	4,9886	0,0000	865,2240
4	10,7139	625,4032	182,5676	87,5196	26,3302	4,2127	926,0334
5	8,4302	492,0971	162,5555	128,0669	69,6743	22,2348	874,6285
6	6,6333	387,2054	127,9064	114,0288	101,9539	58,8373	789,9318
7	5,2194	304,6717	100,6428	89,7233	90,7782	86,0962	671,9122
8	4,1069	239,7302	79,1906	70,5986	71,4296	76,6587	537,6067
8,538	3,6099	210,7190	62,3109	55,5503	56,2034	60,3187	443,1024
9	3,2315	188,6312	62,3109	55,5503	56,2034	60,3187	423,0146
10	2,5427	148,4240	49,0292	43,7097	44,2235	47,4617	332,8481
11	2,0007	116,7871	38,5785	34,3928	34,7972	37,3451	261,9007
12	1,5742	91,8936	30,3554	27,0619	27,3801	29,3849	206,0760
13	1,2387	72,3063	23,8851	21,2936	21,5440	23,1214	162,1504
14	0,9747	56,8940	18,7939	16,7548	16,9518	18,1931	127,5877
15	0,7669	44,7669	14,7880	13,1835	13,3385	14,3152	100,3921
16	0,6034	35,2248	11,6359	10,3734	10,4954	11,2639	78,9933
17	0,4748	27,7165	9,1557	8,1623	8,2583	8,8629	62,1557
18	0,3736	21,8087	7,2041	6,4225	6,4980	6,9738	48,9070
19	0,2940	17,1601	5,6685	5,0535	5,1129	5,4873	38,4824
20	0,2313	13,4021	4,4603	3,9763	4,0231	4,3177	30,2798
21	0,1820	10,6243	3,5096	3,1288	3,1656	3,3973	23,8256
22	0,1432	8,3597	2,7615	2,4619	2,4908	2,6732	18,7471
23	0,1127	6,5778	2,1729	1,9371	1,9599	2,1034	14,7511
24	0,0887	5,1758	1,7097	1,5242	1,5421	1,6551	11,6069
25	0,0698	4,0725	1,3453	1,1993	1,2134	1,3023	9,1328
26	0,0549	3,2045	1,0585	0,9437	0,9548	1,0247	7,1862
27	0,0432	2,5214	0,8329	0,7425	0,7513	0,8063	5,6544
28	0,0340	1,9840	0,6554	0,5843	0,5911	0,6344	4,4492
29	0,0267	1,5611	0,5157	0,4597	0,4651	0,4992	3,5008
30	0,0210	1,2283	0,4058	0,3617	0,3660	0,3928	2,7546
31	0,0166	0,9665	0,3193	0,2846	0,2880	0,3091	2,1675
32	0,0130	0,7605	0,2512	0,2240	0,2266	0,2432	1,7055
33	0,0103	0,5984	0,1977	0,1762	0,1783	0,1913	1,3419

34	0,0081	0,4708	0,1555	0,1387	0,1403	0,1506	1,0559
35	0,0063	0,3705	0,1224	0,1091	0,1104	0,1185	0,8308
36	0,0050	0,2915	0,0963	0,0858	0,0869	0,0932	0,6537
37	0,0039	0,2294	0,0758	0,0675	0,0683	0,0733	0,5144
38	0,0031	0,1805	0,0596	0,0532	0,0538	0,0577	0,4047
39	0,0024	0,1420	0,0469	0,0418	0,0423	0,0454	0,3185
40	0,0019	0,1117	0,0369	0,0329	0,0333	0,0357	0,2506
41	0,0015	0,0879	0,0290	0,0259	0,0262	0,0281	0,1972
42	0,0012	0,0692	0,0229	0,0204	0,0206	0,0221	0,1551
43	0,0009	0,0544	0,0180	0,0160	0,0162	0,0174	0,1221
44	0,0007	0,0428	0,0141	0,0126	0,0128	0,0137	0,0961
45	0,0006	0,0337	0,0111	0,0099	0,0100	0,0108	0,0756
46	0,0005	0,0265	0,0088	0,0078	0,0079	0,0085	0,0595
47	0,0004	0,0209	0,0069	0,0061	0,0062	0,0067	0,0468
48	0,0003	0,0164	0,0054	0,0049	0,0049	0,0053	0,0368
49	0,0002	0,0129	0,0043	0,0038	0,0038	0,0041	0,0290
50	0,0002	0,0103	0,0034	0,0030	0,0030	0,0033	0,0228
51	0,0001	0,0080	0,0026	0,0024	0,0024	0,0026	0,0179
52	0,0001	0,0063	0,0021	0,0019	0,0019	0,0020	0,0141
53	0,0001	0,0050	0,0016	0,0015	0,0015	0,0016	0,0111
54	0,0001	0,0039	0,0013	0,0011	0,0012	0,0012	0,0087
55	0,0001	0,0031	0,0010	0,0009	0,0009	0,0010	0,0069

Sumber : Hasil Perhitungan



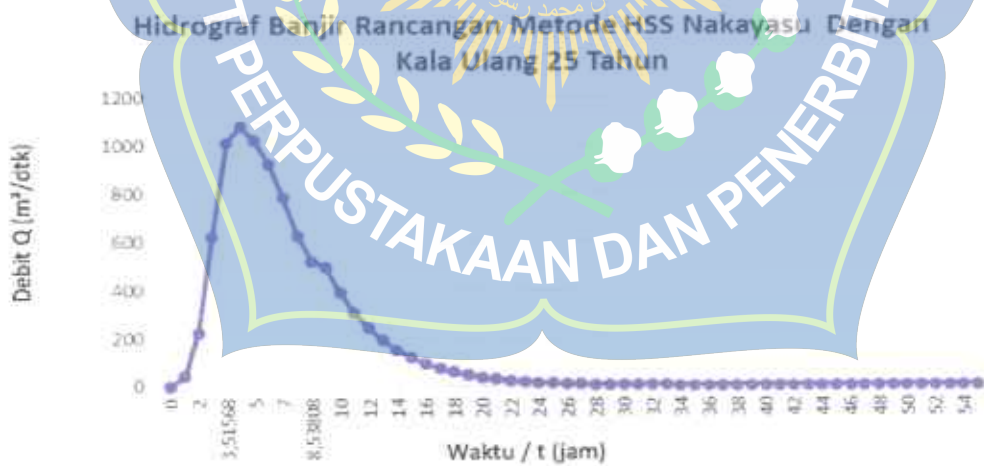
Gambar : Grafik Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu Periode Ulang 10 Tahun DAS Jeneberang (10 tahun)

Lampiran 4 : Tabel Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu Dengan Kala Ulang 25 Tahun (10 tahun)

t (Jam)	Qt (m ³ /dtk)	Distribusi Hujan Efektif Jam-jaman					Q total (m ³ /dtk)
		R1	R2	R3	R4	R5	
		68,2229	17,7326	12,4390	9,9027	8,3624	
0	0,0000	0,0000					0,0000
1	0,5888	40,1677	0,0000				40,1677
2	3,1076	212,0064	10,4404	0,0000			222,4468
3	8,2231	561,0067	55,1049	7,3237	0,0000		623,4353
3,516	12,0329	820,9173	145,8174	38,6548	5,8304	0,0000	1011,2200
4	10,7139	730,9324	213,3737	102,2875	30,7730	4,9236	1082,2902
5	8,4302	575,1324	189,9847	149,6766	81,4309	25,9867	1022,2114
6	6,6333	452,5416	149,4890	133,2698	119,1574	68,7653	923,2231
7	5,2194	356,0813	117,6251	104,8630	106,0959	100,6239	785,2892
8	4,1069	280,1817	92,5530	82,5112	83,4813	89,5940	628,3213
8,538	3,6099	246,2752	72,8251	64,9238	65,6871	70,4968	520,2080
9	3,2315	220,4603	72,8251	64,9238	65,6871	70,4968	494,3931
10	2,5427	173,4687	57,3023	51,0851	51,6857	55,4702	389,0121
11	2,0007	136,4934	45,0882	40,1962	40,6688	43,6466	306,0933
12	1,5742	107,3996	35,4775	31,6283	32,0001	34,3432	240,8488
13	1,2387	84,5071	27,9154	24,8866	25,1792	27,0229	189,5113
14	0,9747	66,4942	21,9652	19,5820	19,8122	21,2629	149,1165
15	0,7669	52,3208	17,2832	15,4081	15,5892	16,7307	117,3320
16	0,6034	41,1685	13,5993	12,1238	12,2663	13,1645	92,3224
17	0,4748	32,3933	10,7006	9,5396	9,6517	10,3584	72,6437
18	0,3736	25,4886	8,4197	7,5062	7,5944	8,1508	57,1595
19	0,2940	20,0557	6,6250	5,9062	5,9757	6,4192	44,9758
20	0,2313	15,7808	5,2129	4,6473	4,7019	5,0462	35,3891
21	0,1820	12,4170	4,1018	3,6567	3,6997	3,9706	27,8458
22	0,1432	9,7703	3,2275	2,8773	2,9111	3,1243	21,9104
23	0,1127	7,6878	2,5395	2,2640	2,2906	2,4583	17,2402
24	0,0887	6,0491	1,9982	1,7814	1,8024	1,9343	13,5654
25	0,0698	4,7597	1,5723	1,4017	1,4182	1,5220	10,6739
26	0,0549	3,7452	1,2372	1,1029	1,1159	1,1976	8,3987
27	0,0432	2,9469	0,9734	0,8678	0,8780	0,9423	6,6085
28	0,0340	2,3187	0,7660	0,6829	0,6909	0,7415	5,1999
29	0,0267	1,8245	0,6027	0,5373	0,5436	0,5834	4,0915
30	0,0210	1,4356	0,4742	0,4228	0,4277	0,4591	3,2194
31	0,0166	1,1296	0,3731	0,3327	0,3366	0,3612	2,5332
32	0,0130	0,8888	0,2936	0,2618	0,2648	0,2842	1,9932
33	0,0103	0,6994	0,2310	0,2060	0,2084	0,2236	1,5684

34	0,0081	0,5503	0,1818	0,1621	0,1640	0,1760	1,2341
35	0,0063	0,4330	0,1430	0,1275	0,1290	0,1385	0,9710
36	0,0050	0,3407	0,1125	0,1003	0,1015	0,1089	0,7640
37	0,0039	0,2681	0,0886	0,0789	0,0799	0,0857	0,6012
38	0,0031	0,2109	0,0697	0,0621	0,0629	0,0675	0,4730
39	0,0024	0,1660	0,0548	0,0489	0,0495	0,0531	0,3722
40	0,0019	0,1306	0,0431	0,0385	0,0389	0,0418	0,2929
41	0,0015	0,1028	0,0339	0,0303	0,0306	0,0329	0,2304
42	0,0012	0,0809	0,0267	0,0238	0,0241	0,0259	0,1813
43	0,0009	0,0636	0,0210	0,0187	0,0190	0,0203	0,1427
44	0,0007	0,0501	0,0165	0,0147	0,0149	0,0160	0,1123
45	0,0006	0,0394	0,0130	0,0116	0,0117	0,0126	0,0883
46	0,0005	0,0310	0,0102	0,0091	0,0092	0,0099	0,0695
47	0,0004	0,0244	0,0081	0,0072	0,0073	0,0078	0,0547
48	0,0003	0,0192	0,0065	0,0057	0,0057	0,0061	0,0430
49	0,0002	0,0151	0,0050	0,0044	0,0045	0,0048	0,0339
50	0,0002	0,0119	0,0039	0,0035	0,0035	0,0038	0,0266
51	0,0001	0,0093	0,0031	0,0028	0,0028	0,0030	0,0210
52	0,0001	0,0074	0,0024	0,0022	0,0022	0,0024	0,0165
53	0,0001	0,0058	0,0019	0,0017	0,0017	0,0019	0,0130
54	0,0001	0,0046	0,0015	0,0013	0,0014	0,0015	0,0102
55	0,0001	0,0036	0,0012	0,0011	0,0011	0,0011	0,0080

Sumber : Hasil Perhitungan



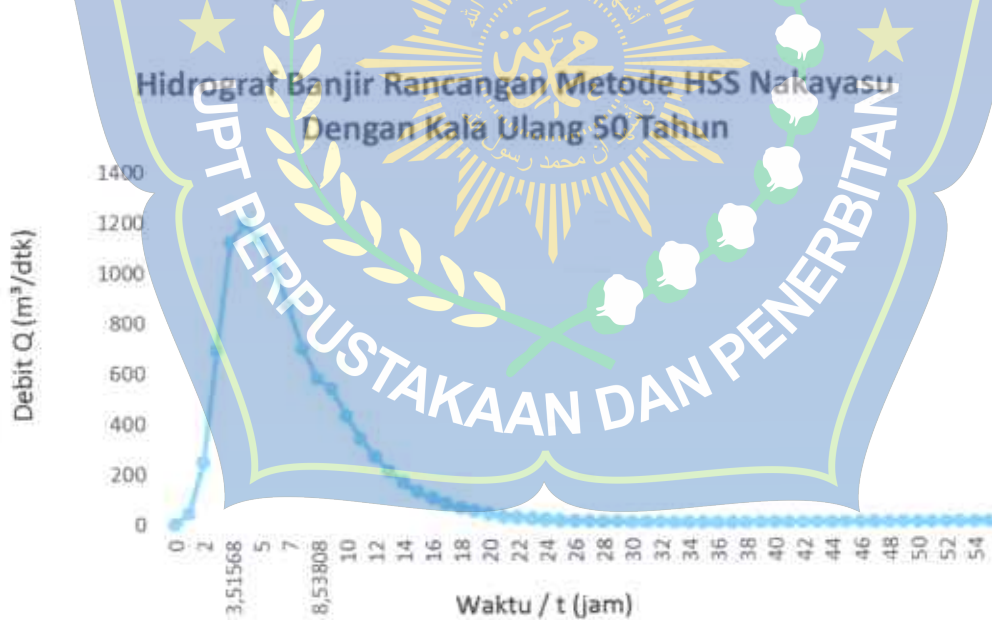
Gambar : Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Periode Ulang 25 Tahun DAS Jeneberang (10 tahun)

Lampiran 5 : Tabel Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu Dengan Kala Ulang 50 Tahun (10 tahun)

t	Qt	Distribusi Hujan Efektif Jam-jaman					Q total
		R1	R2	R3	R4	R5	
		75,5548	19,6383	13,7758	10,9669	9,2611	
(Jam)	(m ³ /dtk)						(m ³ /dtk)
0	0,0000	0,0000					0,0000
1	0,5888	44,4845	0,0000				44,4845
2	3,1076	234,7908	11,5625	0,0000			246,3532
3	8,2231	621,2981	61,0271	8,1108	0,0000		690,4360
3,516	12,0329	909,1414	161,4885	42,8091	6,4570	0,0000	1119,8959
4	10,7139	809,4857	236,3050	113,2804	34,0802	5,4527	1198,6040
5	8,4302	636,9420	210,4024	165,7624	90,1823	28,7795	1132,0686
6	6,6333	501,1763	165,5546	147,5923	131,9632	76,1556	1022,4420
7	5,2194	394,3494	130,2663	116,1327	117,4981	111,4379	869,6843
8	4,1069	310,2929	102,4997	91,3787	92,4531	99,2226	695,8471
8,538	3,6099	272,7323	80,6517	71,9011	72,7465	78,0731	576,1148
9	3,2315	244,1532	70,8915	71,9011	72,7465	78,0731	537,7655
10	2,5427	192,1114	63,4606	56,5752	57,2404	61,4516	430,8193
11	2,0007	151,1624	49,9338	44,5161	45,0395	48,3373	338,9891
12	1,5742	118,9418	39,2903	35,0274	35,4392	38,0341	266,7328
13	1,2387	93,5891	30,9155	27,5612	27,8853	29,9271	209,8781
14	0,9747	73,6403	24,3258	21,6865	21,9414	23,5480	165,1421
15	0,7669	57,9437	19,1407	17,0640	17,2646	18,5287	129,9417
16	0,6034	45,5929	15,0608	13,4267	13,5846	14,5793	102,2443
17	0,4748	35,8747	11,8506	10,5648	10,6890	11,4717	80,4507
18	0,3736	28,2279	9,3246	8,3129	8,4106	9,0265	63,3024
19	0,2940	22,2111	7,3370	6,5410	6,6179	7,1024	49,8094
20	0,2313	17,4767	5,7731	5,1467	5,2073	5,5885	39,1924
21	0,1820	13,7515	4,5426	4,0497	4,0973	4,3973	30,8384
22	0,1432	10,8203	3,5743	3,1865	3,2240	3,4600	24,2652
23	0,1127	8,5140	2,8124	2,5073	2,5368	2,7225	19,0930
24	0,0887	6,6992	2,2130	1,9729	1,9961	2,1422	15,0233
25	0,0698	5,2712	1,7413	1,5523	1,5706	1,6856	11,8210
26	0,0549	4,1477	1,3701	1,2215	1,2358	1,3263	9,3013
27	0,0432	3,2636	1,0781	0,9611	0,9724	1,0436	7,3187
28	0,0340	2,5679	0,8483	0,7562	0,7651	0,8212	5,7587
29	0,0267	2,0206	0,6675	0,5950	0,6020	0,6461	4,5312
30	0,0210	1,5899	0,5252	0,4682	0,4737	0,5084	3,5654
31	0,0166	1,2510	0,4132	0,3684	0,3727	0,4000	2,8054
32	0,0130	0,9843	0,3252	0,2899	0,2933	0,3148	2,2074
33	0,0103	0,7745	0,2559	0,2281	0,2308	0,2477	1,7369
34	0,0081	0,6094	0,2013	0,1795	0,1816	0,1949	1,3667

35	0,0063	0,4795	0,1584	0,1412	0,1429	0,1533	1,0754
36	0,0050	0,3773	0,1246	0,1111	0,1124	0,1207	0,8462
37	0,0039	0,2969	0,0981	0,0874	0,0885	0,0949	0,6658
38	0,0031	0,2336	0,0772	0,0688	0,0696	0,0747	0,5239
39	0,0024	0,1838	0,0607	0,0541	0,0548	0,0588	0,4122
40	0,0019	0,1446	0,0478	0,0426	0,0431	0,0463	0,3244
41	0,0015	0,1138	0,0376	0,0335	0,0339	0,0364	0,2552
42	0,0012	0,0895	0,0296	0,0264	0,0267	0,0286	0,2008
43	0,0009	0,0705	0,0233	0,0208	0,0210	0,0225	0,1580
44	0,0007	0,0554	0,0183	0,0163	0,0165	0,0177	0,1243
45	0,0006	0,0436	0,0144	0,0128	0,0130	0,0139	0,0978
46	0,0005	0,0343	0,0113	0,0101	0,0102	0,0110	0,0770
47	0,0004	0,0270	0,0089	0,0080	0,0080	0,0086	0,0606
48	0,0003	0,0213	0,0070	0,0063	0,0063	0,0068	0,0477
49	0,0002	0,0167	0,0055	0,0049	0,0050	0,0053	0,0375
50	0,0002	0,0132	0,0043	0,0039	0,0039	0,0042	0,0295
51	0,0001	0,0104	0,0034	0,0030	0,0031	0,0033	0,0232
52	0,0001	0,0081	0,0027	0,0024	0,0024	0,0026	0,0183
53	0,0001	0,0064	0,0021	0,0019	0,0019	0,0020	0,0144
54	0,0001	0,0050	0,0017	0,0015	0,0015	0,0016	0,0113
55	0,0001	0,0040	0,0013	0,0012	0,0012	0,0013	0,0089

Sumber : Hasil Perhitungan



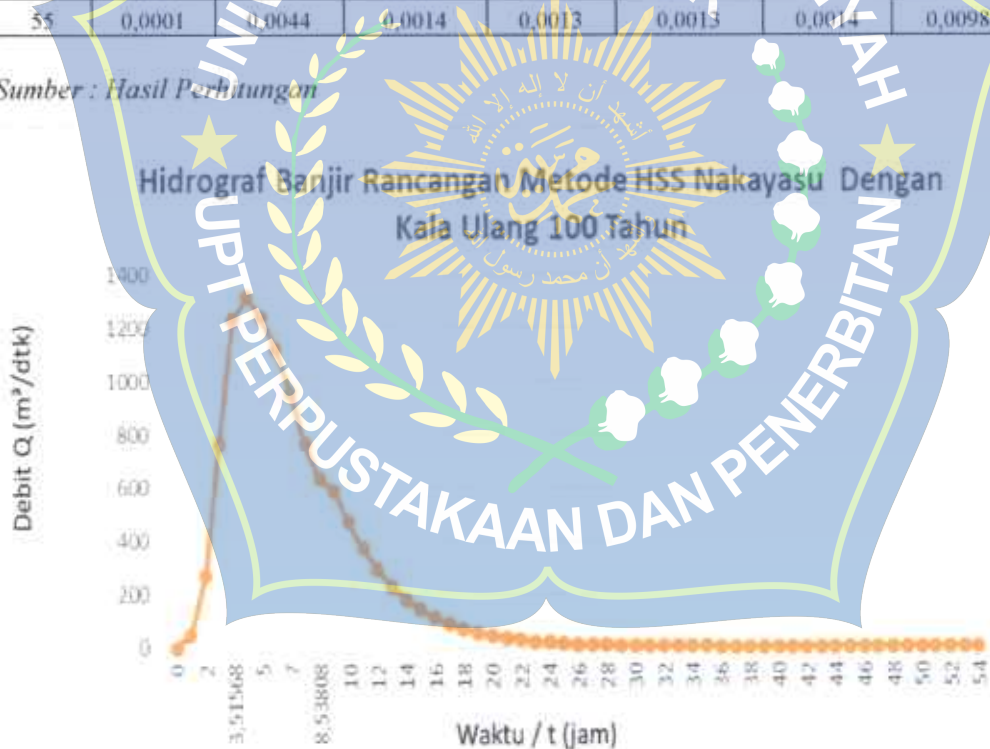
Gambar : Grafik Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu Periode Ulang 50 Tahun DAS Jeneberang (10 tahun)

Lampiran 6 : Tabel Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu Dengan Kala Ulang 100 Tahun (10 tahun)

t (Jam)	Qt (m ³ /dtk)	Distribusi Hujan Efektif Jam-jaman					Q total (m ³ /dtk)
		R1	R2	R3	R4	R5	
		82,9250	21,5540	15,1196	12,0367	10,1645	
0	0,0000	0,0000					0,0000
1	0,5888	48,8239	0,0000				48,8239
2	3,1076	257,6941	12,6904	0,0000			270,3844
3	8,2231	681,9043	66,9801	8,9020	0,0000		757,7864
3,516	12,0329	997,8261	177,2413	46,9850	7,0869	0,0000	1229,1392
4	10,7139	888,4492	259,3560	124,3306	37,4047	5,9846	1315,5251
5	8,4302	699,0742	230,9267	181,9321	98,9794	31,5868	1242,4992
6	6,6333	550,0649	181,7041	161,9896	144,8359	83,5844	1122,1789
7	5,2194	432,8173	142,9734	127,4612	128,9597	122,3084	954,5200
8	4,1069	340,5613	112,4983	100,2925	101,4717	108,9016	763,7253
8,538	3,6099	299,3478	88,5190	78,9149	79,8427	85,6889	632,3135
9	3,2315	267,9608	77,8068	78,9149	79,8427	85,6889	590,2232
10	2,5427	210,8514	69,6510	62,0940	62,8241	67,4241	472,8447
11	2,0007	165,9080	54,8047	48,8585	49,4330	53,0525	372,0567
12	1,5742	130,5443	43,1230	38,4442	38,8962	41,7443	292,7520
13	1,2387	102,7185	33,9312	30,2498	30,6054	32,8464	230,3512
14	0,9747	80,8238	26,6987	23,8019	24,0818	25,8451	181,2513
15	0,7669	63,5960	21,0078	18,7285	18,9487	20,3362	142,6172
16	0,6034	50,0404	16,5299	14,7365	14,9097	16,0015	112,2180
17	0,4748	39,3742	13,0065	11,5954	11,7317	12,5907	88,2985
18	0,3736	30,9815	10,2342	9,1238	9,2311	9,9070	69,4774
19	0,2940	24,3777	8,0527	7,1790	7,2634	7,7953	54,6682
20	0,2313	19,1815	6,3363	5,6488	5,7152	6,1537	43,0155
21	0,1820	15,0929	4,9857	4,4447	4,4970	4,8263	33,8467
22	0,1432	11,8758	3,9230	3,4973	3,5385	3,7975	26,6322
23	0,1127	9,3445	3,0868	2,7519	2,7842	2,9881	20,9555
24	0,0887	7,3527	2,4288	2,1653	2,1908	2,3512	16,4888
25	0,0698	5,7854	1,9111	1,7038	1,7238	1,8500	12,9741
26	0,0549	4,5523	1,5038	1,3406	1,3564	1,4557	10,2087
27	0,0432	3,5819	1,1832	1,0549	1,0673	1,1454	8,0327
28	0,0340	2,8184	0,9310	0,8300	0,8398	0,9013	6,3205
29	0,0267	2,2177	0,7326	0,6531	0,6608	0,7091	4,9733
30	0,0210	1,7450	0,5764	0,5139	0,5199	0,5580	3,9132
31	0,0166	1,3730	0,4536	0,4043	0,4091	0,4391	3,0791
32	0,0130	1,0804	0,3569	0,3182	0,3219	0,3455	2,4228
33	0,0103	0,8501	0,2808	0,2503	0,2533	0,2718	1,9064
34	0,0081	0,6689	0,2210	0,1970	0,1993	0,2139	1,5000
35	0,0063	0,5263	0,1739	0,1550	0,1568	0,1683	1,1803

36	0,0050	0,4141	0,1368	0,1220	0,1234	0,1324	0,9287
37	0,0039	0,3259	0,1076	0,0960	0,0971	0,1042	0,7307
38	0,0031	0,2564	0,0847	0,0755	0,0764	0,0820	0,5750
39	0,0024	0,2017	0,0666	0,0594	0,0601	0,0645	0,4524
40	0,0019	0,1587	0,0524	0,0467	0,0473	0,0508	0,3560
41	0,0015	0,1249	0,0413	0,0368	0,0372	0,0399	0,2801
42	0,0012	0,0983	0,0325	0,0289	0,0293	0,0314	0,2204
43	0,0009	0,0773	0,0255	0,0228	0,0230	0,0247	0,1734
44	0,0007	0,0608	0,0201	0,0179	0,0181	0,0195	0,1365
45	0,0006	0,0479	0,0158	0,0141	0,0143	0,0153	0,1074
46	0,0005	0,0377	0,0124	0,0111	0,0112	0,0120	0,0845
47	0,0004	0,0296	0,0098	0,0087	0,0088	0,0095	0,0665
48	0,0003	0,0233	0,0077	0,0069	0,0069	0,0075	0,0523
49	0,0002	0,0184	0,0061	0,0054	0,0055	0,0059	0,0412
50	0,0002	0,0144	0,0048	0,0043	0,0043	0,0046	0,0324
51	0,0001	0,0114	0,0038	0,0033	0,0034	0,0036	0,0255
52	0,0001	0,0089	0,0030	0,0026	0,0027	0,0029	0,0201
53	0,0001	0,0070	0,0023	0,0021	0,0021	0,0022	0,0158
54	0,0001	0,0055	0,0018	0,0016	0,0016	0,0018	0,0124
55	0,0001	0,0044	0,0014	0,0013	0,0013	0,0014	0,0098

Sumber : Hasil Perhitungan



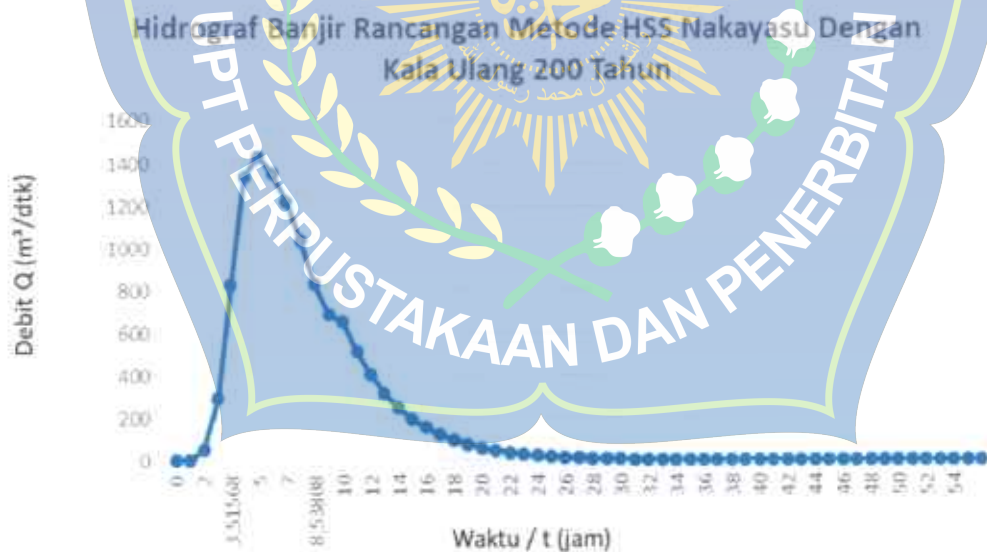
Gambar : Grafik Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu Periode Ulang 100 Tahun
DAS Jeneberang (10 tahun)

Lampiran 7 : Tabel Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu Dengan Kala Ulang 200 Tahun (10 tahun)

t (Jam)	Qt (m ³ /dtk)	Distribusi Hujan Efektif Jam-jaman					Q total (m ³ /dtk)
		R1	R2	R3	R4	R5	
		90,3682	23,4886	16,4767	13,1171	11,0769	
0	0,0000	0,0000					0,0000
1	0,5888	53,2062	0,0000				53,2062
2	3,1076	280,8240	13,8294	0,0000			294,6535
3	8,2231	743,1104	72,9921	9,7010	0,0000		825,8034
3,516	12,0329	1087,3884	193,1500	51,2022	7,7230	0,0000	1339,4637
4	10,7139	968,1942	282,6351	135,4902	40,7620	6,5217	1433,6033
5	8,4302	761,8213	251,6541	198,2619	107,8636	34,4220	1354,0229
6	6,6333	599,4374	198,0134	176,5294	157,8360	91,0867	1222,9029
7	5,2194	471,6659	155,8064	138,9018	140,5348	133,2865	1040,1954
8	4,1069	371,1292	122,5959	109,2945	110,5795	118,6763	832,2754
8,538	3,6099	326,2165	96,4643	85,9981	87,0092	93,3802	689,0684
9	3,2315	292,0221	90,4043	85,9981	87,0092	93,3802	654,8740
10	2,5427	229,7769	75,9027	67,6674	68,4630	73,4760	515,2861
11	2,0007	180,7994	59,7239	53,2440	53,8700	57,8144	405,4516
12	1,5742	142,2616	46,9936	41,8949	42,3874	45,4911	319,0287
13	1,2387	111,9382	36,9768	32,9649	33,3525	35,7946	251,0270
14	0,9747	88,0783	29,0951	25,9384	26,2433	28,1649	197,5200
15	0,7669	69,3042	22,8934	20,4095	20,6495	22,1615	155,4181
16	0,6034	54,5319	18,0136	16,0592	16,2480	17,4377	122,2904
17	0,4748	42,9083	14,1740	12,6361	12,7847	13,7208	96,2239
18	0,3736	33,7623	11,1528	9,9427	10,0596	10,7962	75,7136
19	0,2940	26,5658	8,7755	7,8234	7,9154	8,4950	59,5750
20	0,2313	20,9032	6,9050	6,1558	6,2282	6,6842	46,8765
21	0,1820	16,4476	5,4332	4,8437	4,9006	5,2595	36,8846
22	0,1432	12,9418	4,2751	3,8113	3,8561	4,1384	29,0226
23	0,1127	10,1832	3,3638	2,9989	3,0341	3,2563	22,8364
24	0,0887	8,0126	2,6468	2,3597	2,3874	2,5622	17,9687
25	0,0698	6,3047	2,0827	1,8567	1,8785	2,0161	14,1387
26	0,0549	4,9609	1,6387	1,4609	1,4781	1,5863	11,1250
27	0,0432	3,9034	1,2894	1,1495	1,1630	1,2482	8,7537
28	0,0340	3,0714	1,0146	0,9045	0,9151	0,9821	6,8878
29	0,0267	2,4167	0,7983	0,7117	0,7201	0,7728	5,4196
30	0,0210	1,9016	0,6282	0,5600	0,5666	0,6081	4,2644
31	0,0166	1,4963	0,4943	0,4406	0,4458	0,4785	3,3555
32	0,0130	1,1773	0,3889	0,3467	0,3508	0,3765	2,6402
33	0,0103	0,9264	0,3060	0,2728	0,2760	0,2962	2,0775
34	0,0081	0,7289	0,2408	0,2147	0,2172	0,2331	1,6346

35	0,0063	0,5736	0,1895	0,1689	0,1709	0,1834	1,2862
36	0,0050	0,4513	0,1491	0,1329	0,1345	0,1443	1,0121
37	0,0039	0,3551	0,1173	0,1046	0,1058	0,1136	0,7963
38	0,0031	0,2794	0,0923	0,0823	0,0833	0,0893	0,6266
39	0,0024	0,2199	0,0726	0,0647	0,0655	0,0703	0,4930
40	0,0019	0,1730	0,0571	0,0509	0,0515	0,0553	0,3879
41	0,0015	0,1361	0,0450	0,0401	0,0406	0,0435	0,3053
42	0,0012	0,1071	0,0354	0,0315	0,0319	0,0342	0,2402
43	0,0009	0,0843	0,0278	0,0248	0,0251	0,0269	0,1890
44	0,0007	0,0663	0,0219	0,0195	0,0198	0,0212	0,1487
45	0,0006	0,0522	0,0172	0,0154	0,0155	0,0167	0,1170
46	0,0005	0,0411	0,0136	0,0121	0,0122	0,0131	0,0921
47	0,0004	0,0323	0,0107	0,0095	0,0096	0,0103	0,0724
48	0,0003	0,0254	0,0084	0,0075	0,0076	0,0081	0,0570
49	0,0002	0,0200	0,0066	0,0059	0,0060	0,0064	0,0449
50	0,0002	0,0157	0,0052	0,0046	0,0047	0,0050	0,0353
51	0,0001	0,0124	0,0041	0,0036	0,0037	0,0040	0,0278
52	0,0001	0,0097	0,0032	0,0029	0,0029	0,0031	0,0219
53	0,0001	0,0077	0,0025	0,0023	0,0023	0,0025	0,0172
54	0,0001	0,0060	0,0020	0,0018	0,0018	0,0019	0,0135
55	0,0001	0,0047	0,0016	0,0014	0,0014	0,0015	0,0106

Sumber : Hasil Perhitungan



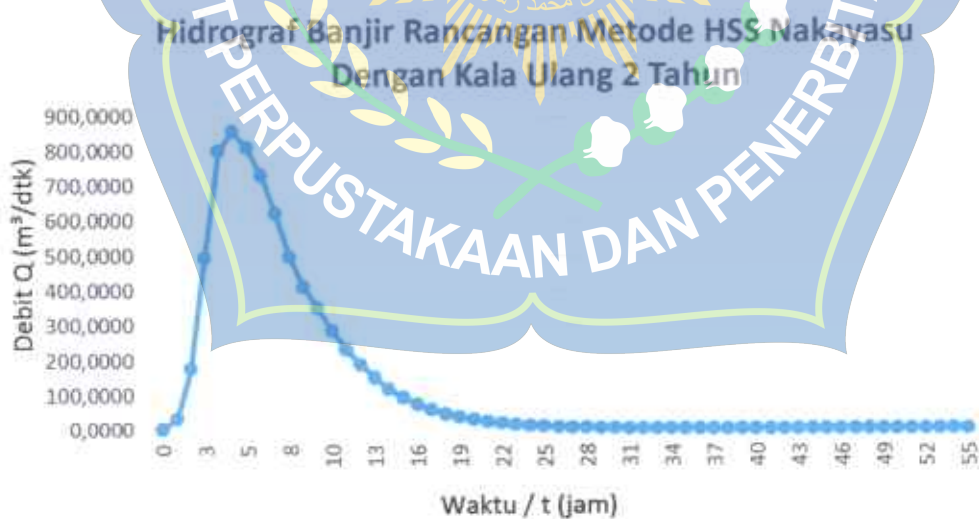
Gambar : Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Periode Ulang 200 Tahun DAS Jeneberang (10 tahun)

Lampiran 8 : Tabel Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu Dengan Kala Ulang 2 Tahun (20 tahun)

T (Jam)	Qt (m ³ /dtk)	Distribusi Hujan Efektif Jam-jaman					Q total (m ³ /dtk)
		R1	R2	R3	R4	R5	
		53,9610	14,0254	9,8270	7,8524	6,6067	
0	0,0000	0,0000					0,0000
1	0,5888	31,7707	0,0000				31,7707
2	3,1076	167,6868	8,2578	0,0000			175,9445
3	8,2231	443,7290	43,5847	5,7859	0,0000		493,0995
3,516	12,0329	649,3057	115,3329	30,5379	4,6233	0,0000	799,7997
4	10,7139	578,1319	168,7658	80,8088	24,4018	3,8898	855,9982
5	8,4302	454,9018	150,2665	118,2470	64,5714	20,5307	808,5174
6	6,6333	357,9384	118,2369	105,2853	94,4869	54,3278	730,2753
7	5,2194	281,6430	93,0344	82,8435	84,1297	79,4976	621,1482
8	4,1069	221,6101	73,2039	65,1832	66,1973	70,7834	496,9800
8,538	3,6099	194,7917	57,6003	51,2909	52,0822	55,6958	411,4658
9	3,2315	174,3734	50,6297	40,3581	40,9847	43,8241	350,1700
10	2,5427	137,2053	45,3227	35,4741	32,2487	34,4825	284,7337
11	2,0007	107,9597	35,6620	31,7557	28,3461	27,1328	230,8562
12	1,5742	84,9478	28,0606	24,9869	25,3748	23,8493	187,2194
13	1,2387	66,8410	22,0794	19,6609	19,9661	21,3494	149,8967
14	0,9747	52,5937	17,3731	15,4701	15,7103	16,7987	117,9459
15	0,7669	41,3832	13,6700	12,1726	12,3616	13,2180	92,8055
16	0,6034	32,5623	10,7562	9,5780	9,7267	10,4006	73,0238
17	0,4748	25,6216	8,4635	7,5364	7,6534	8,1477	57,4586
18	0,3736	20,1603	6,6395	5,9300	6,0221	6,4393	45,2111
19	0,2940	15,8621	5,2400	4,6660	4,7385	5,0667	35,5743
20	0,2313	12,4818	4,1231	3,6714	3,7284	3,9868	27,9915
21	0,1820	9,8213	3,2442	2,8889	2,9337	3,1370	22,0251
22	0,1432	7,7279	2,5527	2,2731	2,3084	2,4683	17,3304
23	0,1127	6,0806	2,0086	1,7886	1,8164	1,9422	13,6364
24	0,0887	4,7845	1,5805	1,4073	1,4292	1,5282	10,7297
25	0,0698	3,7647	1,2436	1,1074	1,1246	1,2025	8,4427
26	0,0549	2,9622	0,9785	0,8713	0,8849	0,9462	6,6431
27	0,0432	2,3308	0,7699	0,6856	0,6962	0,7445	5,2271
28	0,0340	1,8340	0,6058	0,5395	0,5478	0,5858	4,1129
29	0,0267	1,4431	0,4767	0,4245	0,4311	0,4609	3,2363
30	0,0210	1,1355	0,3751	0,3340	0,3392	0,3627	2,5464
31	0,0166	0,8935	0,2951	0,2628	0,2669	0,2854	2,0037
32	0,0130	0,7030	0,2322	0,2068	0,2100	0,2245	1,5766

33	0,0103	0,5532	0,1827	0,1627	0,1652	0,1767	1,2405
34	0,0081	0,4353	0,1438	0,1280	0,1300	0,1390	0,9761
35	0,0063	0,3425	0,1131	0,1007	0,1023	0,1094	0,7680
36	0,0050	0,2695	0,0890	0,0793	0,0805	0,0861	0,6043
37	0,0039	0,2120	0,0700	0,0624	0,0633	0,0677	0,4755
38	0,0031	0,1668	0,0551	0,0491	0,0498	0,0533	0,3742
39	0,0024	0,1313	0,0434	0,0386	0,0392	0,0419	0,2944
40	0,0019	0,1033	0,0341	0,0304	0,0309	0,0330	0,2317
41	0,0015	0,0813	0,0268	0,0239	0,0243	0,0260	0,1823
42	0,0012	0,0640	0,0211	0,0188	0,0191	0,0204	0,1434
43	0,0009	0,0503	0,0166	0,0148	0,0150	0,0161	0,1129
44	0,0007	0,0396	0,0131	0,0116	0,0118	0,0126	0,0888
45	0,0006	0,0312	0,0103	0,0092	0,0093	0,0100	0,0699
46	0,0005	0,0245	0,0081	0,0072	0,0073	0,0078	0,0550
47	0,0004	0,0193	0,0064	0,0057	0,0058	0,0062	0,0433
48	0,0003	0,0152	0,0050	0,0045	0,0045	0,0048	0,0340
49	0,0002	0,0119	0,0039	0,0035	0,0036	0,0038	0,0268
50	0,0002	0,0094	0,0031	0,0028	0,0028	0,0030	0,0211
51	0,0001	0,0074	0,0024	0,0022	0,0022	0,0024	0,0166
52	0,0001	0,0058	0,0019	0,0017	0,0017	0,0019	0,0130
53	0,0001	0,0046	0,0015	0,0013	0,0014	0,0015	0,0103
54	0,0001	0,0036	0,0012	0,0011	0,0011	0,0012	0,0081
55	0,0001	0,0028	0,0009	0,0008	0,0008	0,0009	0,0064

Sumber : Hasil Perhitungan



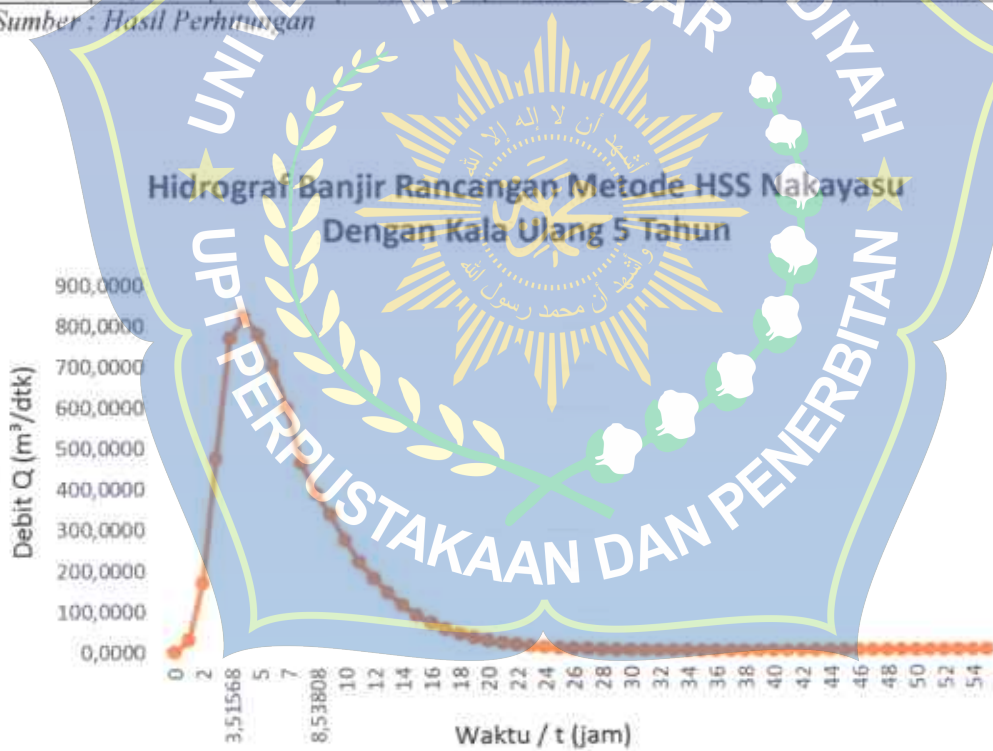
Gambar : Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Periode Ulang 2 Tahun DAS Jeneberang (20 tahun)

Lampiran 9 : Tabel Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu Dengan Kala Ulang 5 Tahun (20 tahun)

t (Jam)	Qt (m ³ /dtk)	Distribusi Hujan Efektif Jam-jaman					Q total (m ³ /dtk)
		R1	R2	R3	R4	R5	
		51,9018	13,4904	9,4632	7,5336	6,3619	
0	0,0000	0,0000					0,0000
1	0,5888	30,5583	0,0000				30,5583
2	3,1076	161,2876	7,9427	0,0000			169,2303
3	8,2231	426,7956	41,9220	5,5716	0,0000		474,2893
3,516	12,0329	624,5272	110,9332	29,4073	4,4356	0,0000	769,3033
4	10,7139	556,0696	162,3278	77,8170	23,4111	3,7457	823,3712
5	8,4302	437,5420	144,5342	113,8691	61,9500	19,7698	777,6652
6	6,6333	344,2789	113,7264	101,3873	90,6511	52,3144	702,3581
7	5,2194	270,8951	89,4853	70,7764	80,7143	76,5514	597,4225
8	4,1069	213,1532	70,4113	62,7719	63,5099	68,1602	462,9981
8,538	3,6099	187,3582	55,4030	49,3919	49,0726	53,6317	389,0527
9	3,2315	167,7191	48,6983	38,8639	39,3208	42,2000	336,8021
10	2,5427	131,9694	43,5937	34,1607	30,9395	33,2049	273,8682
11	2,0007	103,8398	34,3016	30,5800	27,4953	26,1272	222,0439
12	1,5742	81,7061	26,9901	24,0618	24,3447	22,9654	180,0681
13	1,2387	64,2902	21,2371	18,9330	19,1555	20,5581	144,1740
14	0,9747	50,5866	16,7104	14,8974	15,0725	16,1761	113,4430
15	0,7669	39,8040	13,1485	11,7219	11,8598	12,7282	89,2624
16	0,6034	31,3197	10,3459	9,2234	9,3318	10,0151	70,2359
17	0,4748	24,6438	8,1406	7,2574	7,3427	7,8804	55,2649
18	0,3736	19,3909	6,4054	5,7105	5,7776	6,2007	43,4851
19	0,2940	15,2577	5,0401	4,4933	4,5461	4,8790	34,2161
20	0,2313	12,0055	3,9658	3,5355	3,5771	3,8390	26,9229
21	0,1820	9,4165	3,1205	2,7819	2,8146	3,0207	21,1842
22	0,1432	7,4329	2,4553	2,1889	2,2147	2,3768	16,6687
23	0,1127	5,8486	1,9320	1,7224	1,7426	1,8702	13,1158
24	0,0887	4,6020	1,5202	1,3552	1,3712	1,4716	10,3201
25	0,0698	3,6210	1,1961	1,0664	1,0789	1,1579	8,1204
26	0,0549	2,8492	0,9412	0,8391	0,8489	0,9111	6,3895
27	0,0432	2,2419	0,7406	0,6602	0,6680	0,7169	5,0275
28	0,0340	1,7640	0,5827	0,5195	0,5256	0,5641	3,9539
29	0,0267	1,3880	0,4585	0,4088	0,4136	0,4438	3,1127
30	0,0210	1,0922	0,3608	0,3216	0,3254	0,3492	2,4492
31	0,0166	0,8594	0,2839	0,2531	0,2561	0,2748	1,9272
32	0,0130	0,6762	0,2234	0,1991	0,2015	0,2162	1,5164
33	0,0103	0,5321	0,1758	0,1567	0,1585	0,1701	1,1932
34	0,0081	0,4186	0,1383	0,1233	0,1247	0,1339	0,9388
35	0,0063	0,3294	0,1088	0,0970	0,0981	0,1053	0,7387
36	0,0050	0,2592	0,0856	0,0763	0,0772	0,0829	0,5813

37	0,0039	0,2039	0,0674	0,0601	0,0608	0,0652	0,4574
38	0,0031	0,1605	0,0530	0,0473	0,0478	0,0513	0,3599
39	0,0024	0,1263	0,0417	0,0372	0,0376	0,0404	0,2832
40	0,0019	0,0994	0,0328	0,0293	0,0296	0,0318	0,2228
41	0,0015	0,0782	0,0258	0,0230	0,0233	0,0250	0,1753
42	0,0012	0,0615	0,0203	0,0181	0,0183	0,0197	0,1379
43	0,0009	0,0484	0,0160	0,0143	0,0144	0,0155	0,1085
44	0,0007	0,0381	0,0126	0,0112	0,0113	0,0122	0,0854
45	0,0006	0,0300	0,0099	0,0088	0,0089	0,0096	0,0672
46	0,0005	0,0236	0,0078	0,0069	0,0070	0,0075	0,0529
47	0,0004	0,0186	0,0061	0,0055	0,0055	0,0059	0,0416
48	0,0003	0,0146	0,0048	0,0043	0,0043	0,0047	0,0327
49	0,0002	0,0115	0,0038	0,0034	0,0034	0,0037	0,0258
50	0,0002	0,0090	0,0030	0,0027	0,0027	0,0029	0,0203
51	0,0001	0,0071	0,0023	0,0021	0,0021	0,0023	0,0159
52	0,0001	0,0056	0,0018	0,0016	0,0017	0,0018	0,0125
53	0,0001	0,0044	0,0015	0,0013	0,0013	0,0014	0,0099
54	0,0001	0,0035	0,0011	0,0010	0,0010	0,0011	0,0078
55	0,0001	0,0027	0,0009	0,0008	0,0008	0,0009	0,0061

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar : Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Periode Ulang 5 Tahun DAS Jeneberang (20 tahun)

Lampiran 10 : Tabel Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu Dengan Kala Ulang 10 Tahun (20 tahun)

0	0,0000	0,0000					0,0000
1	0,5888	37,9543	0,0000				37,9543
2	3,1076	200,3243	9,8651	0,0000			210,1894
3	8,2231	530,0936	52,0685	6,9202	0,0000		589,0823
3,516	12,0329	775,6824	137,7825	36,5248	5,5091	0,0000	955,4989
4	10,7139	690,6559	201,6162	96,6512	29,0774	4,6523	1022,6529
5	8,4302	543,4410	179,5160	141,4290	76,9439	24,5547	965,8846
6	6,6333	427,6053	141,2518	125,9263	112,5915	64,9762	872,3509
7	5,2194	336,4602	111,1436	99,0848	100,2497	95,0792	742,0175
8	4,1069	264,7429	87,4531	77,9646	78,8813	84,6571	593,6990
8,538	3,6099	232,7047	68,8123	61,3463	62,0675	66,6122	491,5430
9	3,2315	208,3124	68,8123	61,3463	62,0675	66,6122	467,1507
10	2,5427	163,9101	54,1448	48,2702	48,8377	52,4137	367,5764
11	2,0007	128,9722	42,6037	37,9813	38,4278	41,2416	289,2266
12	1,5742	101,4815	33,5226	29,8835	30,2368	32,4508	227,5773
13	1,2387	79,8505	26,3772	23,5153	23,7918	25,5239	179,0687
14	0,9747	62,8302	20,7548	18,5030	18,7205	20,0913	140,8998
15	0,7669	49,4378	16,3309	14,5590	14,7302	15,8088	110,8667
16	0,6034	38,9000	12,8499	11,4557	11,5904	12,4391	87,2352
17	0,4748	30,6084	10,1109	9,0139	9,1199	9,7877	68,6408
18	0,3736	24,0841	7,9558	7,0926	7,1760	7,7014	54,0098
19	0,2940	18,9505	6,2600	5,5808	5,6464	6,0598	42,4975
20	0,2313	14,9112	4,9256	4,3912	4,4429	4,7682	33,4391
21	0,1820	11,7328	3,8757	3,4552	3,4958	3,7518	26,3115
22	0,1432	9,2320	3,0496	2,7187	2,7507	2,9521	20,7031
23	0,1127	7,2041	2,3996	2,1392	2,1644	2,3229	16,2902
24	0,0887	5,7156	1,8881	1,6832	1,7030	1,8277	12,8179
25	0,0698	4,4974	1,4856	1,3245	1,3400	1,4382	10,0857
26	0,0549	3,5388	1,1690	1,0421	1,0544	1,1316	7,9359
27	0,0432	2,7845	0,9198	0,8200	0,8297	0,8904	6,2444
28	0,0340	2,1910	0,7237	0,6452	0,6528	0,7006	4,9134
29	0,0267	1,7240	0,5695	0,5077	0,5137	0,5513	3,8661
30	0,0210	1,3565	0,4481	0,3995	0,4042	0,4338	3,0420
31	0,0166	1,0674	0,3526	0,3143	0,3180	0,3413	2,3936
32	0,0130	0,8398	0,2774	0,2473	0,2502	0,2686	1,8834
33	0,0103	0,6608	0,2183	0,1946	0,1969	0,2113	1,4819
34	0,0081	0,5200	0,1718	0,1531	0,1549	0,1663	1,1661
35	0,0063	0,4091	0,1352	0,1205	0,1219	0,1308	0,9175
36	0,0050	0,3219	0,1063	0,0948	0,0959	0,1029	0,7219
37	0,0039	0,2533	0,0837	0,0746	0,0755	0,0810	0,5681

38	0,0031	0,1993	0,0658	0,0587	0,0594	0,0637	0,4470
39	0,0024	0,1568	0,0518	0,0462	0,0467	0,0502	0,3517
40	0,0019	0,1234	0,0408	0,0363	0,0368	0,0395	0,2767
41	0,0015	0,0971	0,0321	0,0286	0,0289	0,0310	0,2177
42	0,0012	0,0764	0,0252	0,0225	0,0228	0,0244	0,1713
43	0,0009	0,0601	0,0199	0,0177	0,0179	0,0192	0,1348
44	0,0007	0,0473	0,0156	0,0139	0,0141	0,0151	0,1061
45	0,0006	0,0372	0,0123	0,0110	0,0111	0,0119	0,0835
46	0,0005	0,0293	0,0097	0,0086	0,0087	0,0094	0,0657
47	0,0004	0,0230	0,0076	0,0068	0,0069	0,0074	0,0517
48	0,0003	0,0181	0,0060	0,0053	0,0054	0,0058	0,0407
49	0,0002	0,0143	0,0047	0,0042	0,0043	0,0046	0,0320
50	0,0002	0,0112	0,0037	0,0033	0,0033	0,0036	0,0252
51	0,0001	0,0088	0,0029	0,0026	0,0026	0,0028	0,0198
52	0,0001	0,0070	0,0023	0,0020	0,0021	0,0022	0,0156
53	0,0001	0,0055	0,0018	0,0016	0,0016	0,0017	0,0123
54	0,0001	0,0043	0,0014	0,0013	0,0013	0,0014	0,0097
55	0,0001	0,0034	0,0011	0,0010	0,0010	0,0011	0,0076

Sumber : Hasil Perhitungan



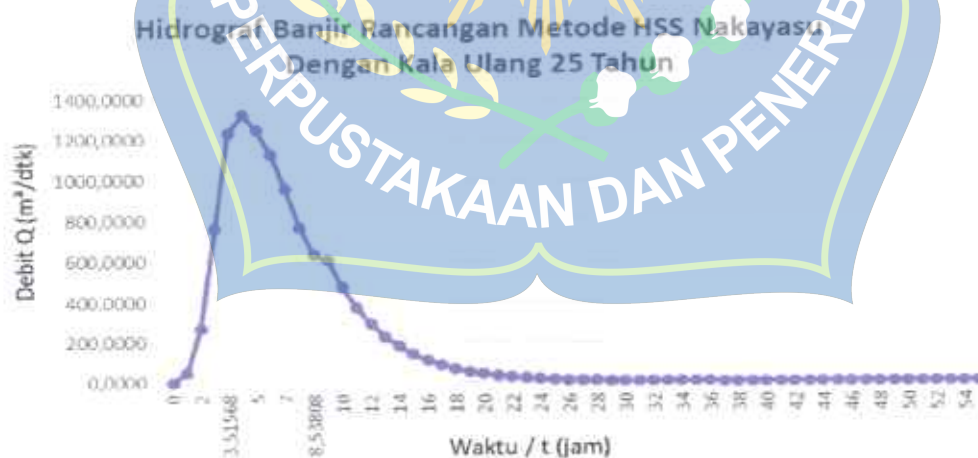
Gambar : Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Periode Ulang 10 Tahun DAS Jeneberang (20 tahun)

Lampiran 11 : Tabel Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu Dengan Kala Ulang 25 Tahun (20 tahun).

t (Jam)	Qt (m ³ /dtk)	Distribusi Hujan Efektif Jam-jaman					Q total (m ³ /dtk)
		R1 83,3676	R2 21,6690	R3 15,2003	R4 12,1009	R5 10,2188	
0	0,0000	0,0000					0,0000
1	0,5888	49,0845	0,0000				49,0845
2	3,1076	259,0694	12,7581	0,0000			271,8275
3	8,2231	685,5436	67,3376	8,9495	0,0000		761,8307
3,516	12,0329	1003,1514	178,1872	47,2357	7,1247	0,0000	1235,6990
4	10,7139	893,1908	260,7402	124,9942	37,6043	6,0165	1322,5460
5	8,4302	702,8051	232,1591	182,9031	99,5077	31,7554	1249,1304
6	6,6333	553,0006	182,6738	162,8542	145,6089	84,0304	1128,1679
7	5,2194	435,1272	143,7365	128,1414	129,6480	122,9612	959,6142
8	4,1069	342,3788	113,0987	100,8278	102,0122	109,4828	767,8013
8,538	3,6099	300,9454	88,9915	79,3361	80,2689	86,1463	635,6881
9	3,2315	269,8000	88,9915	79,3361	80,2689	86,1463	604,1426
10	2,5427	211,9767	70,0227	62,4254	63,1594	67,7840	475,3682
11	2,0007	166,7934	55,0972	49,1193	49,6968	53,3357	374,0424
12	1,5742	131,2410	43,3531	38,6494	39,1038	41,9670	294,3144
13	1,2387	103,2667	34,1125	30,4112	30,7687	33,0217	231,5806
14	0,9747	81,2551	26,8412	23,9290	24,2103	25,9830	182,2186
15	0,7669	63,9354	21,1199	18,8285	19,0498	20,4447	143,3783
16	0,6034	50,3074	16,6182	14,8151	14,9893	16,0869	112,8169
17	0,4748	39,5843	13,0760	11,6573	11,7943	12,6579	88,7697
18	0,3736	31,1468	10,2888	9,1725	9,2803	9,9598	69,8482
19	0,2940	24,5078	8,0957	7,2173	7,3022	7,8369	54,9599
20	0,2313	19,2889	6,3701	5,6790	5,7457	6,1664	43,2451
21	0,1820	15,1735	5,0123	4,4685	4,5210	4,8520	34,0273
22	0,1432	11,9392	3,9439	3,5160	3,5573	3,8178	26,7743
23	0,1127	9,3944	3,1033	2,7666	2,7991	3,0040	21,0673
24	0,0887	7,3919	2,4418	2,1769	2,2025	2,3637	16,5768
25	0,0698	5,8163	1,9213	1,7129	1,7330	1,8599	13,0434
26	0,0549	4,5766	1,5118	1,3478	1,3636	1,4634	10,2632
27	0,0432	3,6011	1,1895	1,0605	1,0729	1,1515	8,0755
28	0,0340	2,8335	0,9360	0,8344	0,8442	0,9061	6,3542
29	0,0267	2,2295	0,7365	0,6566	0,6643	0,7129	4,9998
30	0,0210	1,7543	0,5795	0,5166	0,5227	0,5610	3,9341
31	0,0166	1,3804	0,4560	0,4065	0,4113	0,4414	3,0955
32	0,0130	1,0861	0,3588	0,3199	0,3236	0,3473	2,4357
33	0,0103	0,8546	0,2823	0,2517	0,2546	0,2733	1,9165

34	0,0081	0,6725	0,2221	0,1980	0,2004	0,2150	1,5080
35	0,0063	0,5291	0,1748	0,1558	0,1577	0,1692	1,1866
36	0,0050	0,4163	0,1375	0,1226	0,1240	0,1331	0,9337
37	0,0039	0,3276	0,1082	0,0965	0,0976	0,1048	0,7346
38	0,0031	0,2578	0,0851	0,0759	0,0768	0,0824	0,5781
39	0,0024	0,2028	0,0670	0,0597	0,0604	0,0649	0,4548
40	0,0019	0,1596	0,0527	0,0470	0,0476	0,0510	0,3579
41	0,0015	0,1256	0,0415	0,0370	0,0374	0,0402	0,2816
42	0,0012	0,0988	0,0326	0,0291	0,0294	0,0316	0,2216
43	0,0009	0,0777	0,0257	0,0229	0,0232	0,0249	0,1744
44	0,0007	0,0612	0,0202	0,0180	0,0182	0,0196	0,1372
45	0,0006	0,0481	0,0159	0,0142	0,0143	0,0154	0,1079
46	0,0005	0,0379	0,0125	0,0112	0,0113	0,0121	0,0849
47	0,0004	0,0298	0,0095	0,0088	0,0089	0,0095	0,0668
48	0,0003	0,0234	0,0077	0,0069	0,0070	0,0075	0,0526
49	0,0002	0,0185	0,0061	0,0054	0,0055	0,0059	0,0414
50	0,0002	0,0145	0,0048	0,0043	0,0043	0,0046	0,0326
51	0,0001	0,0114	0,0038	0,0034	0,0034	0,0037	0,0256
52	0,0001	0,0090	0,0030	0,0026	0,0027	0,0029	0,0202
53	0,0001	0,0071	0,0025	0,0021	0,0021	0,0023	0,0159
54	0,0001	0,0056	0,0018	0,0016	0,0017	0,0018	0,0125
55	0,0001	0,0044	0,0014	0,0013	0,0013	0,0014	0,0098

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar : Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Periode Ulang 25 Tahun DAS Jeneberang (20 tahun)

Lampiran 12 : Tabel Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu Dengan Kala Ulang 50 Tahun (20 tahun)

t (Jam)	Qt (m ³ /dtk)	Distribusi Hujan Efektif Jam-jaman					Q total (m ³ /dtk)
		R1	R2	R3	R4	R5	
		99,9013	25,9665	18,2149	14,5008	12,2454	
0	0,0000	0,0000					0,0000
1	0,5888	58,8191	0,0000				58,8191
2	3,1076	310,4489	15,2883	0,0000			325,7372
3	8,2231	821,5030	80,6922	10,7244	0,0000		912,9196
3,516	12,0329	1202,0999	213,5259	56,6037	8,5377	0,0000	1480,7672
4	10,7139	1070,3315	312,4511	149,7834	45,0621	7,2097	1584,8379
5	8,4302	842,1879	278,2017	219,1771	119,2424	38,0532	1496,8623
6	6,6333	662,6736	218,9024	195,1520	174,4866	100,6956	1351,9101
7	5,2194	521,4232	172,2428	158,5549	155,3602	147,3473	1149,9283
8	4,1069	410,2806	135,5289	120,8243	127,2448	131,1958	920,0743
8,538	3,6099	360,6300	106,6406	95,0703	96,1881	103,2311	761,7600
9	3,2315	323,2883	93,7353	95,0703	96,1881	103,2311	711,0531
10	2,5427	254,0167	83,9099	74,8059	75,6853	81,2271	569,6449
11	2,0007	199,8725	66,0243	58,8608	59,5528	63,9134	448,2238
12	1,5742	157,2692	51,9511	46,3145	46,8590	50,2901	352,6838
13	1,2387	123,7469	40,8776	36,4424	36,8709	39,5706	277,5085
14	0,9747	97,3699	32,1644	28,6747	29,0118	31,1361	218,3569
15	0,7669	76,6153	25,3085	22,5626	22,8279	24,4993	171,8136
16	0,6034	60,3846	19,9139	17,7533	17,9620	19,2773	135,1911
17	0,4748	47,4348	15,6692	13,9692	14,1334	15,1683	106,3748
18	0,3736	37,3239	12,3293	10,9916	11,1208	11,9351	83,7008
19	0,2940	29,3683	9,7013	8,6487	8,7504	9,3901	65,8598
20	0,2313	23,1083	7,6334	6,8052	6,8852	7,3894	51,8216
21	0,1820	18,1827	6,0063	5,3547	5,4176	5,8143	40,7757
22	0,1432	14,3071	4,7261	4,2133	4,2628	4,5750	32,0843
23	0,1127	11,2575	3,7187	3,3152	3,3542	3,5998	25,2454
24	0,0887	8,8579	2,9261	2,6086	2,6393	2,8325	19,8643
25	0,0698	6,9698	2,3024	2,0526	2,0767	2,2287	15,6302
26	0,0549	5,4842	1,8116	1,6151	1,6340	1,7537	12,2986
27	0,0432	4,3152	1,4255	1,2708	1,2857	1,3799	9,6771
28	0,0340	3,3954	1,1216	0,9999	1,0117	1,0858	7,6144
29	0,0267	2,6717	0,8825	0,7868	0,7960	0,8543	5,9914
30	0,0210	2,1022	0,6944	0,6191	0,6264	0,6722	4,7143
31	0,0166	1,6541	0,5464	0,4871	0,4929	0,5289	3,7094
32	0,0130	1,3015	0,4299	0,3833	0,3878	0,4162	2,9188
33	0,0103	1,0241	0,3383	0,3016	0,3051	0,3275	2,2966
34	0,0081	0,8058	0,2662	0,2373	0,2401	0,2577	1,8071

35	0,0063	0,6341	0,2094	0,1867	0,1889	0,2028	1,4219
36	0,0050	0,4989	0,1648	0,1469	0,1487	0,1595	1,1188
37	0,0039	0,3926	0,1297	0,1156	0,1170	0,1255	0,8803
38	0,0031	0,3089	0,1020	0,0910	0,0920	0,0988	0,6927
39	0,0024	0,2430	0,0803	0,0716	0,0724	0,0777	0,5450
40	0,0019	0,1912	0,0632	0,0563	0,0570	0,0612	0,4289
41	0,0015	0,1505	0,0497	0,0443	0,0448	0,0481	0,3375
42	0,0012	0,1184	0,0391	0,0349	0,0353	0,0379	0,2655
43	0,0009	0,0932	0,0308	0,0274	0,0278	0,0298	0,2089
44	0,0007	0,0733	0,0242	0,0216	0,0218	0,0234	0,1644
45	0,0006	0,0577	0,0191	0,0170	0,0172	0,0184	0,1294
46	0,0005	0,0454	0,0150	0,0134	0,0135	0,0145	0,1018
47	0,0004	0,0357	0,0118	0,0105	0,0106	0,0114	0,0801
48	0,0003	0,0281	0,0093	0,0083	0,0084	0,0090	0,0630
49	0,0002	0,0221	0,0073	0,0065	0,0066	0,0071	0,0496
50	0,0002	0,0174	0,0057	0,0051	0,0052	0,0056	0,0390
51	0,0001	0,0137	0,0045	0,0040	0,0041	0,0044	0,0307
52	0,0001	0,0108	0,0036	0,0032	0,0032	0,0034	0,0242
53	0,0001	0,0085	0,0028	0,0025	0,0025	0,0027	0,0190
54	0,0001	0,0067	0,0022	0,0020	0,0020	0,0021	0,0150
55	0,0001	0,0052	0,0017	0,0015	0,0016	0,0017	0,0118

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar : Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Periode Ulang 50 Tahun DAS Jeneberang (20 tahun)

Lampiran 13 : Tabel Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu Dengan Kala Ulang 100 Tahun (20 tahun)

t (Jam)	Qt (m ³ /dtk)	Distribusi Hujan Efektif Jam-jaman					Q total (m ³ /dtk)
		R1	R2	R3	R4	R5	
		118,7269	30,8596	21,6473	17,2334	14,5529	
0	0,0000	0,0000					0,0000
1	0,5888	69,9030	0,0000				69,9030
2	3,1076	368,9502	18,1693	0,0000			387,1195
3	8,2231	976,3079	95,8979	12,7453	0,0000		1084,9511
3,516	12,0329	1428,6249	253,7630	67,2701	10,1465	0,0000	1759,8045
4	10,7139	1272,0259	371,3297	178,0088	53,5537	8,5684	1883,4864
5	8,4302	1000,8906	330,6263	260,4791	141,7125	45,2240	1778,9326
6	6,6333	787,5485	260,1525	231,9266	207,3670	119,6708	1606,6655
7	5,2194	619,6807	204,7004	182,4909	184,6364	175,1135	1366,6220
8	4,1069	487,5943	161,0881	143,5925	143,2803	155,9184	1093,4541
8,538	3,6099	428,5875	126,7360	112,9855	114,3138	122,6841	905,3068
9	3,2315	383,6624	111,3989	112,9855	114,3138	122,6841	845,0447
10	2,5427	301,8839	99,7219	88,9023	89,9476	96,5337	676,9894
11	2,0007	237,5366	78,4660	69,9526	70,7750	75,9573	532,6875
12	1,5742	186,9051	61,7408	55,0420	55,6892	59,7668	419,1439
13	1,2387	147,0659	48,5806	43,3097	43,8189	47,0274	329,8024
14	0,9747	115,7184	38,2255	34,0781	34,4788	37,0034	259,5043
15	0,7669	91,0528	30,0777	26,8143	27,1296	29,1160	204,1903
16	0,6034	71,6447	23,6665	21,0988	21,3468	22,9099	160,6667
17	0,4748	56,2734	18,6220	16,6015	16,7967	18,0266	126,4202
18	0,3736	44,3573	14,6526	13,0629	13,2164	14,1842	99,4734
19	0,2940	34,9024	11,5294	10,2785	10,3993	11,1608	78,2704
20	0,2313	27,4629	9,0719	8,0876	8,1827	8,7818	61,5869
21	0,1820	21,6091	7,1382	6,3637	6,4383	6,9100	48,4595
22	0,1432	17,0091	5,6167	5,0073	5,0661	5,4371	38,1303
23	0,1127	13,3788	4,4195	3,9400	3,9863	4,2782	30,0027
24	0,0887	10,5271	3,4774	3,1001	3,1366	3,3663	23,6076
25	0,0698	8,2832	2,7362	2,4393	2,4680	2,6487	18,5756
26	0,0549	6,5176	2,1530	1,9194	1,9420	2,0842	14,6161
27	0,0432	5,1284	1,6941	1,5103	1,5280	1,6399	11,5007
28	0,0340	4,0353	1,3330	1,1884	1,2023	1,2904	9,0493
29	0,0267	3,1751	1,0488	0,9351	0,9460	1,0153	7,1204
30	0,0210	2,4983	0,8253	0,7357	0,7444	0,7989	5,6027
31	0,0166	1,9658	0,6494	0,5789	0,5857	0,6286	4,4084
32	0,0130	1,5468	0,5110	0,4555	0,4609	0,4946	3,4688
33	0,0103	1,2171	0,4020	0,3584	0,3626	0,3892	2,7294
34	0,0081	0,9577	0,3163	0,2820	0,2853	0,3062	2,1476
35	0,0063	0,7535	0,2489	0,2219	0,2245	0,2410	1,6899
36	0,0050	0,5929	0,1959	0,1746	0,1767	0,1896	1,3297

37	0,0039	0,4665	0,1541	0,1374	0,1390	0,1492	1,0462
38	0,0031	0,3671	0,1213	0,1081	0,1094	0,1174	0,8232
39	0,0024	0,2888	0,0954	0,0851	0,0861	0,0924	0,6478
40	0,0019	0,2273	0,0751	0,0669	0,0677	0,0727	0,5097
41	0,0015	0,1788	0,0591	0,0527	0,0533	0,0572	0,4010
42	0,0012	0,1407	0,0465	0,0414	0,0419	0,0450	0,3156
43	0,0009	0,1107	0,0366	0,0326	0,0330	0,0354	0,2483
44	0,0007	0,0871	0,0288	0,0257	0,0260	0,0279	0,1954
45	0,0006	0,0686	0,0226	0,0202	0,0204	0,0219	0,1537
46	0,0005	0,0539	0,0178	0,0159	0,0161	0,0172	0,1210
47	0,0004	0,0424	0,0140	0,0125	0,0126	0,0136	0,0952
48	0,0003	0,0334	0,0110	0,0098	0,0100	0,0107	0,0749
49	0,0002	0,0263	0,0087	0,0077	0,0078	0,0084	0,0589
50	0,0002	0,0207	0,0068	0,0061	0,0062	0,0066	0,0464
51	0,0001	0,0163	0,0054	0,0048	0,0048	0,0052	0,0365
52	0,0001	0,0128	0,0042	0,0038	0,0038	0,0041	0,0287
53	0,0001	0,0101	0,0033	0,0030	0,0030	0,0032	0,0226
54	0,0001	0,0079	0,0026	0,0023	0,0024	0,0025	0,0178
55	0,0001	0,0062	0,0021	0,0018	0,0019	0,0020	0,0140

Sumber : Hasil Perhitungan



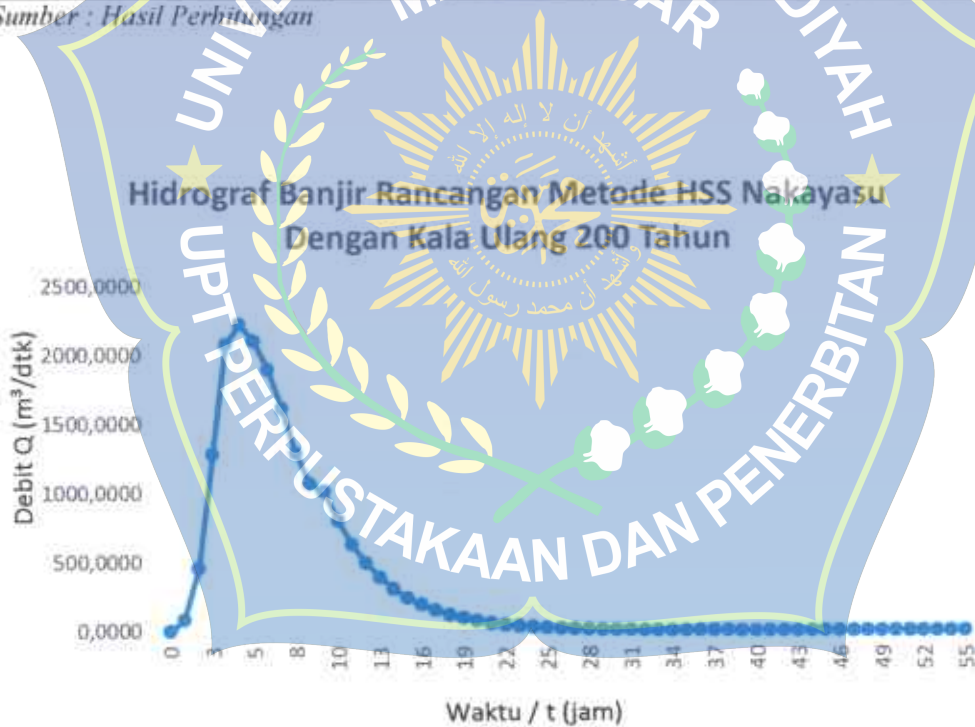
Gambar : Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Periode Ulang 100 Tahun DAS Jeneberang (20 tahun)

Lampiran 14 : Tabel Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu Dengan Kala Ulang 200 Tahun (20 tahun)

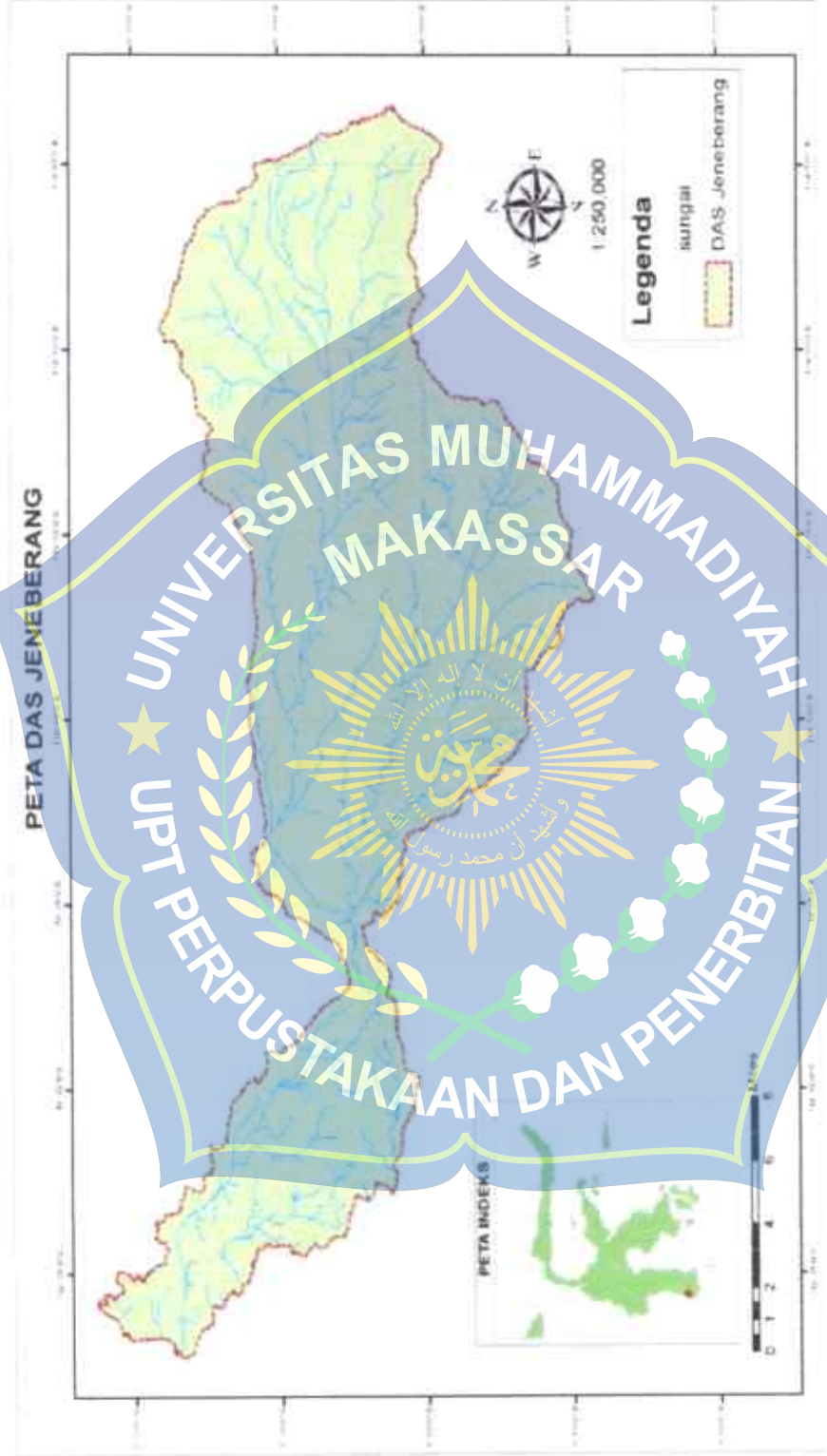
t (Jam)	Qt (m ³ /dtk)	Distribusi Hujan Efektif Jam-jaman					Q total (m ³ /dtk)
		R1	R2	R3	R4	R5	
		140,2326	36,4494	25,5684	20,3550	17,1890	
0	0,0000	0,0000					0,0000
1	0,5888	82,5649	0,0000				82,5649
2	3,1076	435,7803	21,4604	0,0000			457,2407
3	8,2231	1153,1522	113,2685	15,0539	0,0000		1281,4747
3,516	12,0329	1687,4000	299,7285	79,4552	11,9844	0,0000	2078,5682
4	10,7139	1502,4354	438,5908	210,2525	63,2542	10,1204	2224,6533
5	8,4302	1182,1878	390,5146	307,6611	167,3818	53,4157	2101,1610
6	6,6333	930,2017	307,2755	273,9368	244,9286	141,3475	1897,6902
7	5,2194	731,9270	241,7790	215,5466	218,0807	206,8329	1614,1662
8	4,1069	575,9151	190,2432	169,6023	171,5963	184,1609	1291,5178
8,538	3,6099	506,2200	149,6925	133,4512	135,0202	144,9065	1069,2903
9	3,2315	453,1574	149,6925	133,4512	135,0202	144,9065	1016,2278
10	2,5427	356,5639	117,7852	105,0057	106,2493	114,0194	799,6165
11	2,0007	280,5630	92,6790	82,6235	83,5949	89,7159	629,1763
12	1,5742	220,7604	72,9242	65,0121	65,7765	70,5927	495,0659
13	1,2387	173,7048	57,3803	51,1546	51,7561	55,5457	389,5415
14	0,9747	136,6792	45,1495	40,2509	40,7241	43,7060	306,5098
15	0,7669	107,5457	35,5258	31,6713	32,0437	34,3900	241,1765
16	0,6034	84,6221	27,9534	24,9205	25,2135	27,0597	189,7692
17	0,4748	66,5847	21,9951	19,6086	19,8392	21,2918	149,3194
18	0,3736	52,3920	17,3068	15,4290	15,6104	16,7534	117,4917
19	0,2940	41,2245	13,6178	12,1403	12,2830	13,1824	92,4480
20	0,2313	32,4374	10,7151	9,5526	9,6649	10,3725	72,7425
21	0,1820	25,5233	8,4312	7,5164	7,6048	8,1616	57,2373
22	0,1432	20,0830	6,6340	5,9143	5,9838	6,4319	45,0370
23	0,1127	15,8022	5,2200	4,6536	4,7083	5,0531	35,4373
24	0,0887	12,4339	4,1073	3,6617	3,7047	3,9760	27,8837
25	0,0698	9,7836	3,2318	2,8812	2,9151	3,1285	21,9403
26	0,0549	7,6982	2,5430	2,2671	2,2937	2,4617	17,2636
27	0,0432	6,0573	2,0009	1,7838	1,8048	1,9370	13,5839
28	0,0340	4,7662	1,5744	1,4036	1,4201	1,5241	10,6884
29	0,0267	3,7503	1,2388	1,1044	1,1174	1,1992	8,4102
30	0,0210	2,9509	0,9748	0,8690	0,8792	0,9436	6,6175
31	0,0166	2,3219	0,7670	0,6838	0,6918	0,7425	5,2070
32	0,0130	1,8270	0,6035	0,5380	0,5444	0,5842	4,0971
33	0,0103	1,4376	0,4749	0,4233	0,4283	0,4597	3,2238
34	0,0081	1,1311	0,3737	0,3331	0,3370	0,3617	2,5366
35	0,0063	0,8900	0,2940	0,2621	0,2652	0,2846	1,9959
36	0,0050	0,7003	0,2313	0,2062	0,2087	0,2239	1,5705

37	0,0039	0,5510	0,1820	0,1623	0,1642	0,1762	1,2357
38	0,0031	0,4336	0,1432	0,1277	0,1292	0,1386	0,9723
39	0,0024	0,3412	0,1127	0,1005	0,1017	0,1091	0,7651
40	0,0019	0,2684	0,0887	0,0791	0,0800	0,0858	0,6020
41	0,0015	0,2112	0,0698	0,0622	0,0629	0,0675	0,4737
42	0,0012	0,1662	0,0549	0,0489	0,0495	0,0531	0,3727
43	0,0009	0,1308	0,0432	0,0385	0,0390	0,0418	0,2933
44	0,0007	0,1029	0,0340	0,0303	0,0307	0,0329	0,2308
45	0,0006	0,0810	0,0267	0,0238	0,0241	0,0259	0,1816
46	0,0005	0,0637	0,0210	0,0188	0,0190	0,0204	0,1429
47	0,0004	0,0501	0,0166	0,0148	0,0149	0,0160	0,1124
48	0,0003	0,0394	0,0130	0,0116	0,0118	0,0126	0,0885
49	0,0002	0,0310	0,0103	0,0091	0,0092	0,0099	0,0696
50	0,0002	0,0244	0,0081	0,0072	0,0073	0,0078	0,0548
51	0,0001	0,0192	0,0063	0,0057	0,0057	0,0061	0,0431
52	0,0001	0,0151	0,0050	0,0045	0,0045	0,0048	0,0339
53	0,0001	0,0119	0,0039	0,0035	0,0035	0,0038	0,0267
54	0,0001	0,0094	0,0031	0,0028	0,0028	0,0030	0,0210
55	0,0001	0,0074	0,0024	0,0022	0,0022	0,0024	0,0165

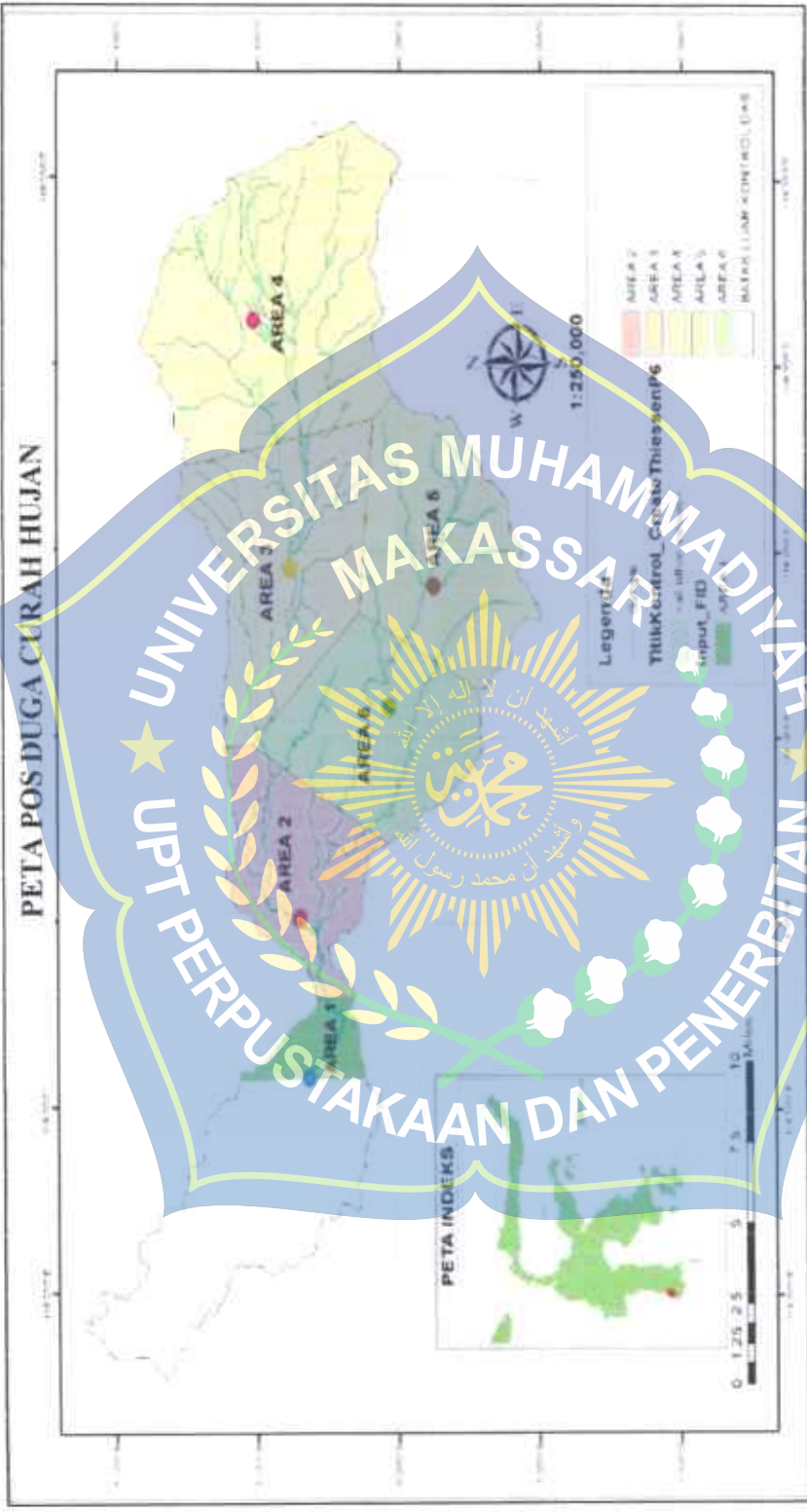
Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar : Grafik Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu Periode Ulang 200 Tahun DAS Jeneberang (20 tahun)



SUMBER : Balai Besar Wilayah Sungai Pomongan Jeneberang Direktorat Jenderal Sumber Daya Air.



SUMBER : Balai Besar Wilayah Sungai Pomongan Jeneberang Direktorat Jenderal Sumber Daya Air.

PETA AREA STASIUN DAN TITIK KONTROL



SUMBER : Google Earth.

FOTO KONDISI SUNGAI JENEBERANG



SUMBER : Hasil Tinjauan Lapangan (Survey Pendahuluan)