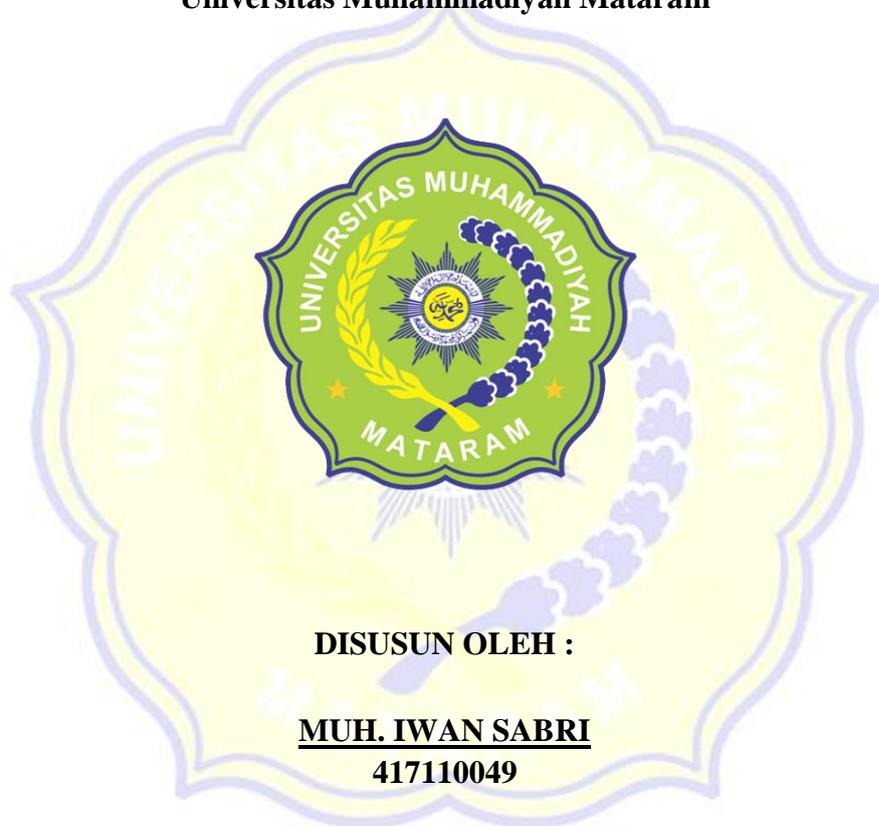


SKRIPSI

**PERBANDINGAN ANALISIS DEBIT BANJIR DENGAN
MENGUNAKAN METODE HSS NAKAYASU, HSS GAMA 1, DAN HSS
ITB 1 PADA EMBUNG JELENGA KECAMATAN JEREWEH,
KABUPATEN SUMBAWA BARAT**

**Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Studi
Pada program Studi Teknik Sipil Jenjang Strata I
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Mataram**



DISUSUN OLEH :

MUH. IWAN SABRI
417110049

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
2022**

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

SKRIPSI

**PERBANDINGAN ANALISIS DEBIT BANJIR DENGAN
MENGUNAKAN METODE HSS NAKAYASU, HSS GAMA 1 DAN HSS
ITB 1 PADA EMBUNG JELENGA KECAMATAN JEREWEH,
KABUPATEN SUMBAWA BARAT**

Disusun Oleh :

MUH. IWAN SABRI
417110049

Mataram, 20 Januari 2022

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT.
NIDN. 0824017501

Titik Wahyuningsih, ST., MT.
NIDN. 0819097401

Mengetahui,

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK**

Dekan,



Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT.
NIDN. 0824017501

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI
SKRIPSI
PERBANDINGAN ANALISIS DEBIT BANJIR DENGAN
MENGGUNAKAN METODE HSS NAKAYASU, HSS GAMA 1 DAN HSS
ITB 1 PADA EMBUNG JELENGA KECAMATAN JEREWEH,
KABUPATEN SUMBAWA BARAT

Yang Disiapkan dan Disusun Oleh :

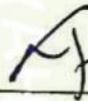
NAMA : MUH. IWAN SABRI

NIM : 417110049

Telah dipertahankan didepan Tim Penguji
Pada hari, Senin, 31 Januari 2022
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

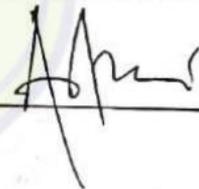
1. Penguji I : Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT.



2. Penguji II : Titik Wahyuningsih, ST., MT



3. Penguji III : Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT.



Mengetahui,

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK

Dekan,



Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT.

NIDN. 0824017501

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir/Skripsi dengan judul :

“PERBANDINGAN ANALISIS DEBIT BANJIR DENGAN MENGGUNAKAN METODE HSS NAKAYASU, HSS GAMA 1, DAN HSS ITB 1 PADA EMBUNG JELENGA KECAMATAN JEREWEH, KABUPATEN SUMBAWA BARAT”

Benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide dan hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir/Skripsi ini disebut dalam daftar pustaka. Apalagi terbukti di kemudian hari bahwa Tugas Akhir/Skripsi ini merupakan hasil plagiasi, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat tanpa tekanan dari pihak manapun dan dengan kesadaran penuh terhadap tanggung jawab dan konsekuensi.

Mataram, 21 Februari 2022

Yang Membuat Pernyataan



Muh. Iwan Sabri
Nim : 417110049



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT

Jl. K.H.A.-Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : perpustakaan@ummat.ac.id

**SURAT PERNYATAAN BEBAS
PLAGIARISME**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MUH. IWAN SABRI
NIM : 417110049
Tempat/Tgl Lahir : REPOK ASEM, 29 SEPTEMBER 1999
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Fakultas : TEKNIK
No. Hp : 082 250 720 311
Email : sabriiwan99@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi/KTI/Tesis* saya yang berjudul :

PERBANDINGAN ANALISIS DEBIT BANJIR DENGAN MENGEUNAKAN METODE
HSS NAKAYASU, HSS GAMA 1 DAN HSS ITB 1 PADA EMBUNG JELENGA
KECAMATAN JEREWEH, KABUPATEN SUMBAWA BARAT.

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 48%

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari Skripsi/KTI/Tesis* tersebut terdapat indikasi plagiarisme atau bagian dari karya ilmiah milik orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dan disebutkan sumber secara lengkap dalam daftar pustaka, saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Mataram.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun dan untuk dipergunakan sebagai mana mestinya.

Mataram, 19 FEBRUARI.....2022
Penulis



MUH. IWAN SABRI
NIM. 417110049

Mengetahui,
Kepala UPT Perpustakaan UMMAT



Iskandar, S.Sos., M.A. *Is*
NIDN. 0802048904

*pilih salah satu yang sesuai



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN

Jl. K.H.Ahmad Dahlan No. 1 Mataram Nusa Tenggara Barat

Kotak Pos 108 Telp. 0370 - 633723 Fax. 0370-641906

Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : perpustakaan@ummat.ac.id

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MUH. IWAN SABRI
NIM : 417110049
Tempat/Tgl Lahir : REPOK ASEM, 29 SEPTEMBER 1999
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Fakultas : TEKNIK
No. Hp/Email : 082250720311/sabriiwan99@gmail.com
Jenis Penelitian : Skripsi KTI Tesis

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Mataram hak menyimpan, mengalih-media/format, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Repository atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama *tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta* atas karya ilmiah saya berjudul:

PERBANDINGAN ANALISIS DEBIT BANJIR DENGAN MENGGUNAKAN METODE
HSS NAKAYASU, HSS GAMA 1 DAN HSS ITB 1 PADA EMBUNG JELENGA
KECAMATAN JEREWEH, KABUPATEN SUMBAWA BARAT.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Mataram, 19 FEBRUARI, 2022

Penulis



MUH. IWAN SABRI
NIM. 417110049

Mengetahui
Kepala UPT Perpustakaan UMMAT



Iskandar, S.Sos., M.A. *pp*
NIDN. 0802048904

MOTTO HIDUP

“Berfikirlah positif, tidak peduli seberapa keras kehidupanmu”

(Ali bin Abi Thalib)

“Jangan terlalu keras pada dirimu sendiri, karena hasil akhir dari semua urusan di dunia ini sudah ditetapkan oleh Allah. Jika sesuatu ditakdirkan untuk menjauh darimu, maka ia tak akan pernah mendatangimu. Namun jika ia ditakdirkan bersamamu, maka kau tak akan bisa lari darinya”

(Umar bin Khattab)



UCAPAN TERIMA KASIH

Tugas akhir ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dorongan baik moril maupun materil dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya terutama kepada :

1. Allah Subhanahuwa Ta'ala dengan segala rahmat dan karunia-Nya yang memberikan kekuatan bagi peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram sekaligus sebagai Dosen Pembimbing Utama.
3. Titik Wahyuningsih, ST., MT., selaku wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram sekaligus sebagai Dosen Pembimbing Pendamping.
4. Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT. selaku Dosen Penguji.
5. Kepada kedua orang tua tercinta Bapak dan Ibu tercinta, yang selama ini telah membantu peneliti dalam bentuk perhatian, kasih sayang, serta do'a yang tidak henti-hentinya demi kelancaran dan kesuksesan peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Segenap dosen dan staff akademik yang selalu membantu memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada peneliti hingga dapat menunjang dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Rekan-rekan mahasiswa keluarga besar Teknik Sipil khusus kelas B angkatan 2017 dan untuk semua angkatan terimakasih kawan-kawan dan sahabat atas motivasi, bantuan dan dukungannya dengan semangat juang yang tak terputus selama masa perkuliahan. Serta masih banyak lagi yang tak bisa peneliti sebutkan satu persatu.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Perbandingan Analisis Debit Banjir Dengan Menggunakan Metode HSS Nakayasu, HSS Gama 1, Dan HSS ITB-1 Pada Embung Jelenga Kecamatan Jereweh, Kabupaten Sumbawa Barat”**.

Pada kesempatan kali ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung terhadap penyelesaian skripsi ini, terutama yang terhormat :

1. Drs. H. Arsyad Abd Gani, M.pd. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram Sekaligus Sebagai Dosen Pembimbing Utama.
3. Titik wahyuningsih, ST., MT. selaku Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram Sekaligus Sebagai Dosen Pembimbing Pendamping.
4. Agustini Ernawati, ST.,M. Tech. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
5. Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT. selaku Dosen Penguji.
6. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, maka kritik, saran maupun masukan yang sifatnya membangun demi menyempurnakan isi dari skripsi ini sangat di harapkan. Harapan penulis, semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi mahasiswa dan mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.

Mataram,
Penulis,

MUH. IWAN SABRI
417110049

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
SURAT PERNYATAAN PLAGIARISME	v
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
MOTO HIDUP	vii
UCAPAN TERIMAKASIH	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xv
ABSTRAK	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Landasan Teori	7
2.2.1 Siklus Hidrologi.....	7
2.2.2 Daerah Aliran Sungai.....	8
2.2.3 Jaringan Sungai	9
2.2.4 Hujan Rata-Rata Daerah	9
2.2.5 Uji Konsistensi Data Curah Hujan.....	12
2.2.6 Analisis Distribusi Frekuensi.....	14

2.2.7 Pengujian Kecocokan Fungsi Distribusi.....	18
2.2.8 Distribusi Hujan Durasi Pendek	20
2.3. Hidrograf Satuan	21
2.3.1 Hidrograf Satuan Sintetik	23
2.3.1.1 Hidrograf Satuan Nakayasu	23
2.3.1.2 Hidrograf Satuan Sintetik Gama 1	25
2.3.1.3 Hidrograf Satuan Sintetik ITB-1	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Lokasi Penelitian.....	34
3.2. Tahap Pengumpulan Data.....	36
3.3. Tahap Analisis Data.....	37
3.4. Bagan Alir Penelitian.....	40
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1. Analisis Data	42
4.1.1 Analisis Hidrologi.....	42
4.1.2 Analisis Debit Banjir Rancangan.....	64
4.2. Pembahasan.....	82
4.2.1 Waktu Naik, Puncak dan Waktu Turun.....	82
4.2.2 Perbandingan Metode Hidrograf Satuan Sintetik.....	82
BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan.....	88
5.2. Saran	89
DAFTAR PUSTAKA	90
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Indeks Tingkat Percabangan Sungai.....	9
Tabel 2.2 Q/\sqrt{n} dan $R\sqrt{n}$	13
Tabel 2.3 Jenis Sebaran.....	14
Tabel 2.4 Delta Kritis <i>Smirnov-Kolmogorof</i>	20
Tabel 2.5 Harga Standar Koefisien α dan β	32
Tabel 4.1 Sebaran Pos Hujan di Wilayah Studi	42
Tabel 4.2 Curah Hujan Maksimum Harian Stasiun Jereweh	44
Tabel 4.3 Uji Konsistensi Data Hujan Harian Maksimum Stasiun Jereweh.....	46
Tabel 4.4 Nilai Kritis Yang Diizinkan Untuk Metode RAPS Q/\sqrt{n} dan $R\sqrt{n}$	47
Tabel 4.5 Uji Konsistensi Data Hujan Bulanan Stasiun Jereweh	48
Tabel 4.6 Parameter Pemilihan Distribusi Curah Hujan	50
Tabel 4.7 Jenis Agihan.....	51
Tabel 4.8 Perhitungan Curah Hujan Rancangan Metode <i>Log Pearson Tipe III</i>	53
Tabel 4.9 Faktor Frekuensi Untuk Distribusi <i>Log Pearson Tipe III</i> Koefisien Asimetri,Cs Negatif	54
Tabel 4.10 Faktor Frekuensi Untuk Distribusi <i>Log Pearson Tipe III</i> Koefisien Asimetri,Cs Positif	54
Tabel 4.11 Perhitungan Curah Hujan Rancangan Berbagai Kala Ulang Metode <i>Log Pearson Tipe III</i>	55
Tabel 4.12 Uji Chi-Kuadrat data curah hujan	57
Tabel 4.13 Nilai Kritis untuk Distribusi Chi-Kuadrat	57
Tabel 4.14 Uji <i>Smirnov-Kolmogorov</i>	59
Tabel 4.15 Delta Kritis Untuk <i>Smirnov-Kolmogorov</i>	60
Tabel 4.16 Koefisien Pengaliran	61
Tabel 4.17 Perhitungan Distribusi Jam-Jaman	63
Tabel 4.18 Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu	66
Tabel 4.19 Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Kala Ulang 2 Tahun Pada Embung Jelenga	67
Tabel 4.20 Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan Metode Hidrograf Satuan	

Sintetik Nakayasu Pada Embung Jelenga	68
Tabel 4.21 Perhitungan Debit Banjir Berbagai Kala Ulang Dengan HSS Nakayasu Embung Jelenga	69
Tabel 4.22 Hidrograf Satuan Sintetik Gama 1	73
Tabel 4.23 Hidrograf Satuan Sintetik Gama1 Kala Ulang 2 Tahun Pada Embung Jelenga	74
Tabel 4.24 Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Gama 1 Pada Embung Jelenga.....	75
Tabel 4.25 Perhitungan Debit Banjir Berbagai Kala Ulang Dengan HSS Gama 1 Embung Jelenga	76
Tabel 4.26 HSS Tak Berdimensi	78
Tabel 4.27 Hidrograf Satuan Sintetik ITB-1 Kala Ulang 2 Tahun Pada Embung Jelenga	79
Tabel 4.28 Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan Metode Hidrograf Satuan Sintetik ITB-1 Pada Embung Jelenga	80
Tabel 4.29 Perhitungan Debit Banjir Berbagai Kala Ulang Dengan HSS ITB-1 Embung Jelenga	81
Tabel 4.30 Perbandingan Debit Banjir Metode HSS	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Hidrologi	7
Gambar 2.2 Daerah Aliran Sungai	8
Gambar 2.3 Metode Poligon Thiesen	11
Gambar 2.4 Metode Poligon Isohyet	12
Gambar 2.5 Hidrograf Satuan Sintetik.....	22
Gambar 2.6 Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu	24
Gambar 2.7 Model HSS Gama 1.....	25
Gambar 2.8 Sketsa Penetapan WF.....	27
Gambar 2.9 Sketsa Penetapan RUA.....	28
Gambar 3.1 Peta Lokasi Daerah Penelitian	34
Gambar 3.2 Peta Lokasi Daerah Penelitian	35
Gambar 3.3 Peta Pencapaian Lokasi Daerah Penelitian	36
Gambar 3.4 Peta Daerah Tangkapan Air Embung Jelenga Dan Areal Irigasi	38
Gambar 3.5 Daerah Aliran Sungai Brang Ai Ngerang (Sub DAS Batukeriti)	38
Gambar 4.1 Peta Sebaran Pos Hujan	42
Gambar 4.2 Peta Poligon Thiesen	43
Gambar 4.3 Peta Poligon Thiesen Das Embung Jelenga	44
Gambar 4.4 Hidrograf Banjir Rancangan HSS Nakayasu Pada Embung Jelenga	69
Gambar 4.5 Penetapan WF	71
Gambar 4.6 Penetapan RUA.....	71
Gambar 4.7 Hidrograf Banjir Rancangan HSS Gama 1 Pada Embung Jelenga	76
Gambar 4.8 Hidrograf Banjir Rancangan HSS ITB-1 Pada Embung Jelenga.....	81
Gambar 4.9 Perbandingan Debit Maksimum HSS Nakayasu, Gama 1 dan ITB 1	83
Gambar 4.10 Hidrograf Banjir Rancangan Kala Ulang 2 Tahun.....	84
Gambar 4.11 Hidrograf Banjir Rancangan Kala Ulang 5 Tahun.....	84
Gambar 4.12 Hidrograf Banjir Rancangan Kala Ulang 10 Tahun.....	85
Gambar 4.13 Hidrograf Banjir Rancangan Kala Ulang 25 Tahun.....	86
Gambar 4.14 Hidrograf Banjir Rancangan Kala Ulang 50 Tahun.....	86
Gambar 4.15 Hidrograf Banjir Rancangan Kala Ulang 100 Tahun.....	87

DAFTAR NOTASI

- A : Luas DAS (km^2)
- $ADAS$: Luas DAS (km^2)
- $AHSS$: Luas kurva hidrograf satuan tak berdimensi yang dilakukan secara numerik dengan metode trapesium.
- An : Luas areal poligon (km^2)
- CA : Luas daerah pengaliran sampai *outlet* (km^2)
- Ck : Koefisien kurtosis
- Cs : Koefisien kemencengan
- Ct : Koefisien waktu untuk proses kalibrasi
- Cv : Koefisien variasi
- D : Kerapatan jaringan kuras/*drainage density*
- D : Kerapatan jaringan sungai
- Dn : Jarak vertikal maksimum antara pengamatan dan teoritisnya
- Dy : Standar deviasi
- Ei : Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke i
- JN : Jumlah pertemuan sungai
- K : Tampungan (jam)
- K : Faktor frekuensi
- k : Jumlah sub kelompok
- KT : Faktor frekuensi (tergantung dari koefisien kemencengan (*skewness*) dan Probabilitasnya).
- L : Panjang sungai
- LI : Perbandingan antara jumlah panjang sungai-sungai tingkat satu
- LN : Jumlah panjang-panjang sungai semua tingkat
- m : Nomor urut data dari seri data yang telah disusun
- n : Jumlah data
- N : Jumlah titik pos pengamatan
- Oi : Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke i
- P : Probabilitas (%);
- $P(x)$: Probabilitas dari sampel data

- $P1$: Perbandingan jumlah pangsa sungai tingkat satu
 PN : Jumlah pangsa sungai semua tingkat
 $Po(x)$: Probabilitas dari teoritisnya
 QB : Aliran dasar (m^3/s)
 Qp : Debit puncak hidrograf satuan (m^3/s)
 R : Curah hujan rerata daerah (mm)
 Rn : Tinggi curah hujan di tiap titik pengamatan (mm)
 RUA : Luas DAS sebelah hulu
 S : Kemiringan sungai rata-rata
 Sd : Standar deviasi
 SF : Faktor sumber
 SIM : Faktor simetri
 Sk^* : Nilai statistik
 Sk^{**} : Nilai statistik
 SN : Frekuensi sumber
 T : Waktu periode ulang
 TB : Waktu dasar hidrograf (jam)
 TL : *Time lag* (jam)
 Tp : Waktu mencapai puncak (jam)
 TR : Waktu naik (jam)
 TR : Waktu naik hidrograf (jam)
 WF : Faktor lebar
 Wl : Lebar DAS yang diukur di titik sungai yang berjarak 0.25 L dari titik kontrol (*outlet*)
 Wu : Lebar DAS yang diukur dititik sungai yang berjarak 0.75 L dari titik kontrol (*outlet*)
 Xi : Curah hujan rata-rata
 Xr : Harga rata-rata
 XT : Hujan dalam periode ulang tahun (mm)
 \bar{X} : Nilai rata-rata hitung variat
 Xh : Parameter chi-square terhitung

- Y_i : Data curah hujan ke- i
 Y_r : Rata – rata curah hujan
 YT : Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan
 \bar{Y} : Nilai rata-rata hitung variat
 z : Faktor frekuensi



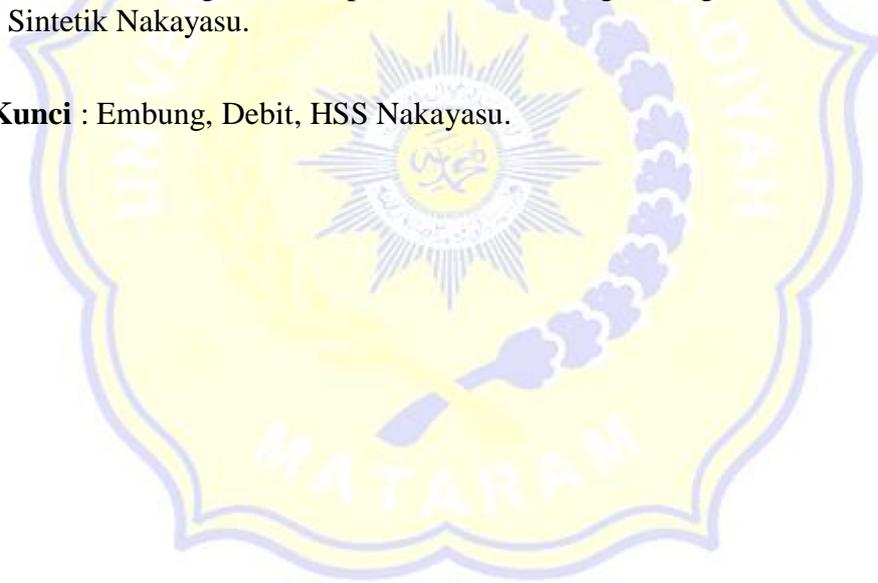
ABSTRAK

Embung Jelenga terletak di Desa Belo, Kec. Jereweh, Kab. Sumbawa Barat. Embung Jelenga berada pada aliran Sungai Brang Ai Ngerang (orde 3) pada DAS Batukeriti dengan luas Tampungannya 1,57 km² dan panjang sungai 1,68 km, maksud dari perbandingan analisis debit banjir rancangan embung Jelenga adalah terutama untuk mengevaluasi beberapa parameter, antara lain meliputi Curah hujan rancangan, hujan efektif, dan hidrograf satuan banjir rancangan.

Penelitian ini merupakan perbandingan debit banjir rancangan dengan menggunakan tiga metode yaitu metode HSS Nakayasu, metode HSS Gama 1 dan metode HSS ITB-1 dimana dari ketiga metode dapat diketahui Q maksimum yang paling efektif dalam melimpaskan aliran pada sub DAS Batukeriti.

Dari hasil perhitungan Q banjir maksimum terbesar diperoleh pada metode HSS Nakayasu dengan berbagai periode ulang pada kala ulang 100 tahun sebesar 25,456 m³/dt dan minimum diperoleh pada metode HSS Gama 1 dengan berbagai periode ulang pada kala ulang 100 tahun sebesar 10,210 m³/dt. Berdasarkan hasil analisa dari tiga metode hidrograf satuan sintetik, maka metode Hidrograf satuan sintetik yang dapat diterapkan untuk kepentingan perhitungan dan perencanaan bangunan air pada DAS Embung Jelenga adalah Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu.

Kata Kunci : Embung, Debit, HSS Nakayasu.

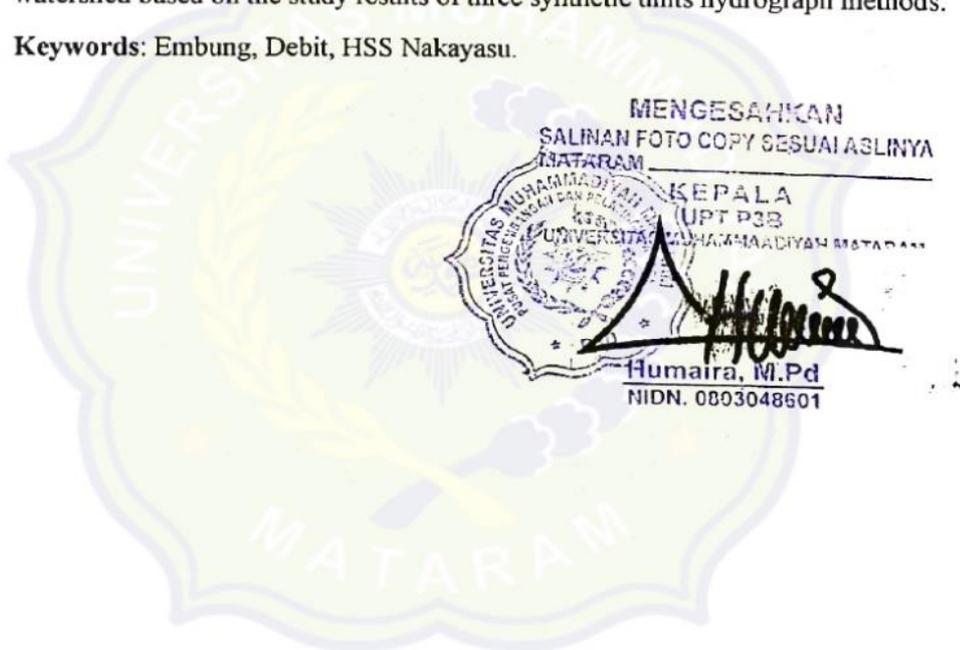


ABSTRACT

Embung Jelenga is in the West Sumbawa regency's Belo Village, Jereweh District. The Jelenga Reservoir, with a catchment area of 1.57 km² and a river length of 1.68 km, is located on the Brang Ai Ngerang River flow (order 3) in the Batukeriti watershed. Design rainfall, effective rain, and flood unit hydrograph are all examples of design rainfall. The flood discharge design is compared in this study using the Nakayasu HSS method, the Gama 1 HSS method, and the ITB-1 HSS method. The three methods show that the greatest Q technique is the most successful in overflowing the Batukeriti sub-watershed.

From the results of the calculation of Q, the largest maximum flood was obtained on the HSS Nakayasu method with various return periods on the 100 year return period of 25,456 m³/s and the minimum obtained on the HSS Gama 1 method with various return periods on the 100 year return period of 10,210 m³/s. The Nakayasu Synthetic Unit Hydrograph is the synthetic unit hydrograph method that may be used to calculate and design water structures in the Embung Jelenga watershed based on the study results of three synthetic units hydrograph methods.

Keywords: Embung, Debit, HSS Nakayasu.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Embung berfungsi untuk menampung air dari limpasan daerah aliran sungai pada musim hujan dan dimanfaatkan pada musim kemarau untuk mengairi areal persawahan di sebelah hilir secara lebih baik sehingga resiko kegagalan panen akibat kurangnya air dapat diatasi. Selain itu genangan air embung dapat dimanfaatkan untuk keperluan air bersih oleh penduduk dan ternak di sekitar lokasi embung. Sedangkan apabila terjadi debit banjir dimana debit banjir ini terjadi pada saat kapasitas embung telah mencapai kapasitas maksimalnya berdasarkan debit banjir rencana, maka limpasan air dapat dikeluarkan melalui pelimpah.

Sebagai akibat dari pembangunan embung tersebut, dimana aliran/debit yang lebih dialirkan melalui pelimpah maka terjadi aliran *turbulen* (bergelombang) dengan kecepatan yang tinggi akibat terdapat energi aliran yang sangat besar, setelah melewati mercu spillway yang ditunjukkan oleh adanya loncatan air (*water jump*). Hal ini akan menyebabkan terjadinya gerusan setempat (*local scouring*) di hilir spillway yaitu di ujung kolam olak yang akhirnya akan mengganggu stabilitas tubuh embung.

Secara Administrasi Embung Jelenga terletak di Desa Belo, Kec. Jereweh, Kab. Sumbawa Barat. Embung Jelenga berada pada aliran Sungai Brang Ai Ngerang (orde 3) pada sub DAS Batukeriti dengan luas Daerah Tangkapan Air sebesar 1,57 km² dan panjang sungai 1,68 km. Dalam perencanaan Embung diperlukan analisis Debit banjir yang efektif untuk mendapatkan perencanaan yang lebih bagus. Analisis debit banjir dilakukan berbagai metode, diantaranya adalah dengan analisis frekuensi dari data debit maksimum. Kondisi tersebut dilakukan jika data debit tersedia di bangunan ukur yang ada di sungai. Jika data debit tidak tersedia, maka analisis dapat dilakukan dengan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS). Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) telah banyak digunakan untuk memperkirakan debit banjir di Indonesia, adapun yang umum antara lain metode Snyder-Alexeyev, Snyder-SCS, Nakayasu, Gama 1 dan ITB 1.

pada tahun 2010, Natakusumah, et.al, mengembangkan hidrograf satuan sintetik (HSS) ITB-1 dan ITB-2 yang dikembangkan dengan konsep pendekatan sederhana untuk menentukan hidrograf satuan tak berdimensi yang konsisten berdasarkan prinsip konservasi massa. Untuk menganalisis HSS ITB 1 perlu diketahui beberapa komponen penting pembentuk hidrograf satuan sintetik sebagai berikut : 1) Tinggi dan Durasi Hujan Satuan, 2) Time Lag (TL), Waktu Puncak (TP), dan Waktu Dasar (TB), 3) Bentuk Hidrograf Satuan , dan 4) Debit Puncak Hidrograf Satuan. Adapun parameter – parameter DAS yang digunakan untuk analisis debit banjir pada HSS ITB-1 sebagai berikut : luas das (Adas), Panjang Sungai (Ls), Hujan Efektif (Ro), Parameter Hidrograf (a), Koefisien Waktu Puncak (Cp) Dan Koefisien Waktu (Ct).

Pada HSS Nakayasu, Penggunaan metode ini memerlukan beberapa karakteristik parameter daerah alirannya, seperti : 1) Tenggang waktu dari permukaan hujan sampai puncak hidrograf, 2) Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf, 3) Tenggang waktu hidrograf, Luas daerah aliran sungai dan Panjang alur sungai utama terpanjang. Sedangkan pada HSS Gama 1 Parameter yang diperlukan dalam analisis antara lain: 1) Luas DAS (A), 2) Panjang alur sungai utama (L), 3) Panjang alur sungai ke titik berat DAS (Lc), 4) Kelandaian/slope sungai (s), 5) Kerapatan jaringan kuras (D), Selain parameter diatas masih ada parameter lain yang dipakai, antara lain: 1) Faktor sumber (SF), 2) Frekuensi sumber (SN), 3) Luas DAS sebelah hulu (RUA), 4) Faktor simetri (SIM), 5) Jumlah pertemuan sungai (JN).

Dengan perbedaan beberapa parameter yang digunakan dalam analisis debit banjir di masing – masing metode, maka diperlukan **“perbandingan Analisis Debit Banjir menggunakan metode HSS Nakayasu, HSS Gama 1, dan HSS ITB 1 pada Embung Jelenga Kabupaten Sumbawa Barat”**.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berapakah debit banjir rancangan pada embung jelenga dengan menggunakan metode HSS Nakayasu, HSS Gama 1 dan HSS ITB 1?
2. Bagaimanakah hasil perbandingan dari ketiga metode tersebut?
3. Metode HSS manakah yang memiliki debit banjir yang lebih besar?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan debit banjir rancangan dengan ketiga metode hidrograf satuan sintetik (HSS) yang direncanakan di Embung Jelenga.
2. Untuk mendapatkan hasil dari perbandingan dari ketiga metode tersebut.
3. Untuk mendapatkan metode HSS manakah yang memiliki debit banjir yang lebih besar.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan debit banjir rancangan yang akan dipakai dalam perencanaan hidrolis embung.
2. Merencanakan pembangunan embung yang kokoh untuk menghindari bahaya banjir yang bisa merusak embung di saat musim penghujan.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian hanya dilakukan pada DAS Embung Jelenga.
2. Data hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hujan harian maksimum dengan Panjang data selama 10 tahun terakhir.
3. Stasiun hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Stasiun yang terdekat atau stasiun paling berpengaruh.
4. Kala ulang yang digunakan dalam penelitian ini adalah kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun.

5. Metode yang digunakan adalah metode HSS Nakayasu, HSS Gama I, dan HSS ITB 1.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Indra Pratama Himari (2014), Melakukan Penelitian tentang “Analisis Debit Banjir Rancangan Untuk Perencanaan Bendung Randangan”, Menyatakan bahwa curah hujan di DAS Randangan dan sekitarnya terdapat 3 (tiga) stasiun dengan ketersediaan data sebagai berikut : 1. Stasiun hujan DAS Randangan, 2. Stasiun hujan DAS Randangan Kalimas (1991 – 2011), 3. Stasiun hujan DAS Popayato Tahele (2003–2011). Dari ketiga stasiun diatas, hanya 2 (dua) stasiun hujan yang berpengaruh di lokasi penelitian yaitu stasiun hujan Randangan Motolohu, Randangan Kalimas, tetapi hanya dua stasiun yang datanya lebih dari 10 (sepuluh) tahun, yaitu sta. MRG DAS Randangan Motolohu dan sta. MRG DAS Randangan Kalimas. Curah hujan rerata daerah menggunakan Metode rata-rata Hitung (Arithmetic Mean), karena keadaan topografi di lokasi penelitian adalah rata atau datar dan stasiun hujan tersebar secara merata di area tersebut. Metode distribusi yang digunakan dalam menentukan besaran curah hujan rancangan dilakukan uji kesesuaian distribusi untuk mengetahui kebenaran apakah persamaan distribusi peluang yang digunakan tersebut dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis, baik terhadap simpangan data vertikal maupun simpangan data horisontal. Uji kesesuaian distribusi yang dihitung dengan metode Uji *Chi Square* (simpangan secara vertikal) dan Uji *Smirnov Kolmogorof* (simpangan secara horizontal).

Purnomo (2017), melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Metode Pemilihan Data Hujan Pada Perancangan Debit Banjir Di DAS Serayu”. Hasil analisis hidrologi di DAS Serayu menunjukkan bahwa metode pemilihan data AMS yang dipadukan dengan HSS Nakayasu dan HSS ITB-1 memberikan debit puncak banjir di DAS Serayu. Pemilihan data menggunakan metode PDS selalu memberikan data hujan dan debit rancangan yang lebih besar dari pada metode AMS. Sehingga, untuk rekaman data hujan yang panjang, seorang analis data debit sebaiknya menggunakan metode AMS, analisis hidrologinya menjadi

kurang memuaskan. Untuk itu jika rekaman data hujan yang tersedia ternyata tidak terlalu panjang, maka disarankan menggunakan metode PDS.

Anik Sarminingsih (2018) melakukan penelitian tentang “Pemilihan Metode Analisis Debit Banjir Rancangan Embung Coyo Kabupaten Grobogan”, Menyatakan bahwa Analisa debit banjir digunakan untuk menentukan besarnya debit banjir rencana pada suatu DAS. Debit banjir rencana merupakan debit maksimum rencana di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang tertentu yang dapat dialirkan tanpa membahayakan lingkungan sekitar dan stabilitas sungai. Dalam perencanaan bangunan air, salah satu parameter desain yang sangat penting adalah besaran debit banjir kala ulang tertentu. Dalam perencanaan embung debit banjir digunakan sebagai dasar menentukan dimensi bangunan pengelak (*diversion*) saat pelaksanaan dan juga bangunan pelimpah (*spillway*). Debit Banjir Rancangan Embung Coyo Berdasarkan Model HSS Nakayasu. Hasil analisis parameter hidrograf satuan sintetik Nakayasu DAS Embung Coyo, Q_p : Debit puncak banjir = $3,60 \text{ m}^3/\text{s}$, A : luas DAS (km^2) = $69,56$, R_e : curah hujan efektif (mm) = 1 , T_p : Waktu dari permulaan banjir sampai puncak hidrograf banjir (jam) = $1,948$, $T_{0.3}$: Waktu dari puncak banjir sampai $0,3$ kali debit puncak banjir (jam) = $2,63$, t_g : Waktu konsentrasi (jam) = $1,36$, T_r : Satuan waktu curah hujan (jam) = $0,79$, α : koefisien karakteristik DAS = 2 , L : Panjang sungai utama (Km) = $15,8$.

Baiq Risa Vidyaningsih (2020), melakukan penelitian dengan judul Analisis Debit Banjir Sungai Padolo Kota Bima Menggunakan Metode HSS Gama 1, HSS Limantara, HSS ITB-1, dan HSS ITB-2, di peroleh debit puncak yang terjadi di DAS Padolo menggunakan berbagai metode Hidrograf Satuan Sintetik : Pada metode HSS Gama I untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100, dan 1000 tahun masing-masing didapatkan sebesar $871,224 \text{ m}^3/\text{dt}$, $1091,79 \text{ m}^3/\text{dt}$, $1207,321 \text{ m}^3/\text{dt}$, $1320,229 \text{ m}^3/\text{dt}$, $1409,505 \text{ m}^3/\text{dt}$, $1483,026 \text{ m}^3/\text{dt}$, dan $1682,584 \text{ m}^3/\text{dt}$, Pada HSS Limantara untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100, dan 1000 tahun masing-masing didapatkan sebesar $531,057 \text{ m}^3/\text{dt}$, $665,41 \text{ m}^3/\text{dt}$, $735,778 \text{ m}^3/\text{dt}$, $804,552 \text{ m}^3/\text{dt}$, $858,931 \text{ m}^3/\text{dt}$, $903,714 \text{ m}^3/\text{dt}$, dan $1025,267 \text{ m}^3/\text{dt}$, Pada HSS ITB-1 untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100, dan 1000 tahun masing-masing

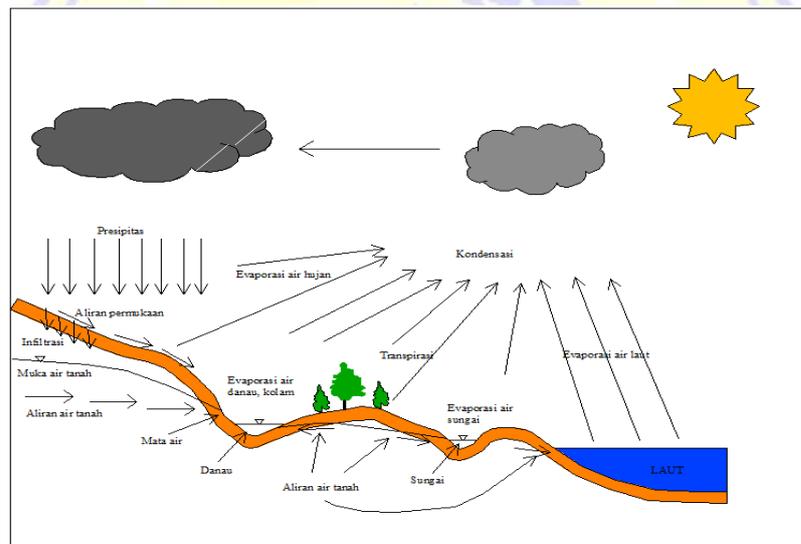
didapatkan sebesar 572,968 m³/dt, 717,94 m³/dt, 793,875 m³/dt, 868,087 m³/dt, 926,765 m³/dt, 975,089 m³/dt, dan 1106,253 m³/dt, dan pada HSS ITB-2 untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100, dan 1000 tahun masing-masing didapatkan sebesar 792,580 m³/dt, 993,21 m³/dt, 1098,304 m³/dt, 1201,008 m³/dt, 1282,216 m³/dt, 1349,093 m³/dt, dan 1530,617 m³/dt.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan salah satu aspek penting yang diperlukan pada proses analisis hidrologi. Siklus hidrologi adalah proses kontinu dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali lagi ke bumi (Bambang Triatmodjo, 2008). Secara sederhana siklus hidrologi dapat dilihat pada **Gambar**

2.1



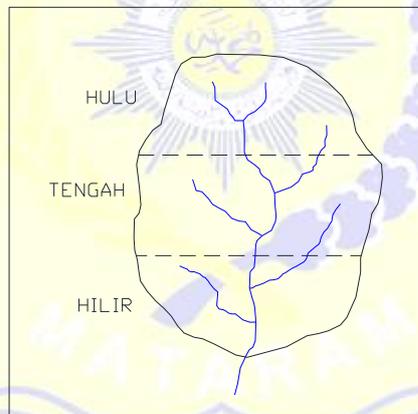
Gambar 2.1 Siklus Hidrologi

Air di permukaan tanah, sungai, danau, dan laut menguap ke udara. Uap air tersebut bergerak dan naik ke atmosfer, yang kemudian mengalami kondensasi dan berubah menjadi titik-titik air yang berbentuk awan. Selanjutnya titik-titik air tersebut jatuh sebagai hujan ke permukaan laut dan daratan. Hujan yang jatuh sebagian tertahan oleh tumbuh-tumbuhan (*intersepsi*) dan selebihnya sampai ke permukaan tanah. Sebagian air hujan yang sampai ke permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah (*infiltrasi*) dan sebagian lainnya mengalir di atas

permukaan tanah (aliran permukaan atau *surface run off*) mengisi cekungan tanah, danau, dan masuk ke sungai dan akhirnya mengalir ke laut. Air yang meresap ke dalam tanah sebagian mengalir di dalam tanah (perkolasi) mengisi air tanah yang kemudian keluar sebagai mata air atau mengalir ke sungai. Akhirnya aliran air di sungai akan sampai ke laut. Proses yang berlangsung secara terus menerus inilah yang disebut siklus hidrologi (Bambang Triatmodjo, 2008).

2.2.2 Daerah Aliran Sungai

Sri Harto (1993) mendefinisikan Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah di mana semua airnya mengalir ke dalam suatu sungai yang di maksudkan. Daerah ini umumnya dibatasi oleh batas topografi, yang berarti ditetapkan berdasarkan pada aliran permukaan, dan bukan ditetapkan berdasarkan pada air bawah tanah karena permukaan air tanah selalu berubah sesuai dengan musim dan tingkat pemakaian. Pembagian Daerah Aliran Sungai berdasarkan fungsi hulu, tengah dan hilir dapat dilihat pada **Gambar 2.2**.



Gambar 2.2 Daerah Aliran Sungai

1. Bagian hulu didasarkan pada fungsi konservasi yang dikelola untuk mempertahankan kondisi lingkungan DAS agar tidak terdegradasi, yang antara lain dapat diindikasikan dari kondisi tutupan vegetasi lahan DAS, kualitas air, kemampuan menyimpan air (debit), dan curah hujan.
2. Bagian tengah didasarkan pada fungsi pemanfaatan air sungai yang dikelola untuk dapat memberikan manfaat bagi kepentingan sosial dan ekonomi, yang antara lain dapat diindikasikan dari kuantitas air, kualitas air, kemampuan

menyalurkan air, dan ketinggian muka air tanah, serta terkait pada prasarana pengairan seperti pengelolaan sungai, waduk dan danau.

3. Bagian hilir didasarkan pada fungsi pemanfaatan air sungai yang dikelola untuk dapat memberikan manfaat bagi kepentingan sosial dan ekonomi, yang diindikasikan melalui kuantitas dan kualitas air, kemampuan menyalurkan air, ketinggian curah hujan, dan terkait untuk kebutuhan pertanian, air bersih, serta pengelolaan air limbah.

2.2.3 Jaringan Sungai

Metode kuantitatif untuk mengklasifikasikan sungai dalam DAS adalah pemberian orde sungai maupun cabang-cabang sungai secara sistematis seperti berikut ini : 1) Sungai-sungai pada daerah hulu mendapat skala terkecil. 2) Pertemuan sungai dengan orde sama, maka terjadi kenaikan orde. 3) Pertemuan sungai dengan orde yang berbeda tidak terjadi kenaikan orde. Dari hasil jumlah alur pada masing-masing orde sungai, maka selanjutnya dihitung indeks percabangan sungai dan untuk indeks percabangan rerata tertimbang. Setelah itu dipadukan dengan kriteria tingkat percabangan sungai yang dikemukakan oleh (Rahayu dkk, 2009 dalam Talakua S.M., 2009), seperti disajikan pada **Tabel 2.1**

Tabel 2.1 Klasifikasi Indeks Tingkat Percabangan Sungai

Indeks Tingkat Percabangan Sungai	Uraian
$R_b < 3$	Alur sungai mempunyai kenaikan muka air banjir dengan cepat, sedangkan penurunannya berjalan lambat.
$R_b 3 - 5$	Alur sungai mempunyai kenaikan dan penurunan muka air banjir tidak terlalu cepat atau tidak terlalu lambat.
$R_b > 5$	Alur sungai mempunyai kenaikan muka air banjir dengan cepat, demikian pula penurunannya akan berjalan dengan cepat.

Sumber : (Rahayu dkk, 2009 dalam Talakua S.M., 2009)

2.2.4 Hujan Rata-rata Daerah

Ada beberapa cara yang digunakan dalam perhitungan hujan rerata kawasan atau daerah (Bambang Triatmodjo, 2006) :

1. Rata-rata aljabar

Metode rata-rata aljabar digunakan jika titik pengamatannya banyak dan tersebar merata diseluruh daerah, curah hujan dihitung dengan persamaan:

$$R = \frac{1}{n} (R1 + R2 + \dots Rn) \quad (2.1)$$

Dengan,

R = Curah hujan rerata daerah (mm)

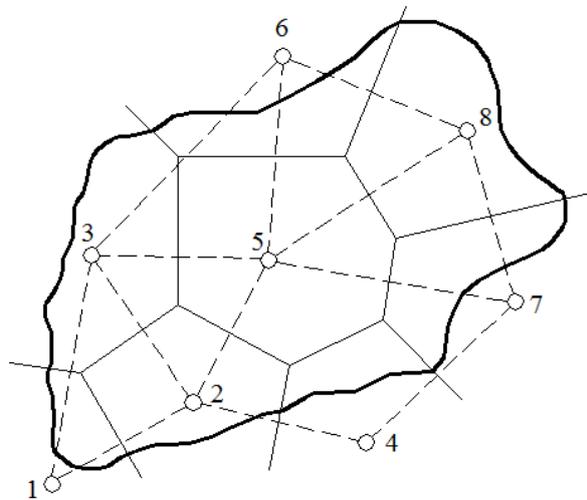
N = Jumlah titik pos pengamatan

Rn = Tinggi curah hujan di tiap titik pengamatan (mm)

2. Poligon Thiessen

Umumnya untuk menghitung curah hujan daerah dengan menggunakan luas daerah aliran sungai adalah sebagai berikut (Sosrodarsono, S dan Takaeda K, 2006) :

- a. Daerah dengan luas 250 ha yang mempunyai variasi topografi yang kecil, dapat diwakili oleh sebuah alat pengukur hujan.
- b. Untuk daerah antara 250-50,000 ha dengan dua alat atau tiga titik pengamatan, dapat digunakan dengan rata-rata aljabar.
- c. Untuk daerah rata-rata antara 120,000-500,000 ha dengan dua atau tiga titik pengamatan yang tersebar cukup merata dan curah hujannya tidak terlalu dipengaruhi oleh faktor topografi, dapat digunakan cara rata-rata aljabar. Jika titik pengamatan itu tidak tersebar merata, maka akan digunakan cara poligon thiessen.
- d. Untuk daerah lebih besar dari 500,000 ha, maka akan digunakan cara isohyet atau cara potongan antara (*inter section method*). Metode ini dikenal juga sebagai metode rata-rata timbang. Daerah pengaruh dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar terdekat.



Gambar 2.3 Metode Poligon Thiessen

$$R = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.2)$$

Dengan,

R_n = Curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan (mm)

A_n = Luas areal poligon (km^2)

$1, 2, \dots, n$ = Banyaknya pos penakar hujan

Adapun cara perhitungan yang digunakan untuk mencari curah hujan rata-rata daerah aliran adalah Metode Poligon Thiessen. Cara ini digunakan dengan mempertimbangkan luas daerah yang diwakili oleh stasiun yang bersangkutan (luas daerah pengaruh) untuk digunakan sebagai faktor dalam menghitung hujan rata-rata.

3. Isohyet

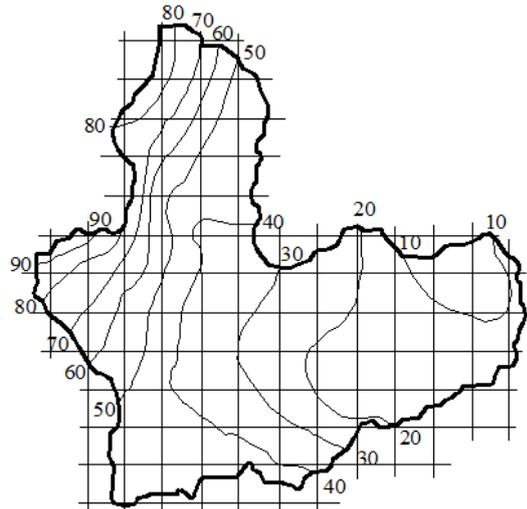
Metode ini merupakan metode yang paling akurat untuk menentukan hujan rata-rata, namun diperlukan keahlian dan pengalaman. Cara ini memperhitungkan secara aktual pengaruh tiap-tiap pos penakar hujan.

$$R = \frac{\frac{R_0 + R_1}{2} A_1 + \frac{R_1 + R_2}{2} A_2 + \dots + \frac{R_{n-1} + R_n}{2} A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.3)$$

Dengan,

R_n = tinggi curah hujan pada isohyet ke- n (mm)

A_n = luas bagian antara garis isohyet (Km^2)



Gambar 2.4 Metode poligon isohyet

2.2.5 Uji Konsistensi Data Curah Hujan

Data yang didapat dari alat pencatat, bisa saja tidak akurat karena alat pernah rusak, alat pernah pindah tempat, lokasi alat terganggu atau terdapat data yang tidak sah. Jika ini semua terjadi maka akan sangat merugikan. Oleh karena itu perlu dilakukan uji kualitas data hujan. Dalam penelitian ini saya menggunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*) untuk menguji kebenaran data lapangan. Uji konsistensi dapat dilakukan dengan lengkung massa ganda untuk stasiun hujan ≥ 3 , dan untuk individual stasiun dengan cara RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*). Bila Q/n yang didapat lebih kecil dari nilai kritik untuk tahun dan *confidence level* yang sesuai, maka data dinyatakan pangkah. Uji kepanggaan dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan-persamaan berikut (Sri Harto, 2000).

$$Sk^* = \sum_{i=1}^k (Y_i - Y_r) + Sk^* \text{ sebelumnya} \quad (2.4)$$

$$k = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.5)$$

$$Sk^{**} = \frac{Sk^*}{Dy} \quad (2.6)$$

$$Sk^{**} = \frac{\sum_{i=1}^k (Y_i - Y_r)}{n} \quad (2.7)$$

Dengan,

n = banyak tahun

Y_i = data curah hujan ke- i

Y_r = rata – rata curah hujan

Sk^* = nilai statistik

Sk^{**} = nilai statistik

D_y = standar deviasi

Nilai statistik (Q)

$$Q = maks | Sk^{**} | \quad (2.8)$$

Nilai statistik range (R)

$$R = maks Sk^{**} - min Sk^{**} \quad (2.9)$$

Dengan,

Q = nilai statistik

n = jumlah data hujan

Dengan melihat nilai statistik di atas maka dapat dicari nilai Q/\sqrt{n} dan R/\sqrt{n} .

Hasil yang didapat dibandingkan dengan nilai Q/\sqrt{n} syarat dan R/\sqrt{n} syarat.

Tabel 2.2 Nilai kritis yang diizinkan untuk metode RAPS Q/\sqrt{n} dan R/\sqrt{n}

N	Q/\sqrt{n}			R/\sqrt{n}		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1,05	1,14	1,29	1,21	1,28	1,38
20	1,10	1,22	1,42	1,34	1,43	1,60
30	1,12	1,24	1,46	1,40	1,50	1,70
40	1,13	1,26	1,50	1,42	1,53	1,74
50	1,14	1,27	1,52	1,44	1,55	1,78
100	1,17	1,29	1,55	1,50	1,62	1,86
>100	1,22	1,36	1,53	1,62	1,75	2,00

(Sumber : Sri Harto, 1993)

2.2.6 Analisis Distribusi Frekuensi

Ada beberapa jenis distribusi probabilitas yang dapat digunakan untuk menghitung hujan rencana atau debit rencana, seperti Gumbel, Normal, Log Normal, Log Pearson Tipe III. Dalam penentuan jenis distribusi yang sesuai dengan data, maka harus dilakukan pengujian dengan parameter statistik. Sebelum dilakukan perhitungan data harus diurutkan dari yang terkecil ke terbesar. Pemilihan agihan berdasarkan jenis sebaran yang didapatkan sesuai dengan **Tabel 2.3.**

Tabel 2.3. Jenis Sebaran

No	Agihan	Syarat
1	Agihan Normal	$C_s \approx 0$ $C_k = 3$
2	Agihan Log Normal	$C_s \approx 3C_v$ $C_s > 0$
3	Agihan Gumbel	$C_s \approx 1.14$ $C_k \approx 5.4$
4	Agihan Log Pearson Type III	Tidak ada syarat (Seluruh nilai diluar agihan 1, 2, dan 3)

Sumber : (Sri Harto, 1993)

Tujuan teori statistik tentang distribusi distribusi frekuensi antara lain untuk menganalisis hasil pengamatan harga-harga ekstrim untuk meramal harga-harga ekstrim berikutnya. Analisis frekuensi dapat dilakukan dengan seri data yang diperoleh dari rekaman data (data historik) baik data hujan maupun data debit (Limantara, 2010).

Dalam statistik dikenal beberapa jenis distribusi frekuensi. Yang banyak dikenal dalam hidrologi antara lain :

1. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel biasanya digunakan untuk data-data nilai ekstrim, misalnya nilai ekstrim gempa, curah hujan, banjir atau suhu ekstrim. Adapun

rumus-rumus yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana dengan metode gumbel adalah sebagai berikut :

a. Hitung standar deviasi

$$\sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - x_r)^2}{n-1}} \quad (2.10)$$

Dengan,

S = standar deviasi

X_i = curah hujan rata-rata

X_r = harga rata-rata

N = jumlah data

b. Hitung nilai faktor frekuensi (K)

$$K = \frac{-\sqrt{6}}{\pi} \left\{ 0,5572 + \ln \left(\ln \frac{T}{T-1} \right) \right\} \quad (2.11)$$

Dengan,

K = faktor frekuensi

T = waktu periode ulang

c. Hitung hujan dalam periode ulang T tahun

$$X_T = X_r + (K \cdot S) \quad (2.12)$$

Dengan,

X_T = hujan dalam periode ulang tahun (mm)

X_r = harga rata-rata

K = faktor frekuensi

S = standar deviasi

2. Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut juga distribusi Gauss. Perhitungan dengan distribusi normal secara praktis dapat didekati dengan persamaan sebagai berikut (Soemarto, 1999)

$$X_T = \bar{X} + Z \times S \quad (2.13)$$

Dengan,

X_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan

\bar{X} = nilai rata-rata hitung variat

S = deviasi standar nilai variat

Z = faktor frekuensi dan distribusi normal

3. Distribusi Log Normal

Jika $Y = \log X$, maka perhitungan dengan distribusi log normal secara praktis dapat didekati dengan persamaan sebagai berikut (Soemarto, 1999)

$$YT = \bar{Y} + Z \times S \quad (2.14)$$

Dengan,

YT = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan

S = deviasi standar nilai variat

\bar{Y} = nilai rata-rata hitung variat

z = faktor frekuensi

4. Distribusi Log Person III

Bentuk distribusi log-person III merupakan hasil transformasi dari distribusi pearson tipe III dengan menggantikan variat menjadi nilai logaritmik (Soemarto, 1999).

a. Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan

$$YT = \bar{Y} + KT \times S \quad (2.15)$$

Dengan,

YT = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan

S = deviasi standar nilai variat

\bar{Y} = nilai rata-rata hitung variat

KT = adalah faktor frekuensi (tergantung dari koefisien kemencengan (*skewness*) dan probabilitasnya).

b. Nilai curah hujan rerata

$$X = \frac{\sum Xi}{n} \quad (2.16)$$

Dengan,

X = nilai curah hujan rerata

Xi = nilai varian ke i

n = jumlah data

c. Standar deviasi

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (xi-x)^2}{n-1}} \quad (2.17)$$

Dengan,

Sd = standar deviasi

X = nilai curah hujan rerata

Xi = nilai varian ke i

n = jumlah data

d. Koefisien variasi

$$Cv = \frac{Sd}{x} \quad (2.18)$$

Dengan,

Cv = koefisien variasi

Sd = standar deviasi

X = curah hujan

e. Koefisien kemencengan

$$Cs = \frac{n \sum (xi-x)^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} \quad (2.19)$$

Dengan,

Cs = koefisien kemencengan

X = curah hujan

Sd = standar deviasi

Xi = nilai varian ke i

n = jumlah data

f. Koefisien kurtosis

$$Ck = \frac{n^2 \sum (xi-x)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4} \quad (2.20)$$

Dengan,

Ck = koefisien kurtosis

- X = curah hujan
- Sd = standar deviasi
- X_i = nilai varian ke i
- n = Jumlah data

2.2.7 Pengujian Kecocokan Fungsi Distribusi

a. Uji Chi-Square

Metode ini menganggap pengamatan membentuk variable acak dan dilakukan secara statistic dengan mengikuti kurva distribusi chi square dengan derajat kebebasan $k-p-1$, dengan p merupakan jumlah parameter yang diestimasi dari data. Uji statistik ini berdasarkan pada bobot jumlah kuadrat perbedaan antara pengamatan dan teoritisnya yang dibagi dalam kelompok kelas.

$$\chi^2_{i=1} = \frac{(o_i - E_i)^2}{E_i}$$

(2.21)

Dengan,

- χ^2 = parameter chi-square terhitung
- K = jumlah sub kelompok
- O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke i
- E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke i

Jika hasilnya χ^2 besar menunjukkan bahwa distribusi yang dipilih tidak cocok, tetapi uji ini dapat memberikan hasil yang baik jika mempunyai data yang Panjang.

Urutan pemeriksaan kesesuaian distribusi adalah sebagai berikut :

- 1) Urutkan data pengamatan dari data kecil ke besar atau sebaliknya;
- 2) Kelompokkan data pengamatan menjadi beberapa “ k ” kelas interval (k diambil = 5);
- 3) Catat frekuensi data pengamatan pada setiap kelas interval;
- 4) Hitung frekuensi kejadian yang diharapkan “ F ”;
- 5) Hitung nilai χ^2 ;

- 6) Tetapkan nilai derajat kebebasan D_k ;
- 7) Tetapkan besar tingkat kepercayaan (*confidence level*, misal 95%);
- 8) Cari X^2 kritis dari tabel harga kritis Chi-Square.

Bandingkan X^2 hitungan dengan X^2 kritis, Bila X^2 hitungan $< X^2$ kritis, berarti metode distribusi yang diperiksa dapat diterima.

b. Smirnov - Kolmogorov

Untuk menghindarkan hilangnya informasi data pada uji Chi-Square akibat pengelompokan data dalam kelas-kelas interval, ada beberapa metode lain yang telah dikembangkan. Salah satu metode yang sering digunakan adalah uji Smirnov - kolmogorov. Uji kecocokan ini adalah uji kecocokan “non parametric” karena tidak mengikuti distribusi tertentu. Uji ini menghitung besarnya jarak maksimum secara vertikal antara pengamatan dan teoritisnya dari distribusi sampelnya. Perbedaan jarak maksimum untuk Smirnov - kolmogorof tertera pada Persamaan :

$$D_n = \max |P(x) - P_0(x)| \quad (2.22)$$

Dengan,

D_n = jarak vertikal maksimum antara pengamatan dan teoritisnya

$P(x)$ = probabilitas dari sampel data

$P_0(x)$ = probabilitas dari teoritisnya

Distribusi dikatakan cocok jika nilai $D_n < D$ kritisnya pada derajat kepercayaan yang diinginkan. Urutan uji ini adalah sebagai berikut :

- a. Susun data curah hujan harian rerata tiap tahun dari kecil ke besar atau sebaliknya;
- b. Hitung probabilitas untuk masing-masing data hujan dengan persamaan Weibull sebagai berikut :

$$P = \frac{m}{n+1} 100 \% \quad (2.23)$$

Dengan :

P = probabilitas (%);

m = nomor urut data dari seri data yang telah disusun;

n = banyak data.

- c. Cari harga mutlak perbedaan maksimum antara distribusi empiris (D_{max}) dengan distribusi teoritis (D_{kritis})

$$\Delta = \text{maksimum } |D_{max} - D_{kritis}| \quad (2.24)$$

- d. Apabila nilai $\Delta \leq \Delta_{kritis}$ sesuai harga kritis uji Smirnov – Kolmogorof seperti **Tabel 2.4** maka distribusi teoritisnya dapat diterima dan bila terjadi sebaliknya maka distribusi teoritisnya ditolak.

Tabel 2.4 Delta Kritis Smirvov – Kolmogorof

Ukuran Sample	Level of signifikan α (%)			
	20	10	5	1
n	20	10	5	1
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.30	0.34	0.40
20	0.23	0.26	0.29	0.35
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.20	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.20	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
n > 50	$\frac{1.07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{n}}$

(Sumber: SNI Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rancangan 2016)

2.2.8 Distribusi Hujan Durasi Pendek

Untuk mentransformasikan curah hujan rancangan menjadi debit banjir rancangan diperlukan curah hujan jam-jaman. Pembagian curah hujan tiap jam dihitung berdasarkan Rumus *Mononobee*. Adapun langkah perhitungannya sebagai berikut (Soemarto, 1987 hal. 40):

- a. Persamaan rata-rata curah hujan sampai jam ke-t

$$R_t = \frac{R_{24}}{T} \left(\frac{T}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2.25)$$

Dengan,

- R_t = curah hujan rata-rata sampai jam ke-t (mm),
- R_{24} = curah hujan harian maksimal dalam 24 jam (mm),
- T = periode hujan (jam),
- t = jumlah jam-jaman (jam).

b. Curah hujan pada jam ke-t

$$R_t = R_t \cdot t - (t-1)R_{(t-1)} \quad (2.26)$$

Dengan,

$$t = \text{waktu hujan (jam)}$$

c. Curah hujan efektif

$$R_c = R_n \cdot C \quad (2.27)$$

$$R_{ct} = R_n \cdot \text{Ratio} \quad (2.28)$$

$$\text{Ratio} = R_t' \cdot 100\% \quad (2.29)$$

Dengan,

$$R_{ct} = \text{hujan efektif pada jam ke-t (mm),}$$

$$C = \text{koefisien pengaliran,}$$

$$R_n = \text{kemungkinan hujan pada T tahun (mm)}$$

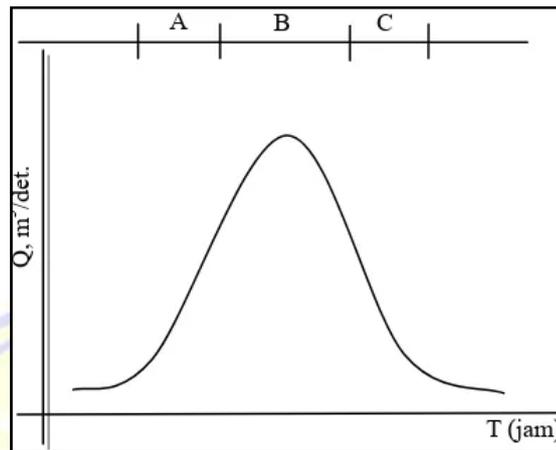
2.3 Hidrograf Satuan

Sebuah pendapat lain dikemukakan oleh Sri Harto (1993) berpendapat, bahwa Hidrograf satuan merupakan hidrograf limpasan langsung yang dihasilkan oleh hujan yang terjadi merata di seluruh DAS dengan intensitas tetap dan dalam satuan waktu yang ditetapkan hidrograf satuan ini sangat dipengaruhi oleh dua hal yaitu karakteristik DAS dan iklim. Karakteristik hujan ini dapat berupa curah hujan total, intensitas hujan, lama waktu hujan, penyebaran hujan dan suhu (Asdak, 2007).

Hidrograf terdiri dari tiga bagian yaitu :

- a. Sisi naik (*rising limb, A*) yang sangat dipengaruhi oleh intensitas hujan, lama hujan, dan keadaan daerah aliran sebelum terjadi hujan.

- b. Sisi Puncak (*crest, B*) merupakan besarnya debit maksimum untuk suatu hujan dengan kedalaman dan distribusi tertentu.
- c. Sisi resesi (*recession limb, C*) adalah bagian debit aliran yang merupakan pengaturan dari akuifer setelah tidak ada lagi aliran yang masuk ke dalam sungai sehingga hanya tergantung dari sisi keadaan akuifer.



Gambar 2.5 Hidrograf Satuan Sintetik (Sumber : Sri Harto, 1993)

Sebuah pendapat lain dikemukakan oleh Sri Harto (1985) berpendapat, hidrograf mempunyai dua andaian pokok dan didasarkan atas tiga landasan pemikiran. Dua andaian pokok yaitu :

- a) Hidrograf satuan ditimbulkan oleh hujan yang terjadi merata diseluruh DAS (*spatially evently distributed*).
- b) Hidrograf satuan ditimbulkan oleh hujan yang terjadi merata selama waktu yang ditetapkan (*constant intensity*).

Sedangkan landasan pemikirannya (*postulates*) yaitu :

- a) Ordinat hidrograf satuan sebanding dengan volume hujan yang menimbulkannya (*linear system*).
- b) Tanggapan DAS tidak tergantung dari waktu terjadinya masukan (*time invariant*).
- c) Waktu dari puncak hidrograf satuan sampai akhir hidrograf limpasan langsung selalu tetap.

2.3.1 Hidrograf Satuan Sintetik

Untuk membuat hidrograf banjir pada sungai-sungai yang tidak ada atau sedikit sekali dilakukan pengamatan (observasi) hidrograf banjirnya, maka perlu dicari karakteristik atau parameter daerah pengaliran tersebut terlebih dahulu. Karakteristik atau parameter tersebut antara lain waktu untuk mencapai puncak hidrograf, lebar dasar, luas, kemiringan, Panjang alur terpanjang, koefisien limpasan dan sebagainya.

Hidrograf Satuan Sintetik merupakan suatu cara untuk memperkirakan penggunaan konsep hidrograf satuan dalam suatu perencanaan yang tidak tersedia pengukuran-pengukuran langsung mengenai hidrograf banjir. (Limantara, 2010).

2.3.1.1 Hidrograf Satuan Nakayasu

Hidrograf satuan sintetik Nakayasu dikembangkan berdasarkan beberapa sungai di Jepang (Soemarto, 1987). Penggunaan metode ini memerlukan beberapa karakteristik parameter daerah alirannya, seperti :

- a) Tenggang waktu dari permukaan hujan sampai puncak hidrograf (*time of peak*)
- b) Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (*time lag*)
- c) Tenggang waktu hidrograf (*time base of hydrograph*)
- d) Luas daerah aliran sungai
- e) Panjang alur sungai utama terpanjang (*length of the longest channel*)

Bentuk persamaan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu adalah:

$$Q_p = \frac{A \cdot R_o}{3,6(0,3T_p + T_{0,3})} \quad (2.30)$$

Dengan,

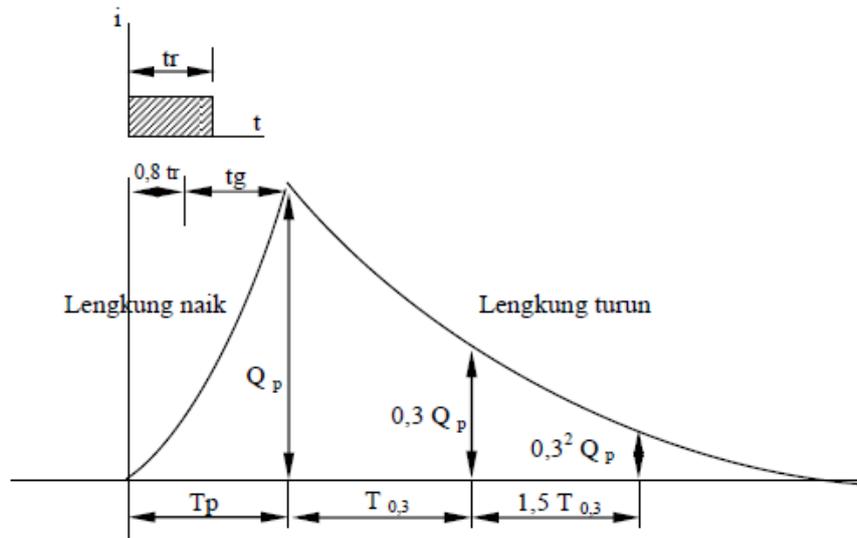
Q_p = debit puncak banjir (m^3/dt)

R_o = hujan satuan (mm)

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

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

A = luas daerah pengaliran sampai *outlet* (km^2)



Gambar 2.6 Hidrograf banjir rancangan Metode Nakayasu

Untuk menentukan T_p dan $T_{0,3}$ digunakan pendekatan rumus sebagai berikut :

$$T_p = t_g + 0,8 t_r \quad (2.31)$$

$$T_{0,3} = \alpha t_g \quad (2.32)$$

$$T_r = 0,5 t_g \text{ sampai } t_g \quad (2.33)$$

t_g adalah *time lag* yaitu waktu antara hujan sampai debit puncak banjir (jam). t_g dihitung dengan ketentuan sebagai berikut :

- sungai dengan panjang alur $L > 15$ km : $t_g = 0,4 + 0,058 L$ (2.34)

- sungai dengan panjang alur $L < 15$ km : $t_g = 0,21 L^{0,7}$ (2.35)

Perhitungan $T_{0,3}$ menggunakan ketentuan:

$\alpha = 2$ pada daerah pengaliran biasa

$\alpha = 1,5$ pada bagian naik hidrograf lambat, dan turun cepat

$\alpha = 3$ pada bagian naik hidrograf cepat, dan turun lambat

- Pada waktu naik : $0 < t < T_p$

$$Q_a = Q_p (t/T_p)^{2,4} \quad (2.36)$$

dimana Q_a adalah limpasan sebelum mencapai debit puncak (m^3/dt)

- Pada kurva turun (*decreasing limb*)

a. selang nilai : $0 \leq t \leq (T_p + T_{0,3})$

$$Qd_1 = Qp \cdot 0,3^{\frac{(t-Tp)}{T_{0,3}}} \quad (2.37)$$

b. selang nilai : $(Tp + T_{0,3}) \leq t \leq (Tp + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$

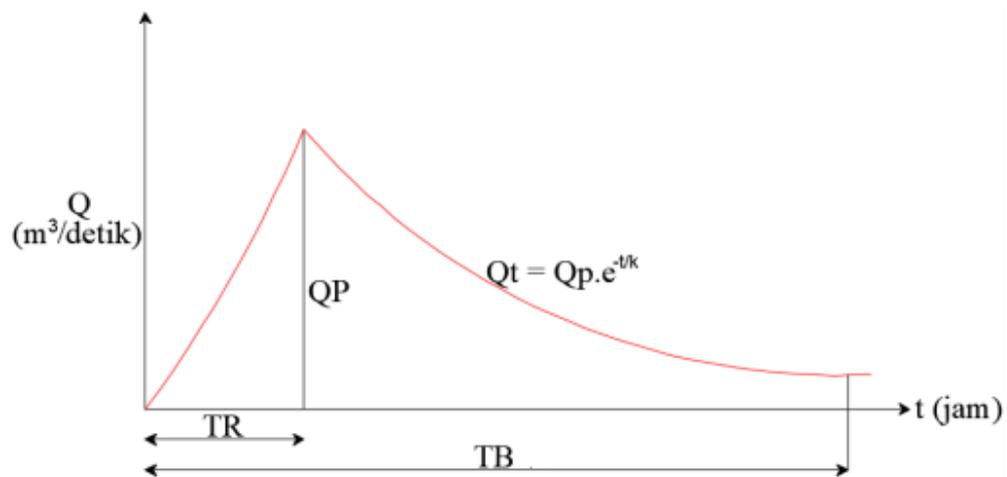
$$Qd_2 = Qp \cdot 0,3^{\frac{(t-Tp+0,5T_{0,3})}{1,5T_{0,3}}} \quad (2.38)$$

c. selang nilai : $t > (Tp + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$

$$Qd_3 = Qp \cdot 0,3^{\frac{(t-Tp+1,5T_{0,3})}{2T_{0,3}}} \quad (2.39)$$

2.3.1.2 Hidrograf Satuan Sintetik Gama 1

Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Gama 1 berasal dari Indonesia dan ditemukan oleh Sri Harto. Pengamatan dilakukan pada sekitar 300 banjir sungai - sungai di Pulau Jawa (Limantara, 2018).



Gambar 2.7 Model HSS Gama I (Sumber : Bambang Triadmodjo, 2008)

Parameter yang diperlukan dalam analisis menggunakan HSS Gama I antara lain (Limantara, 2018) :

1. Luas DAS (A)
2. Panjang alur sungai utama (L)
3. Panjang alur sungai ke titik berat DAS (Lc)
4. Kelandaian / slope sungai (s)

5. Kerapatan jaringan kuras / *Drainage Density* (D) Perbandingan antara Panjang total aliran sungai (jumlah Panjang sungai semua tingkat) dengan luas DAS. (Sri Harto, 1993)

$$D = \frac{LN}{A} \quad (2.40)$$

Dengan,

D = kerapatan jaringan kuras/*Drainage Density*

LN = jumlah panjang-panjang sungai semua tingkat

A = luas DAS

Selain parameter diatas, masih ada parameter lain yang dipakai, antara lain:

1. Faktor sumber (SF)

Perbandingan antara jumlah Panjang sungai-sungai tingkat satu dengan jumlah Panjang-panjang sungai semua tingkat.

$$SF = \frac{L1}{LN} \quad (2.41)$$

Dengan,

SF = faktor sumber

$L1$ = perbandingan antara jumlah panjang sungai-sungai tingkat satu

LN = jumlah Panjang-panjang sungai semua tingkat

2. Frekuensi sumber (SN)

Perbandingan jumlah pangsa sungai tingkat satu dengan jumlah pangsa sungai semua tingkat.

$$SN = \frac{P1}{PN} \quad (2.42)$$

Dengan,

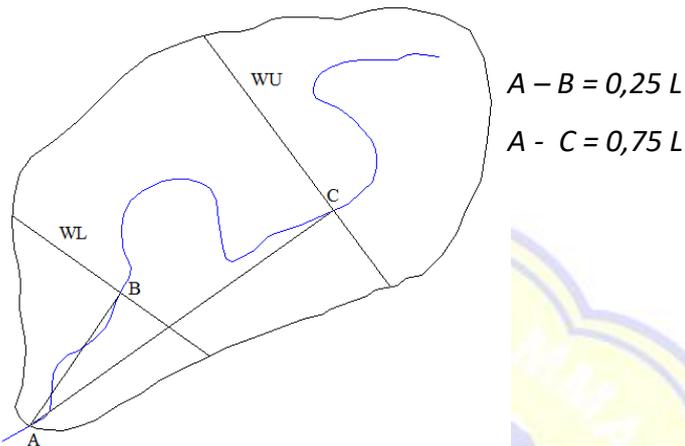
SN = frekuensi sumber

$P1$ = perbandingan jumlah pangsa sungai tingkat satu

PN = jumlah pangsa sungai semua tingkat

3. Faktor Lebar (WF)

Perbandingan antara lebar DAS yang diukur dititik sungai yang berjarak 0.75 L dan lebar DAS yang diukur di titik sungai berjarak 0.25 L dari titik kontrol (*outlet*). Garis Wu dan Wl \perp (tegak lurus) dengan garis yang ditarik dari outlet ke titik 0.25 L dan 0.75 L.



Gambar 2.8 Sketsa Penetapan WF (Sumber : Bambang Triadmodjo, 2008)

$$WF = \frac{Wu}{Wl} \quad (2.43)$$

Dengan,

WF = faktor lebar

Wu = lebar DAS yang diukur dititik sungai yang berjarak 0.75 L dari titik kontrol (*outlet*)

Wl = lebar DAS yang diukur di titik sungai berjarak 0.25 L dari titik kontrol (*outlet*)

4. Luas DAS sebelah hulu (RUA)

Perbandingan antara luas DAS disebelah hulu garis yang ditarik \perp garis hubung antara titik kontrol (*outlet*) dengan titik di sungai yang terdekat dengan pusat berat (titik berat) DAS.

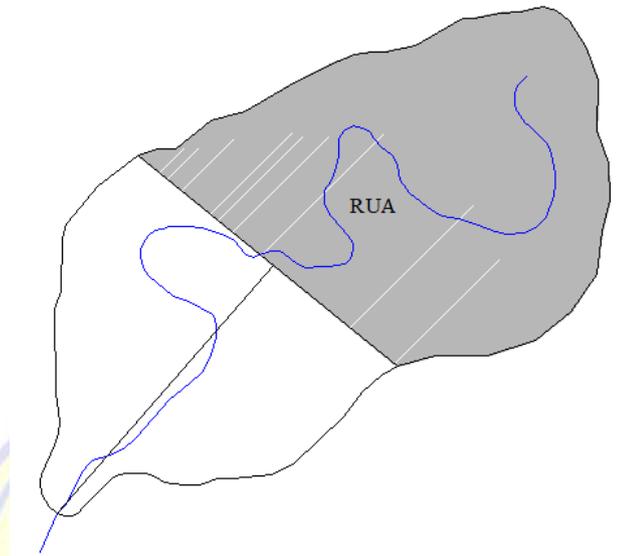
$$RUA = \frac{Au}{A} \quad (2.44)$$

Dengan,

RUA = luas DAS sebelah hulu

A_u = luas DAS disebelah hulu garis yang ditarik \perp garis hubung antara titik kontrol (*outlet*)

A = titik di sungai yang terdekat dengan pusat berat (titik berat) DAS



Gambar 2.9 Sketsa Penetapan RUA (Sumber : Bambang Triadmodjo, 2008)

5. Faktor simetri (SIM)

Hasil kali antara faktor lebar (WF) dengan luas DAS sebelah hulu (RUA) jadi:

$$SIM = WF \times RUA \quad (2.45)$$

Dengan,

SIM = faktor simetri

WF = faktor lebar

RUA = luas DAS sebelah hulu

- Persamaan untuk menentukan Hidrograf Satuan Sintetik Gama 1 :

1. Waktu naik (TR) dinyatakan dengan persamaan :

$$TR = 0,43 \left(\frac{L}{100 SF} \right)^3 + 1.0665 SIM + 1.2775 \quad (2.46)$$

Dengan,

TR = waktu naik hidrograf (jam)

L = panjang Sungai

SF = faktor sumber yaitu perbandingan antara jumlah panjang sungai tingkat 1 dengan jumlah panjang sungai semua tingkat

- SIM* = faktor simetri ditetapkan sebagai hasil kali antara faktor lebar (*WF*) dengan luas relatif DAS sebelah hulu (*RUA*)
- WF* = faktor lebar yaitu perbandingan antara lebar DAS yang diukur dari titik di sungai yang berjarak $\frac{3}{4}$ *L* dan lebar DAS yang diukur dari titik yang berjarak $\frac{1}{4}$ *L* dari tempat pengukuran.

2. Waktu dasar (*TB*) dinyatakan dengan persamaan :

$$TB = 27,4132 TR^{0,1457} \times S^{-0,0986} \times RUA^{0,2574} \times SN^{0,7344} \quad (2.47)$$

Dengan,

- TB* = waktu dasar hidrograf (jam)
- TR* = waktu naik (jam)
- S* = kemiringan sungai rata-rata
- SN* = frekuensi sumber yaitu perbandingan antara jumlah segmen sungai-sungai tingkat 1 dengan jumlah sungai semua tingkat.
- RUA* = luas DAS sebelah hulu (km).

3. Debit puncak (*Qp*) dinyatakan dengan persamaan :

$$QP = 0,1836 A^{0,5886} \times TR^{-0,4008} \times JN^{0,2381} \quad (2.48)$$

Dengan,

- Qp* = debit puncak hidrograf ($m^3 dt$)
- JN* = jumlah pertemuan sungai
- TR* = waktu naik (jam)
- A* = Luas DAS (km^2)

4. Aliran dasar (*QB*) dinyatakan dengan persamaan :

$$QB = 0,4751 A^{0,6444} \times D^{0,9430} \quad (2.49)$$

Dengan,

- QB* = aliran dasar (m^3/s)
- A* = Luas DAS (km^2)
- D* = kerapatan jaringan sungai

$$D = \frac{\text{Panjang semua tingkat sungai}}{A} \quad (2.50)$$

5. Tampungannya (K) dinyatakan dengan persamaan :

$$K = 0,5617 A^{0,1793} \times S^{-0,1446} \times SF^{-1,0897} \times D^{0,0452} \quad (2.51)$$

Dengan,

K = tampungan (jam)

A = luas DAS (km^2)

S = kemiringan sungai rata-rata

SF = faktor sumber yaitu perbandingan antara jumlah Panjang sungai tingkat 1 dengan jumlah panjang sungai semua tingkat

D = kerapatan jaringan sungai

$$S = \frac{\text{Beda tinggi}}{L} \quad (2.52)$$

2.3.1.3 Hidrograf Satuan Sintetik ITB-1

Untuk menganalisis hidrograf satuan sintetik pada suatu DAS dengan cara ITB perlu diketahui beberapa komponen penting pembentuk hidrograf satuan sintetik berikut :

a. Waktu puncak (T_p) dan Time Lag (TL)

Waktu puncak Hidrograf Satuan Sintetik ditentukan oleh harga time lag. Time lag adalah waktu tercapainya debit puncak dihitung dari pusat hujan satuan. Ada banyak rumus yang telah diajukan oleh berbagai peneliti berdasarkan hasil penelitian di berbagai DAS baik yang berada di luar negeri maupun dalam negeri.

HSS ITB-1 menggunakan rumus time lag menurut Snyder namun dengan penyederhanaan harga $L_c=0.5 L$ dan $n = 0,3$ sehingga rumus Snyder dapat dituliskan sebagai berikut. (Natakusumah, 2011).

$$TL = Ct \times 0.81225 \times L^{0.6} \quad (2.53)$$

Dengan,

TL = time lag (jam)

Ct = koefisien waktu untuk proses kalibrasi

L = panjang sungai (km).

Nilai Ct umumnya adalah 1 jika T_p hitungan hampir sama dengan T_p pengamatan. Namun jika nilai T_p hitungan lebih kecil dari T_p pengamatan, maka

diambil nilai $C_t > 0$, sedangkan jika T_p hitungan lebih besar dari pada T_p pengamatan, maka diambil nilai $C_t < 0$.

jika rumus time lag menggunakan rumus Snyder dan Jika T_r adalah durasi hujan satuan maka nilai waktu puncak (T_p) adalah sebagai berikut. (Natakusumah, 2011).

$$T_p = T_L + 0.50 T_r \quad (2.54)$$

Dengan,

- T_p = waktu puncak (jam)
- T_L = *time lag* (jam)
- T_r = durasi hujan satuan (jam)

b. Waktu Dasar (T_b)

Untuk DAS berukuran sedang dan besar harga T_b secara teoritis berharga tak berhingga, namun prakteknya harga T_b yang direkomendasikan untuk digunakan yaitu. (Natakusumah, 2011).

$$T_b = 20 \times T_p \quad (2.55)$$

Dengan,

- T_b = waktu dasar (jam)
- T_p = waktu puncak (jam)

Menurut Natakusumah (2011), bentuk HSS dapat dinyatakan dengan berbagai persamaan-persamaan bentuk dasar HSS. Dua bentuk dasar HSS yang digunakan untuk HSS ITB-1 dan HSS ITB-2 sebagai berikut :

1. HSS ITB-1

HSS ITB-1 memiliki persamaan lengkung naik dan lengkung turun seluruhnya yang dinyatakan dengan satu persamaan yang sama yaitu :

$$q(t) = \exp \left\{ 2 - t - \frac{1}{t} \right\}^{\alpha \beta} \quad (2.56)$$

Pada persamaan diatas $t = T/T_p$ dan $q = Q/Q_p$.Masing-masing adalah waktu dan debit yang telah dinormalkan, dimana $t = T/T_p$ berharga antara 0 dan T_b/T_p berharga antara 0 dan 1, Sedang $q = Q/Q_p$. berharga antara 0 dan T_b/T_p .

Harga koefisien α dan β bergantung pada rumus time lag yang digunakan. Jika rumusan time lag menggunakan rumus Snyder dan Nakayasu, maka harga

standar koefisien α dan β untuk HSS ITB-1 dan HSS ITB-2 diberikan pada **Tabel 2.5** Jika sangat diperlukan harga koefisien α dan β dapat dirubah, namun untuk lebih memudahkan proses kalibrasi dilakukan dengan merubah koefisien C_p .

Tabel 2.5 Harga Standar Koefisien α dan β

Rumus time lag yang digunakan	Harga Coeffisien Standar	
	HSS ITB-1	HSS ITB-2
Snyder ($L_c=1/2L$)	a = 1.50	a = 2.50, p = 1.00
Nakayasu	a = 0.62	a = 2.50, p = 0.72

(Sumber : Natakusumah, 2011)

Harga standar koefisien C_p adalah 1.0, jika harga debit puncak perhitungan lebih kecil dari debit puncak pengamatan, maka harga diambil $C_p > 1.0$ ini akan membuat harga debit puncak membesar, sebaliknya jika debit puncak perhitungan lebih besar dari hasil pengamatan maka harga diambil $C_p < 1.0$ agar harga debit puncak mengecil.

Dari definisi hidrograf satuan sintetis dan prinsip konservasi massa maka dapat disimpulkan bahwa volume hujan efektif satu satuan yang jatuh merata diseluruh DAS (VDAS) harus sama volume hidrograf satuan sintetis (VHS) dengan waktu puncak T_p . Jika bentuk dasar hidrograf satuan diketahui, dan harga waktu puncak dan waktu dasar diketahui, maka debit puncak hidrograf satuan sintetis akibat tinggi hujan satu satuan $R=1$ mm yang jatuh selama durasi hujan satu satuan $T_r = 1$ jam, adalah sebagai berikut :

$$Q_p = \frac{R}{3,6 T_p} \frac{A_{DAS}}{A_{HSS}} \quad (2.57)$$

Dengan,

Q_p = debit puncak hidrograf satuan (m³/s)

R = curah hujan satuan (mm)

T_p = waktu mencapai puncak (jam)

A_{DAS} = luas DAS (km²)

AHSS = luas kurva hidrograf satuan tak berdimensi yang dilakukan secara numerik dengan metode trapesium.

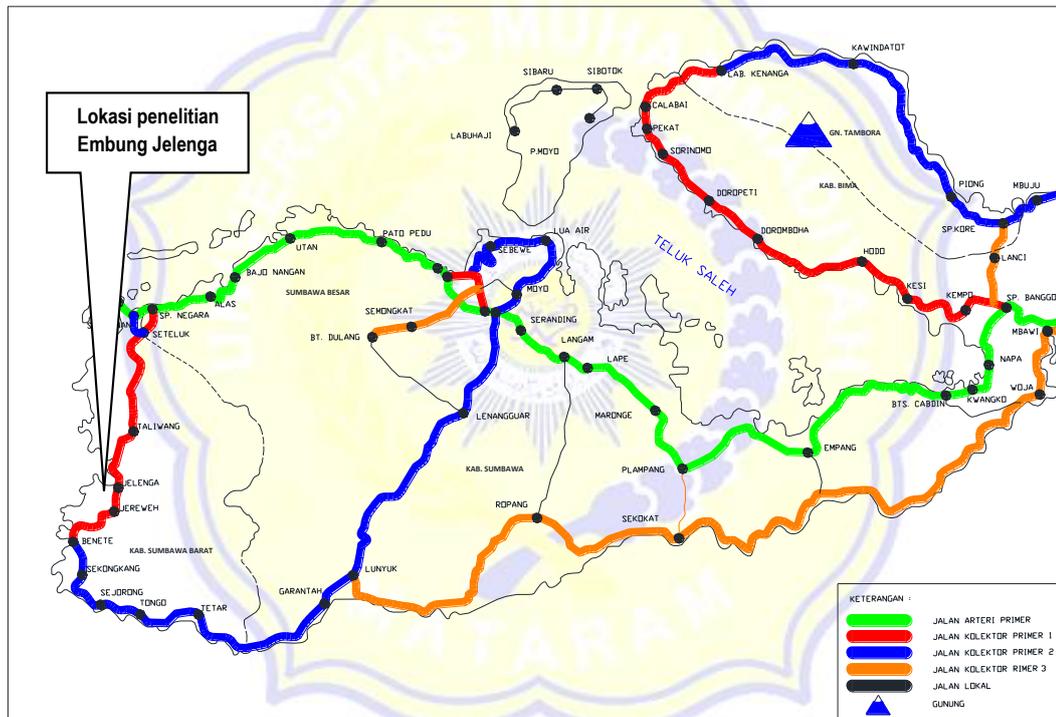
Dengan rumusan di atas maka penerapan prinsip konservasi masa dalam perhitungan hidrograf banjir akan lebih mudah dijelaskan karena bentuknya lebih eksplisit (Natakusumah, 2011).



BAB III METODE PENELITIAN

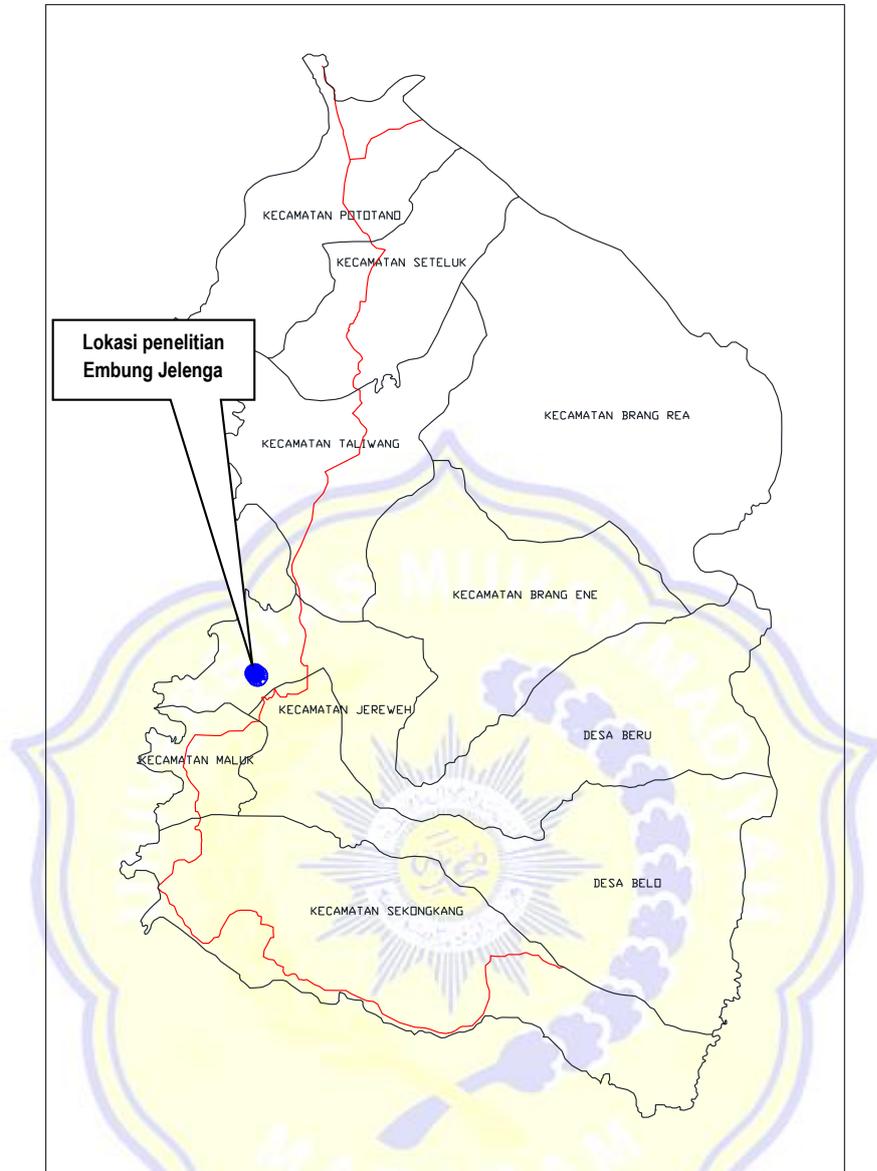
3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi yang dipilih dalam penelitian ini adalah di Embung Jelenga yang terletak di Desa Belo, Kecamatan Jereweh Kabupaten Sumbawa Barat Nusa Tenggara Barat. Terletak pada koordinat $8^{\circ}52'5.59''$ LS dan $116^{\circ}47'25.91''$ BT. Untuk mencapai lokasi embung dapat ditempuh menggunakan kendaraan roda dua maupun roda empat. Dari ibu kota kabupaten menuju ke arah selatan sejauh $\pm 17,0$ km menuju Kecamatan Jereweh. Dari ibukota kecamatan ke arah timur sejauh $\pm 2,0$ km menuju Desa Belo dan Desa Beru.



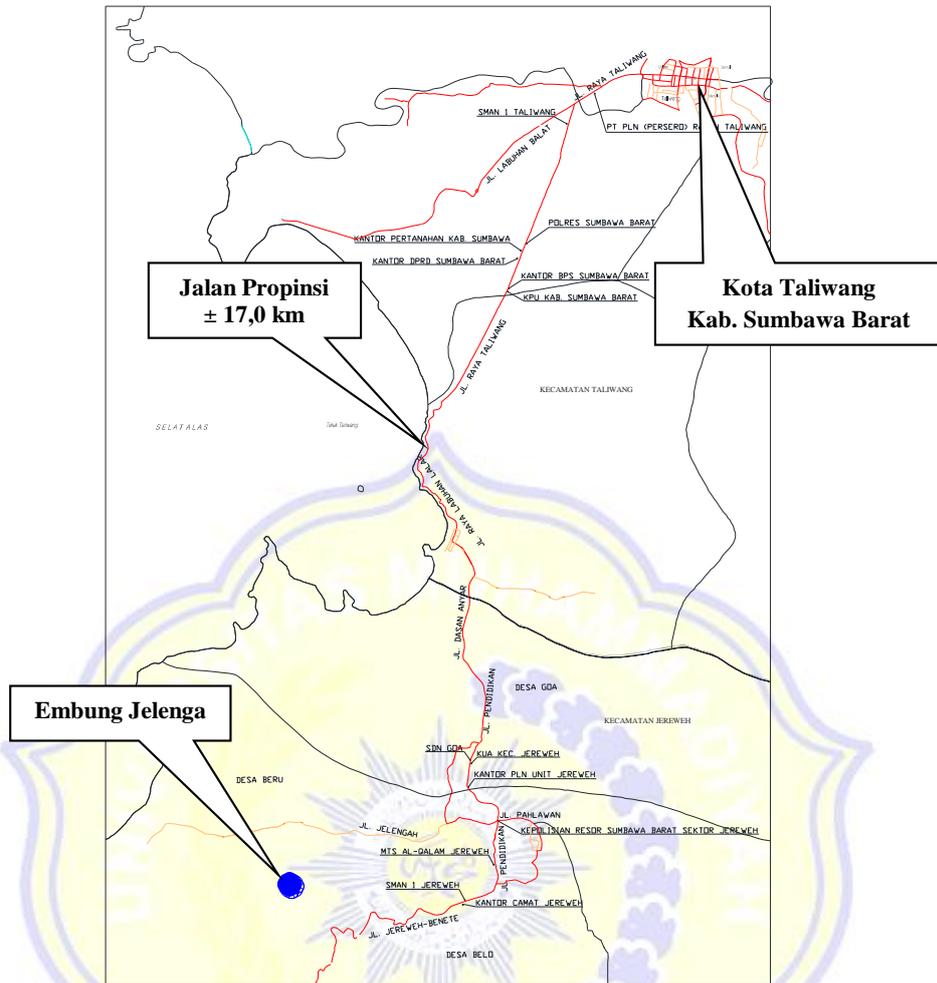
Sumber : Peta RBI

Gambar 3.1 Peta Lokasi



Sumber : Peta RBI

Gambar 3.2 Peta Lokasi



Gambar 3.3 Peta Pencapaian Lokasi Daerah Penelitian

3.2 Tahap Pengumpulan Data

Dalam tahapan penelitian, data merupakan bagian yang paling utama dalam menganalisis suatu permasalahan sehingga didapatkan hasil dan pembahasan yang sesuai dengan tujuan penelitian yaitu menghitung debit banjir pada Embung Jelenga.

Data yang dipakai dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari suatu lembaga atau instansi terkait. Adapun data yang dibutuhkan dalam penelitian ini diantaranya :

- a. Data DAS/Data Topografi, yaitu lokasi site Embung Jelenga, daerah tangkapan airnya, Luas DAS, panjang sungai, dan jumlah pertemuan sungai.

- b. Data Hidrologi, yaitu data curah hujan yang dibutuhkan adalah data hujan maksimum Harian yang terdapat di daerah tangkapan DAS dari stasiun terdekat.
- c. Data-data lain yang menunjang dalam analisis ini.

3.3 Tahap Analisa Data

Adapun Langkah - langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi dilakukan untuk mendapatkan besaran debit banjir rencana yang digunakan untuk mendesain dimensi pelimpah yang efektif. Tahapan dalam analisis hidrologi meliputi:

1. Hujan Rerata Daerah. Untuk mengetahui besarnya hujan wilayah yang terjadi pada daerah studi digunakan Metode Poligon Thiessen.
2. Uji konsistensi. Pengujian data jumlah curah hujan dilakukan untuk mengetahui apakah data curah hujan konsisten atau tidak karena besaran curah hujan merupakan masukan terpenting. Metode yang digunakan adalah metode RAPS.
3. Pemilihan agihan. Pemilihan agihan dilakukan untuk mengetahui jenis distribusi curah hujan rancangan yang digunakan.
4. Analisis hujan rancangan. Hujan rancangan didapat berdasarkan hasil pemilihan agihan.
5. Uji kecocokan agihan. Agihan terpilih perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui apakah jenis agihan yang terpilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Metode yang digunakan adalah *Smirnov-Kolmogorov* dan *Chi Kuadrat*.
6. Analisis debit banjir rancangan dengan Metode HSS Nakayasu, HSS GAMA 1 dan HSS ITB 1.

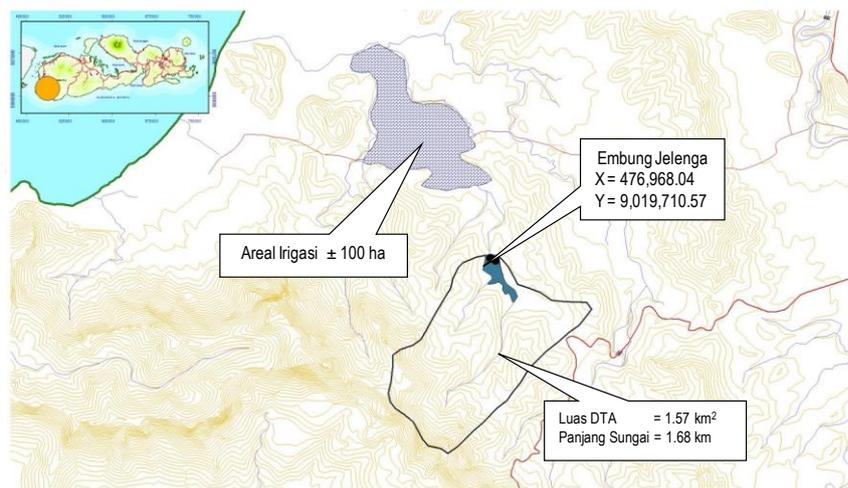
b. Data Topografi

Peta topografi diperlukan untuk menentukan batas Daerah Aliran Sungai (DAS) yang berkontribusi terhadap aliran di sungai di lokasi letak embung

berada. Semua anak sungai yang mengalir kedalam sungai di hulu bendung merupakan bagian dari DAS. Peta topografi juga digunakan untuk menentukan lokasi stasiun hujan yang ada yang akan dipakai dalam Analisis apakah letaknya di dalam atau di sekitar DAS. Selain itu peta topografi juga digunakan untuk menentukan karakteristik DAS seperti panjang sungai utama, kemiringan rata-rata, dan ketinggian titik-titik dalam DAS.

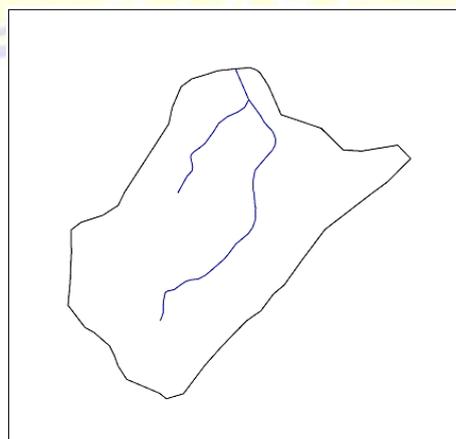
C. Daerah Alirah Sungai

Lokasi embung Jelenga berada pada aliran Sungai Brang Ai Ngerang (orde 3) pada sub DAS Batukeriti Terletak pada koordinat X= 476,968.04 dan Y= 9,019,710.57.



(Sumber : Laporan Akhir 3 Buah Embung)

Gambar 3.4 Peta Daerah Tangkapan Air Embung Jelenga Dan Areal Irigasi



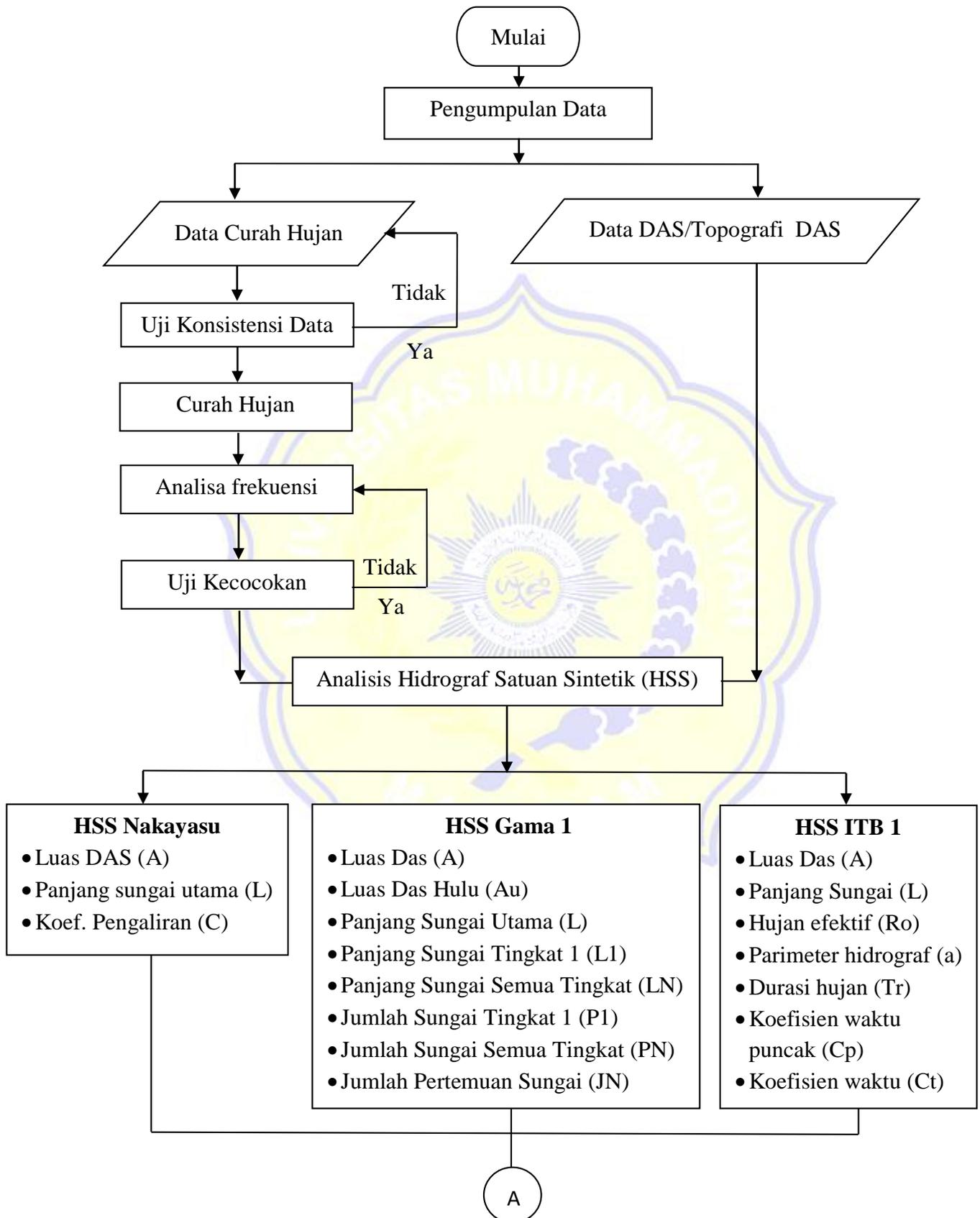
Gambar 3.5 Daerah Aliran Sungai Brang Ai Ngerang (Sub DAS Batukeriti)

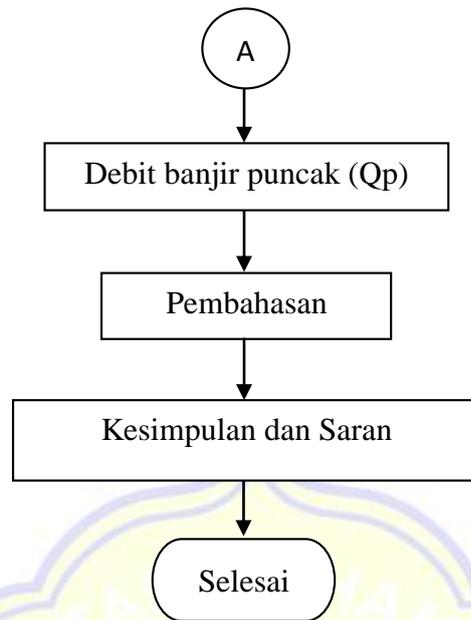
D. Data Hujan

Berdasarkan peta poligon Thiessen data hujan yang berpengaruh adalah data hujan stasiun Jereweh. Data tersedia selama 10 tahun terakhir (2011 – 2020), data dikelola oleh Unit Hidrologi, Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika dan Alokasi Air Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara I.



3.4 Bagan Alir Penelitian





Gambar 3.4 Bagan Alir Penelitian

