

TUGAS AKHIR/SKRIPSI
ANALISIS HIDROLIS SUNGAI PARADO MENGGUNAKAN PROGRAM
HAC-RAS UNTUK PENGENDALIAN BANJIR

(Studi Kasus DAS parado, Kecamatan Monta Kabupaden Bima)

Diajukan guna memenuhi persyaratan untuk mencapai gelar Sarjana
jenjang Strata 1 - (S1), Jurusan Teknik Sipil,
Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram



Disusun Oleh :

ANGGA
NIM : 418110105

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

2022

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

SKRIPSI

**ANALISIS HIDROLIS SUNGAI PARADO MENGGUNAKAN
PROGRAM HEC-RAS UNTUK PENGENDALIAN BANJIR**

Disusun Oleh:

ANGGA
418110105

Mataram, 26 Juli 2022

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



Ari Ramadhan Hidayat, ST., M. Eng
NIDN. 0823029401

Mengetahui,

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK**



**Dekan,
Wakil Dekan I**

Fariz Pringadi Hirsan, ST, M1
NIDN. *0804118001
Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT
NIDN. 0824017501



**HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI
SKRIPSI**

**ANALISIS HIDROLIS SUNGAI PARADO MENGGUNAKAN
PROGRAM HEC-RAS UNTUK PENGENDALIAN BANJIR**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

NAMA : ANGGA

NM : 418110105

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada hari, Senin, 01 Agustus 2022

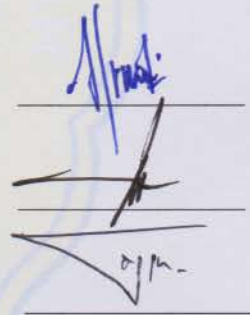
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

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

Penguji II : Ari Ramadhan Hidayat, ST., M.Eng

Penguji III : Titik Wahyuningsih, ST., MT



Mengetahui,

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

FAKULTAS TEKNIK
Dekan,
Mewakili Wakil Dekan I
Farkh Ramadi Hirsan, ST., MT
NIDN. 0804118001
Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT



PERNYATAAN IRISINILITAS

Dengan ini penulis menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Skripsi dengan judul "*Analisis Hidrolis Sungai Parado Menggunakan Program HEC-RAS Untuk Pengendalian Banjir*" adalah benar merupakan karya saya sendiri dan tidak melakukan penjiplakan atau mengutip atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat atau disebut plagiatisme.
2. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah di tulis dalam sumbernya secara jelas dan di sebut dalam daftar pustaka.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidak benaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Mataram, 5 september 2022

Pembuat pernyataan



Angga

418110105



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 : Angga
NIM : 418110105
Tempat/Tgl Lahir : Mangge, 16 Januari 1998
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
No. Hp : 0853-3854-5486
Email : anggumroa77@gmail.com

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

Analisis Hidrolis Sungai Parado menggunakan Program Hec-RAS
Untuk Pengembangan Banjir
(Studi kasus DAS Parado Kecamatan Menta Kabupaten Bima)

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 milih 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.

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

Mataram, 25 Agustus 2022
Penulis



Angga
NIM. 418110105

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



iskandar, S.Sos., M.A.
NIDN. 0802048904



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 PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH

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

Nama : Angga
NIM : 418110105
Tempat/Tgl Lahir : Matangge, 16 Januari 1998
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
No. Hp/Email : 0853-3854-5486 / anggumpo977@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:

Analisis Hidrolis Sungai Parado Menggunakan Program HEC-RAS
untuk Pengendalian Banjir
(Studi Kasus DAS Parado, Kecamatan Monto Kabupaten Bima)

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, 25 Agustus 2022
Penulis

Mengetahui,
Kepala UPT Perpustakaan UMMAT



Angga
NIM. 418110105



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

Motto

Jika kesusahan itu terasa sulit dan semakin berat, maka dekatkan dirimu dengan allah yang maha kasih. Karena sungguh tidak ada pertolongan yang lebih utama melainkan atas pertolongan allah SWT yang memiliki alam jagat raya.

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”(QS. Al-Insyirah : 5-6)

“dan barang siapa bertawakal kepada allah niscaya allah akan mencukupkan (keperluan) nya.”(QS. Ath Tholaq: 3)



PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua ku tercinta, terutama Bapak Abdul Gani dan Ibu Siti Hajar yang selalu mendorong, memotivasi, dan mendukung baik secara material dan non-material sehingga sampai pada hari ini anakmu mampu menggapai cita-cita.
2. Terima kasih untuk paman Faisal dan Bibi Raodah yang selalu mengajari tentang berbagai hal yang terutama tentang tanggung jawab, manajemen waktu, dan progresif sehingga saya dapat belajar dengan baik.
3. Terima kasih buat kedua kakak sekandung Nurseha dan Ramlah yang selalu setia membantu keuangan kedua orang tua dalam proses akademik.
4. Terima kasih juga untuk teman-teman squad civil class D ANGKATAN 2018 yang telah membantu proses akademik dan kebersamaan selama kurang lebih 4 tahun.
5. Dan kedua sahabat Muh. Harmoko dan Agus Dermawan yang selalu setia bersama-sama dari awal sampai akhir proses akademik
6. Terima kasih buat Bapak-Ibu Dosen yang telah berbagi dan mengajarkan kami sehingga kami bisa berada di titik puncak hari ini. Terima kasih atas ilmunya.
7. Dan yang saya banggakan jas merah (IMM) yang menempa dan membina sehingga saya menjani manusia yang berpikir.
8. Dan yang terakhir buat Almamater tercinta semoga semakin jaya, terimakasih telah membuat saya bangga menjadi mahasiswa Muhammadiyah Mataram.

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pemurah lagi Maha Penyayang. Penulis panjatkan puji syukur dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas rahmat, nikmat, kebahagiaan serta seluruh Anugrah yang berbeduk apapun yang dilimpahkan kepada seluruh hamba-hambanya. Dengan segala rahmatnya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Analisis Hidrolis Sungai Parado Menggunakan Program HEC-RAS Untuk Pengendalian Banjir**”

Dengan selesainya skripsi ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini:

1. Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, hidayah, kesehatan dan segala hal kepada penulis, sehingga penulis dapat menjalankan dan menyelesaikan skripsi dengan baik.
2. Dr. H. Arsyad Abd Gani, M.Pd selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST.,MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Agustin ernawati, ST., M. Tech selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
5. Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST.,MT. Selaku Dosen Pembimbing Pertama.
6. Ari ramadhan hidayah, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Pendamping Kedua.
7. Seluruh staf dan pegawai sekertariat Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
8. Badan Wilayah Sungai Nusa Tenggara 1 (BWS NT-1) Provinsi NTB yang telah memberikan Data keperluan untuk penyusunan Tugas Akhir.

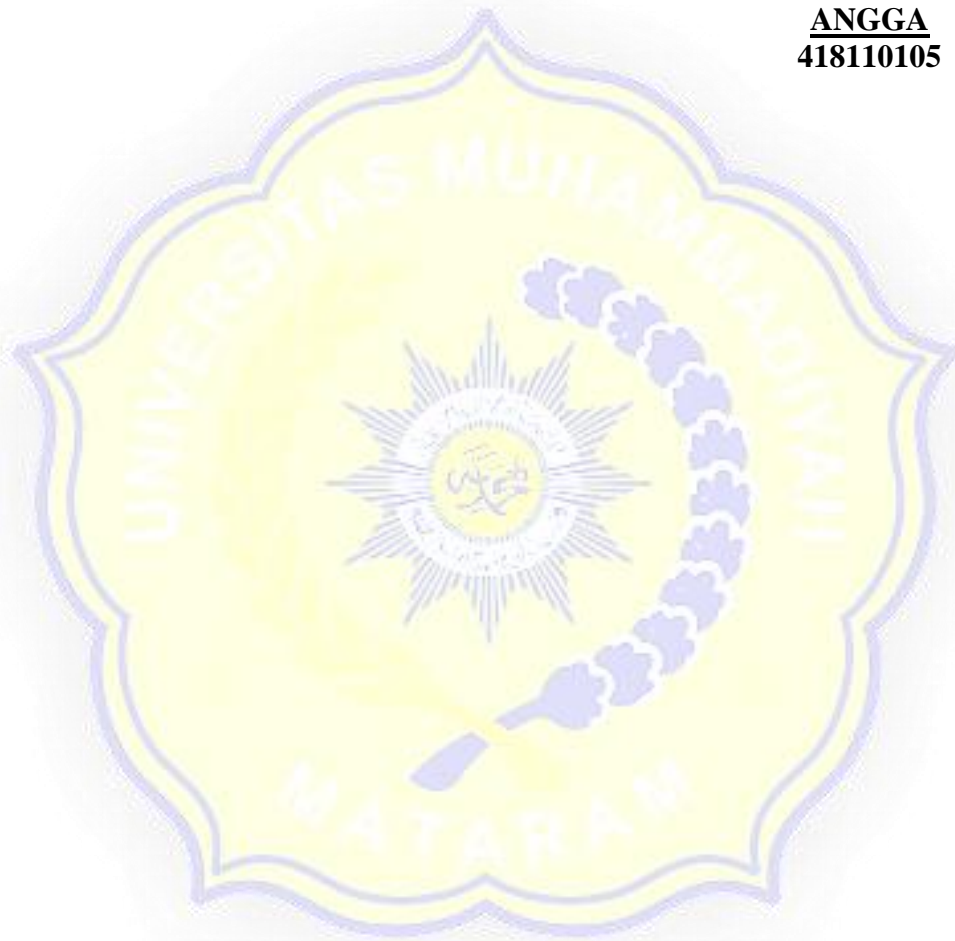
Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari berbagai pihak guna perbaikan dan peneyempurnaan penyusunan selanjutnya.akhirnya hanya kepada allah swt penulis serahkan segalanya, mudah-

mudahan dapat bermanfaat khususnya bagi kecamatan Monta dan sekitarnya,
umumnya bagi kita semua.

Mataram, 25 Juli 2022

Penulis

ANGGA
418110105



ABSTRAK

Sungai merupakan salah satu sumber daya air yang banyak dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air baku dan keberadaannya sangat penting untuk memenuhi kebutuhan manusia. Pada tahun 2021 Kabupaten Bima mengalami banjir bandang yang terjadi di beberapa titik salah satunya di Kecamatan Monta.. Hampir setiap tahunnya air sungai meluap (*offer toping*) pada daerah Hulu sungai dan puncak terjadinya banjir yaitu pada hari jum'at tanggal 02-04-2021. Banjir di sungai parado mengakibatkan adanya korban jiwa, sarana infrastruktur, rumah-rumah, lahan pertanian dan perkebunan, dan sejumlah hewan ternak warga yang berada di daerah bantaran sungai hanyut terbawa banjir. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui upaya penanggulangan dan pengendalian masalah banjir di sungai Parado. Analisis Simulasi aliran banjir dengan metode *unsteady flow* menggunakan software HEC-RAS 5.0.7 dengan kala ulang debit rencana 25 tahun.

Dari hasil analisis hidrologi didapatkan nilai debit banjir kala ulang 25 Tahun $Q_{25} = 415.65 \text{ m}^3/\text{detik}$ pada jam ke 2. Berdasarkan hasil analisis Hidrolika menggunakan program HEC-RAS 5.0.7 menunjukkan bahwa, terjadi kenaikan muka air banjir pada sungai parado yang melewati batas tanggul sungai dan hampir di setiap bantaran sungai mengalami kenaikan muka air banjir. Kenaikan muka air banjir pada sungai terjadi antara $\pm 1 \text{ m}$ sampai dengan 2,5 meter dari ketinggian tanggul eksisting. Dari permasalahan tersebut solusi yang ditawarkan dalam rangka mengantisipasi agar supaya tidak terjadinya banjir pada sungai tersebut adalah dengan normalisasi sungai berupa pengerukan dasar sungai, pelebaran sungai dan pembuatan tanggul pada sisi kiri dan kanan dengan ketinggian yang variatif tergantung pada keadaan ruas sungai, sehingga dengan cara tersebut dapat mengurangi resiko terjadinya banjir pada sungai parado.

Kata kunci : Sungai, Banjir, HEC-RAS

ABSTRACT

A river is one of the water resources widely used to meet raw water needs, and its existence is essential to meet human needs. In 2021, there were many flash floods in the Bima Regency, including one in the Monta District. The river often overflows (offers toping) in the upstream region, and the worst flooding will occur on Friday, February 4, 2021. The Parado River flooded, causing fatalities and damage to homes, plantations, buildings, and agricultural land. The flood swept away some cattle residents who lived near the river. This study aims to determine the measures taken to address and manage the Parado River flooding issue. With a 25-year anticipated discharge return period, a simulation analysis of flood flow utilizing the unsteady flow method was performed using HEC-RAS 5.0.7 software. The flood discharge value on the 25th anniversary of Q25 was determined from the hydrological study results to be 415.65 m³/second at the 2nd-hour rivers, and nearly every riverbank witnessed an increase in flood water levels. The rise in river flood water levels occurs between ± 1 m to 2.5 meters from the height of the existing dam. Given these issues, the suggested solution is to normalize the Burapa river, dredging the riverbed, widening the river, and building dams on the left and right sides of the river with varying heights depending on the condition of the river segment. It will lessen the likelihood that the Parado river will flood.

Keywords: River, Flood, HEC-RAS.

MENGESAHKAN
SALINAN FOTO COPY SESUAI ASLINYA
MATARAM



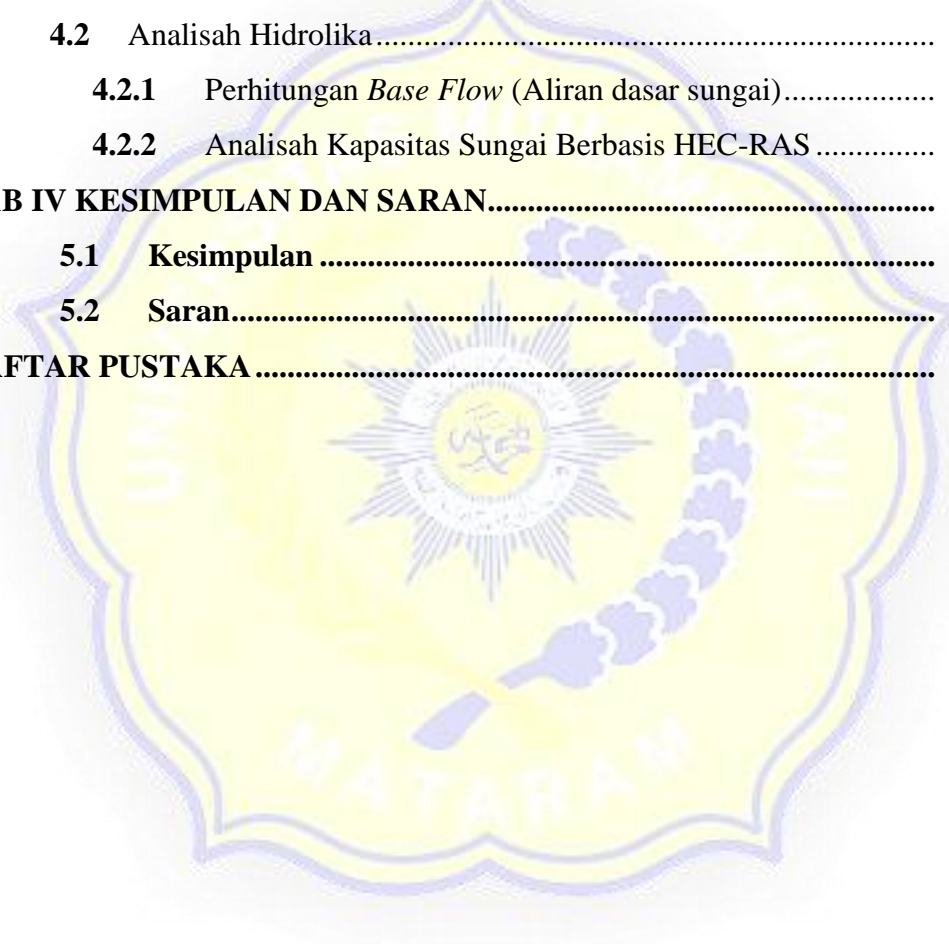
DAFTAR ISI

COVER

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
PERNYATAAN ORISINILITAS.....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori.....	7

2.2.1	Banjir	7
2.2.1.1	Pengertian Banjir	7
2.2.1.2	Faktor-Faktor Penyebab Banjir	7
2.2.1.3	Banjir Sungai	9
2.2.1.4	Banjir Bandang	9
2.2.2	Daerah aliran sungai	10
2.2.3	Hidrologi	10
2.2.3.1	Siklus Hidrologi	11
2.2.3.2	Analisa Kepanggahan	13
2.2.3.3	Analisa Curah Hujan Rerata Daerah	15
2.2.3.4	Analisa Frekuensi	18
2.2.3.5	Uji Distribusi Curah Hujan	24
2.2.3.6	Analisa intensitas hujan	26
2.2.3.7	Waktu konsentrasi	26
2.2.3.8	Hidrograf Satuan Sintetik	27
2.2.4	Analisa Hidrolika	32
2.2.4.1	Program HEC-RAS	32
2.2.4.2	Analisa penampang eksisting sungai	33
2.2.4.3	Langkah-langkah menggunakan HEC-RAS	37
BAB III METODE PENELITIAN		38
3.1	Lokasi Penelitian	38
3.2	Tahap Persiapan	39
3.3	Pengumpulan Data	39
3.3.1	Data Primer	39
3.3.2	Data Sekunder	39
3.4	Analisa Data	40
3.4.1	Analisa Hidrologi	40
3.4.2	Analisa Hidrolika	41
3.5	Bagan alir penelitian	49

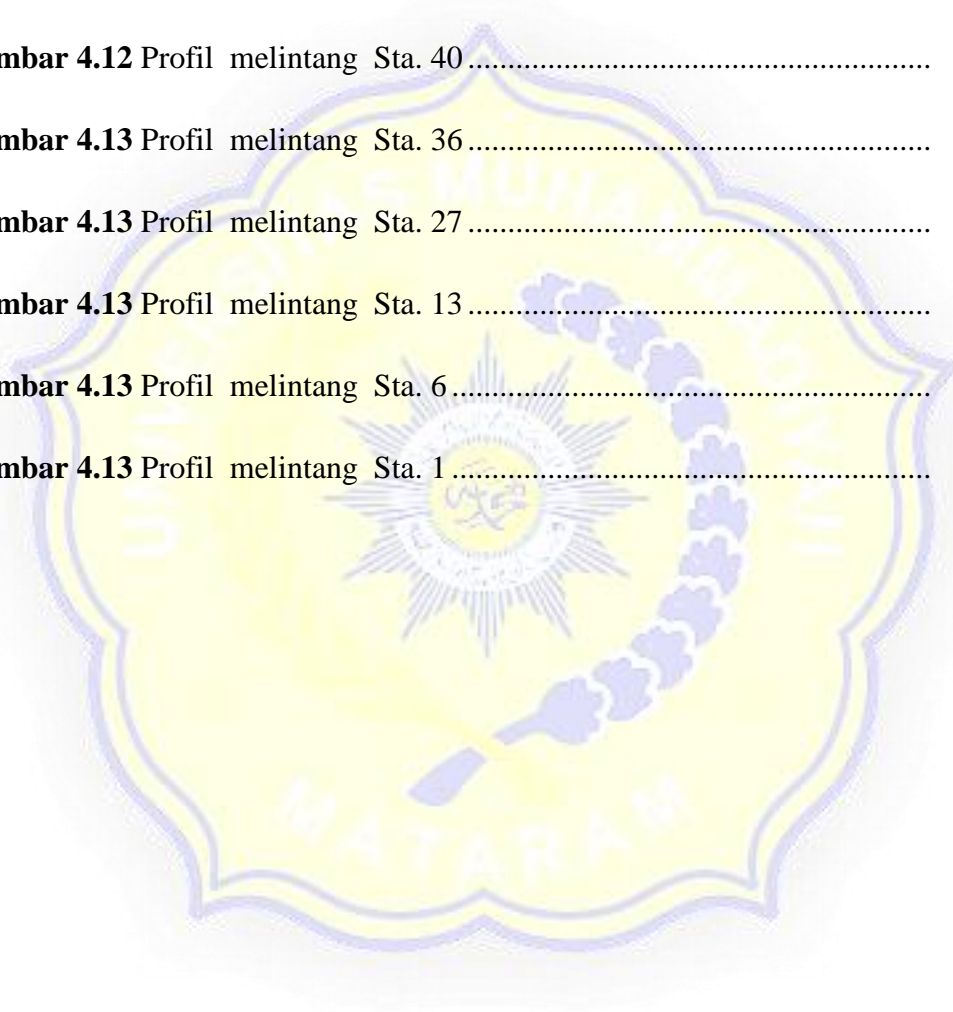
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Analisis Data Hidrologi	50
4.1.1 Analisah Kepanggahan	50
4.1.2 Analisis curah hujan rerata daerah.....	52
4.1.3 Analisis Frekuensi	55
4.1.4 Uji Kecocokan Distribusi	59
4.1.5 Perhitungan distribusi hujan jam-jaman	61
4.1.6 Perhitungan Debit Banjir Rencana Metode HSS Nakayasu	64
4.2 Analisah Hidrolika.....	67
4.2.1 Perhitungan <i>Base Flow</i> (Aliran dasar sungai).....	67
4.2.2 Analisah Kapasitas Sungai Berbasis HEC-RAS	69
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN.....	79
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA	80



Daftar Gambar

Gambar 1.1 banjir di desa pela	2
Gambar 2.1 siklus hidrologi	12
Gambar 2.2 Poligon Thiessen.....	16
Gambar 2.3 poligon isohyet.....	18
Gambar 2.4 Model Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Snyder	29
Gambar 2.5 Aliran Berubah Beraturan.....	35
Gambar 2.6 Pembagian tampang sungai	37
Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian	39
Gambar 3.2 Tampilan <i>New Projek</i>	42
Gambar 3.3 Jendela Geometric Data.....	43
Gambar 3.5 Jendela editor data <i>Cross Section</i>	44
Gambar 3.6 Jendela editor data aliran <i>Steady Flow Data</i> aliran.....	46
Gambar 3.8 Tampilan <i>unsteady flow analysis</i>	48
Gambar 3.9 Bagan Alir Penelitian.....	50
Gambar 3.7 Jendela editor kondisi batas.....	47
Gambar 4.1 grafik ordinat hidrograf HSS Nakayasu	67
Gambar 4.2 Grafik Satuan Banjir Rencana Metode Nakayasu	69
Gambar 4.3 Profil Memanjang Q25 Tahun	69
Gambar 4.4 profil elevasi muka air Q25 Tahun	70
Gambar 4.5 Profil Melintang Sta. 38.....	70

Gambar 4.7 Profil Melintang Sta. 21.....	71
Gambar 4.8 Profil Melintang Sta. 22.....	71
Gambar 4.8 Profil Melintang Sta. 5.....	72
Gambar 4.10 Profil Melintang Sta. 0 hilir.....	72
Gambar 4.11 Potongan Memanjang Sungai Kondisi Sesudah Normalisasi...	74
Gambar 4.12 Profil melintang Sta. 40.....	75
Gambar 4.13 Profil melintang Sta. 36.....	75
Gambar 4.13 Profil melintang Sta. 27.....	75
Gambar 4.13 Profil melintang Sta. 13.....	76
Gambar 4.13 Profil melintang Sta. 6.....	76
Gambar 4.13 Profil melintang Sta. 1.....	76



Daftar Tabel

Tabel 2.1 Parameter Statik Untuk Menentukan Jenis Distribusi.....	20
Tabel 4.1 Data Curah Hujan Max.....	50
Tabel 4.2 Uji Konsistensi Data Hujan Sta. Paradowane	51
Tabel 4.3 Uji Konsistensi Data Hujan Sta. Kumbe	52
Tabel 4.4 Data Curah Hujan Harian (mm) Sta. Paradowane	53
Tabel 4.5 Data Curah Hujan Harian (mm) Sta. Kumbe	53
Table 4.6 Rekapitulasi Data 2 Stasiun Curah Hujan	54
Tabel 4.7 Perhitungan Curah Hujan Rerata Maksimum	55
Tabel 4.8 Analisah Parameter Statik	56
Tabel 4.9 Perbandingan Antara Syarat Dan Hasil Perhitungan	56
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Log Person Tipe II	57
Tabel 4.11 Perhitungan Distribusi Log Person Tipe III	57
Tabel 4.12 Perhitungan Curah Hujan Rancangan Berdasarkan Periode (T)...	58
Tabel 4.13 Tabel perhitungan X^2Cr	60
Tabel 4.14 Uji Smirnov-Kolmogrov Distribusi Log Person Type III.....	60
Tabel 4.15 Curah Hujan Rencana Maksimum	61
Tabel 4.16 Perhitungan Hujan Natto	63
Tabel 4.17 Perhitungan Hujan Natto jam-jaman.....	63
Tabel 4.18 Ordinat Hidrograf Satuan HSS Nakayasu	66

Table 4.19 Hidrograf Satuan Banjir Rencana Debit Periode Ulang 25 tahun. 68

Tabel 4.20 a Hasil Analisah Perhitungan HEC-RAS Periode Ulang Q25 Kondisi

Eksisring 73

Tabel 4.20 b Hasil Analisah Perhitungan HEC-RAS Periode Ulang Q25 Kondisi

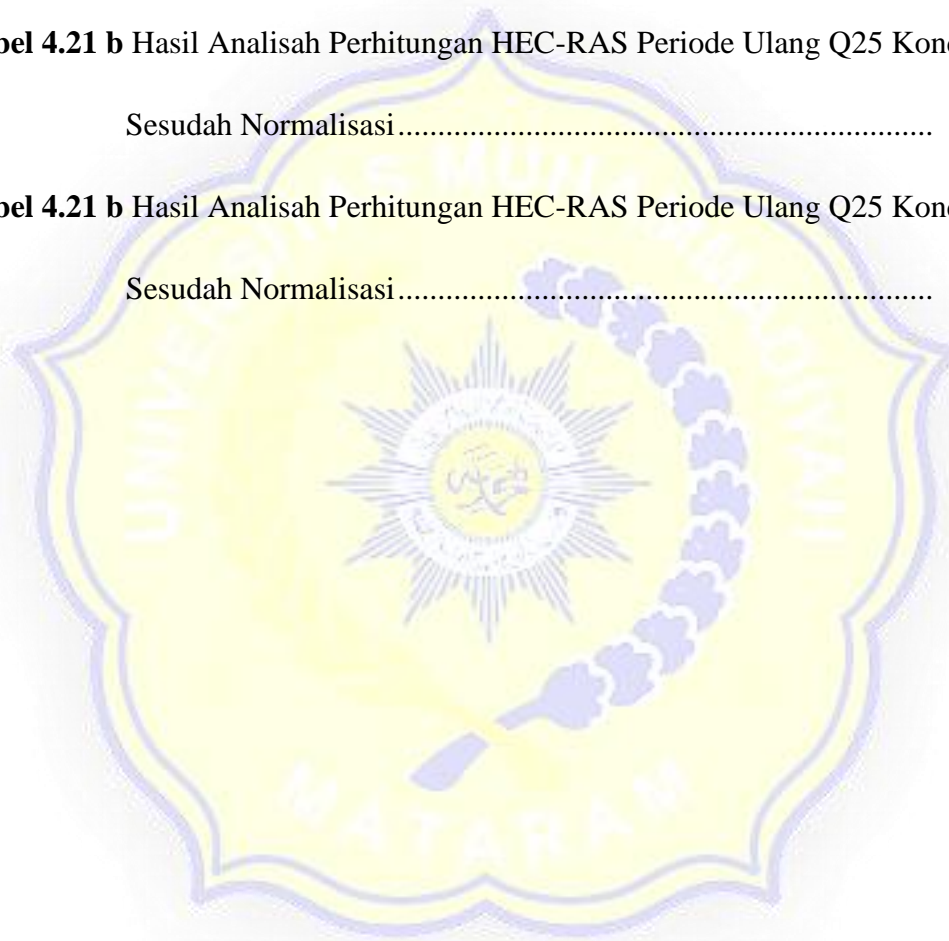
Eksisring 74

Tabel 4.21 b Hasil Analisah Perhitungan HEC-RAS Periode Ulang Q25 Kondisi

Sesudah Normalisasi 77

Tabel 4.21 b Hasil Analisah Perhitungan HEC-RAS Periode Ulang Q25 Kondisi

Sesudah Normalisasi 78



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I OUTPUT HEC-RAS EKSISTING	81
LAMPIRAN II OUTPUT HEC-RAS NORMALISASI	95
LAMPIRAN III DATA PENDUKUNG	109
LAMPIRAN IV DOKUMENTASI LAPANGAN	112
LAMPIRAN V DATA CURAH HUJAN	113
LAMPIRAN VI SURAT	133
LAMPIRAN VII LEMBAR ASISTENSI	134



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.

Sungai merupakan salah satu sumber daya air yang banyak dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air baku dan keberadaannya sangat penting untuk memenuhi kebutuhan manusia. Perubahan kondisi daerah aliran sungai, perubahan tata guna lahan, pertumbuhan penduduk, dan faktor lainnya telah mengakibatkan sungai tidak dapat berfungsi secara optimal, sehingga mengakibatkan banjir dan bencana lainnya yang telah memakan banyak korban jiwa.

Banjir dapat disebabkan oleh hujan lebat, intensitas, atau kerusakan akibat penggunaan lahan yang tidak tepat. Banjir juga dapat terjadi karena perubahan iklim, turbulensi aliran air hujan di sungai, penurunan daerah resapan air akibat meningkatnya penggunaan bangunan dan kerusakan hutan, serta banjir sungai-sungai besar yang mengalir melalui kawasan pemukiman dan perkotaan. , karena hulu sungai menerima lebih banyak curah hujan, yang sering menyebabkan banjir..

Ada berbagai jenis banjir di Indonesia, dan hampir semua wilayah terkena banjir. Banjir menyumbang dua pertiga dari semua kerugian dan kerusakan akibat bencana alam. Lebih dari 300 banjir terjadi setiap tahun, menggenangi 150.000 hektar dan mempengaruhi sekitar 1 juta orang. Tren banjir kini meningkat baik di perkotaan maupun pedesaan. Beberapa kejadian banjir skala besar di beberapa wilayah seperti Jakarta, Kalimantan, Nusa Tenggara Barat (NTB), dan beberapa wilayah lain di Indonesia menunjukkan peningkatan ini (Sumber: Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB))

Pada tahun 2021 Kabupaten Bima mengalami banjir bandang yang terjadi di beberapa titik salah satunya di Kecamatan Monta. Bencana banjir tersebut diakibatkan oleh intensitas hujan di daerah tersebut sangat tinggi sehingga volume air pada sungai meningkat.

Kejadian banjir tersebut merupakan luapan air yang berada pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Parado. Hampir setiap tahunnya air sungai meluap (*offer toping*) pada daerah Hulu sungai dan puncak terjadinya banjir yaitu pada hari jum'at tanggal 02-04-2021. Banjir di sungai parodo mengakibatkan adanya korban jiwa, sarana infrastruktur, rumah-rumah, lahan pertanian dan perkebunan, dan sejumlah hewan ternak warga yang berada di daerah bantaran sungai hanyut terbawa banjir.

Bencana banjir yang terjadi di Kecamatan parado menimbulkan kerusakan di 2 kecamatan yaitu kecamatan Monta dan kecamatan Woha. Berdasarkan keterangan dari warga ada beberapa Desa mengalami kerusakan parah akibat banjir di sungai parado antara lain, Desa Pela, Desa Simpasai, Desa Sie, Desa Tangga, Desa sakuru, Desa Baralau. Berdasarkan keterangan warga desa pela ada 15 rumah yang rusak parah dan puluhan rumah mengalami kerusakan ringan(retak).(sumber : *kunjungan lapangan 13-07-2022*).



Gambar 1.1 Banjir Di Desa Pela

Mengingat permasalahan yang muncul, maka diperlukan tindakan proteksi banjir untuk mengurangi risiko kerusakan akibat banjir. Oleh karena itu, diperlukan analisis hidrologi untuk mengetahui debit banjir dan analisis hidraulik untuk menentukan ketinggian banjir Sungai Parado. Melanjutkan hal di atas, penulis mengangkat judul tentang “*Analisah Hidrolika Sungai Parado Menggunakan Hec-Ras Untuk Pengendalian Banjir* (Studi Kasus DAS Parado Kecamatan Monta, Kabupaten Bima)”

1.2 Rumusan masalah.

berdasarkan Latar Belakang di atas dapat dibuat beberapa rumusan masalah antara lain:

1. Berapakah Debit Banjir Rancangan Kala Ulang 25 Tahun di DAS Parado?
2. Apakah penampang saluran Eksisting Sungai Parado dapat menampung Debit Banjir Rancangan Kala Ulang 25 Tahun?
3. Bagaimana upaya dalam penanggulangan dan pengendalian masalah banjir di Sungai Parado?

1.3 Tujuan.

Dari rumusan masalah, hal-hal yang ingin dicapai antara lain:

1. Agar dapat mengetahui Debit Banjir Rancangan Kala Ulang 25 Tahun di Daerah Aliran Sungai(DAS) Parado.
2. Untuk mengetahui penampang saluran Eksisting Sungai Parado mampu menampung debit air banjir rancangan kala ulang 25 tahun.
3. Untuk mengetahui upaya penanggulangan dan pengendalian masalah banjir di sungai Parado.

1.4 Manfaat Penelitian.

Secara umum, keuntungan yang diharapkan adalah Pengetahuan Penyusun Analisis Banjir Menggunakan Program HEC-RAS Manfaat yang diharapkan antara lain:

1. Selidiki dan kembangkan pengetahuan tepi sungai untuk mengurangi risiko banjir.
2. Dapat dijadikan sebagai data pengembangan pengendalian banjir oleh Pemerintah Kabupaten Bima Timur.

1.5 Batasan Masalah.

Agar pembahasan lebih terarah maka diperlukan batasan masalah untuk mencegah melebarnya lingkup permasalahan. Adapun batasan permasalahannya adalah sebagai berikut:

1. Debit air Banjir Rencana yang digunakan dalam analisis yaitu Kala Ulang 25 Tahun.
2. Hanya menganalisis ruas sungai yang sering terjadi banjir.

3. Analisis Simulasi aliran banjir dengan metode *unsteady flow* menggunakan software HEC-RAS 5.0.7 dengan kala ulang debit rencana 25 tahun.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Wahyuningtyas, J.E. Pahlevari, S. Darsono, and H. Budienny,(2017) Wahyuningtyas, J.E. Pahlevari, S. Darsono, dan H. Budienny (2017) melakukan penelitian tentang pengendalian banjir Sungai Blingin di Semarang. Perbaikan pada Seksi Sungai Bringing termasuk tiang pancang dan desain tepian. Perhitungan perencanaan debit banjir 50 tahun dengan pemodelan HEC-HMS 4.0. Debit banjir rencana rencana ini adalah 430,9 m³/s untuk sungai tanpa waduk dan 242,1 m³/s untuk sungai dengan waduk. Rencana peningkatan aliran menggunakan model HEC-RAS dengan debit yang direncanakan dari program HEC-HMS 4.0. Bagian tersebut akan berbentuk persegi panjang dan diperkuat dengan tiang pancang. Dinding tiang pancang dengan panjang 7 km sampai kedalaman 23 m direncanakan. Bendungan sungai dirancang untuk menangani banjir air sungai karena sungai tidak dapat menerima limpasan banjir. Hasil perhitungan biaya rehabilitasi penampang sungai dari Rp.701.152.920.933,00

Restu Wigati, Soedarsono, dan Yusi Ananda (2018) melakukan studi analisis banjir menggunakan software HEC-RAS 4.1. (Studi kasus DAS Ciujung Hulu HM 0+00 sampai HM45+00). Analisis peta curah hujan dengan kala ulang 100 tahun menghasilkan 140,12 mm. Curah hujan maksimum sebesar 76,43 mm selama 6 jam curah hujan dengan menggunakan metode ABM (alternative block method). Beban desain yang direncanakan oleh HSS SCS dari Q100 adalah 1266.335 m³/s dan HHS Snyder mencapai nilai 1591.399 m³/s. Kapasitas Sungai Jujung dengan menggunakan software HEC-RAS 4.1 tampaknya tidak mampu menampung debit yang dihasilkan oleh Sungai Jujung, sehingga harus diperoleh aliran berupa normalisasi jalur aliran.

Ichsan Syahputra, Cut Rahmawati, dan Lores Sudarta (2019) menggunakan program HEC-RAS untuk melakukan studi desain penampang Sungai Krueng Pandora. Hasil pemodelan aliran 1D HEC-RAS 5.0.5 menunjukkan Sungai Kruen Pandora dengan penampang aliran trapesium, lebar

dasar 10,00 m, kedalaman 6,00 m, dan kemiringan 1V. 1,5 H, sehingga tahan banjir. Jenis bangunan yang digunakan untuk memperbaiki tebing dan alur sungai adalah penutup sungai, yang terdiri dari tumpukan batu dengan berat 650-800 kg per unit. Ketinggian tanggul sungai yang direncanakan adalah 6,00 m di atas dasar sungai, kemiringan lereng 1H: 1,5V, lebar pelindung tepi tanggul 2,50m, dan ketebalan lapisan batuan 1,30m. Lapisan geotekstil non-anyaman dipasang di sepanjang permukaan formasi batuan di sepanjang tembok laut. Untuk penanganan, pengaturan sungai, normalisasi sungai, dan penanggulangan bencana banjir, musim banjir yang digunakan dalam analisis ini adalah triwulan ke-5 tahun sebesar 163,02 m³/s.

Aspian Hutajulu, Amir Fauzi (2020) menggunakan Hec-Ras untuk melakukan studi simulasi banjir di sungai Krueng Jambo Aye di Provinsi Aceh Utara. Analisis hidraulik dilakukan dengan menghitung volume sungai yang melalui penampang melintang dan membujur. Pemodelan ini menggunakan software HEC-RAS 4.1. Hasil perhitungan debit banjir rencana $Q_5 = 884.720$ m³/s, $Q_{10} = 1019.833$ m³/s, $Q_{25} = 1198.442$ m³/s. Prakiraan limpasan banjir yang digunakan untuk menjalankan perangkat lunak HEC-RAS 4.1 digunakan sebagai prakiraan limpasan dengan periode ulang 25 tahun. Kreuz 312 memiliki limpasan tertinggi, dengan ketinggian banjir 3,56 m, dan konstruksi tanggul digunakan sebagai solusi pengendalian banjir. Bendungan yang akan dibangun memiliki tinggi terlindung 1 meter dan lebar 4 meter. Porsi sungai yang mengalami limpasan sebanyak 121 kali dari total 132 kali lintas pada arus tinjauan.

Khairul Amri (2021) melakukan studi analisis fluks puncak menggunakan metode hidrografi untuk unit sintesis ITB2 dan HEC-RAS 5.0.7 di DAS Air Manna Hilir. Itu diintegrasikan ke dalam program HEC-RAS versi 5.0.7 menggunakan unit hidrografi sintetis (HSS) ITB 2. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa debit puncak dicekungan Air Manna sangat tinggi dibandingkan dengan fakta lapangan dan harus ditinjau kembali dari perspektif yang lebih. Berdasarkan hasil analisis program HEC-RAS, DAS Air Mana Bagian Bawah tidak lagi dapat menampung debit banjir dan potensi dataran

banjir dikembangkan di sepanjang STA 5770 (Desa Bato Kuning) hingga STA 0 (Desa Ketaping).) .

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Banjir

2.2.1.1 Pengertian banjir

Banjir adalah peristiwa yang terjadi ketika air mengalir secara berlebihan atau meluap ke daratan. Kerusakan akibat banjir dapat dihindari dengan cara bergerak saat tergenang, seperti banjir sungai dan danau. Orang-orang tinggal dan bekerja di daerah yang dekat dengan saluran air untuk menemukan dan menggunakan kebutuhan mereka secara efisien.

orang akan terus tinggal di daerah rawan banjir. Tinggal di daerah rawan banjir terbukti lebih mahal daripada kerusakan akibat banjir selama periode tersebut.

Dalam kerangka pembahasan yang sangat luas, kita melihat bahwa banjir adalah bagian dari siklus hidrologi, dengan air permukaan mengalir ke laut. Kami menemukan bahwa siklus air didominasi oleh jumlah air yang mengalir di atas permukaan bumi, ditentukan oleh jumlah curah hujan dan jumlah air yang meresap ke dalam tanah.

Air hujan yang mencapai permukaan bumi dan mengalir di permukaan menjadi sungai dan mengalir ke laut. Aliran sungai ini berasal dari daerah tertinggi di wilayah tersebut. Biasanya daerah pegunungan, bukit atau gunung, berakhir di pantai saat aliran air bergerak menuju laut.

2.2.1.2 Faktor –Faktor Penyebab Banjir

Adapun beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya banjir yaitu antara lain :

1. Drainase yang buruk

Di kota-kota besar seperti Jakarta, Bandung, dll, hal ini sering terjadi karena penampang saluran yang membawa air hujan dari jalan ke sungai tidak diolah. Banyak bagian saluran air perkotaan, bahkan beton struktural, ditutupi dengan puing-puing kecil. Karena saluran air tidak

berfungsi dengan baik, genangan air terbentuk di jalan, menyebabkan banjir di daerah tersebut.

2. daerah tangkapan air kecil

Selain penampang saluran yang buruk, kurangnya daerah aliran sungai mengindikasikan bahwa hal itu dapat mempengaruhi daerah yang mungkin mengalami banjir. Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu kawasan yang ditumbuhi banyak pohon atau memiliki danau yang membantu menyerap atau menyerap air ke dalam tanah dan menyimpannya sebagai sumber air tanah. Namun, dengan bertambahnya bangunan di perkotaan, fungsi resapan air dari padang rumput bergeser ke bangunan beton, yang secara alami mencegah air meresap ke dalam tanah. Sehingga ada genangan air yang dapat menyebabkan banjir.

3. Deforestasi total Fungsi hutan

adalah untuk menjaga kontur tanah agar tidak longsor dan menjaga kemanfaatannya. Kayu juga memiliki kemampuan menyerap air, seperti yang telah disebutkan pada poin-poin pembahasan sebelumnya. Bila berada di daerah yang seharusnya memiliki tutupan hutan lebat, seperti tetapi mengalir langsung ke hilir atau ke daerah dataran rendah seperti perkotaan dan pedesaan yang dapat menyebabkan banjir.

4. penampang saluran Sungai yang Tidak Terawat.

Sungai merupakan salah satu media aliran air yang telah menyerap air hujan, dan saluran-saluran yang menuju ke laut lepas tentunya berperan penting ada tidaknya banjir di daerah tersebut. aliran air ke laut terganggu, menyebabkan kerusakan banjir. Kerusakan biasanya terjadi di sungai berupa sedimen atau sedimen tinggi. Limbah yang dibuang ke sungai oleh masyarakat mengurangi kinerja sungai dengan menyebabkan perairan dangkal dan menurunkan batas sungai atau tepian.

5. Kesadaran Masyarakat yang Rendah

Padahal, rendahnya kesadaran masyarakat terhadap lingkungan juga berdampak signifikan terhadap risiko banjir. Sikap dan tindakan masyarakat yang tanpa sadar membuang sampah untuk menjaga lingkungan yang asri dan gemar menanam pohon merupakan faktor penting dalam menjaga lingkungan dan mencegah terjadinya bencana. Selain mencegah banjir, ramah lingkungan juga baik untuk kesehatan dan tentunya meningkatkan taraf hidup masyarakat.

2.2.1.3 Banjir sungai (*river flood*)

Banjir pada saluran sungai dapat terjadi ketika permukaan air naik diatas bantaran sungai (*river banks*) karena hujan berlebihan. Banjir pada penampang sungai juga dapat terjadi akibat badai yang terus-menerus terjadi di daerah yang sama dalam waktu yang lama, penambahan curah hujan dan pelelehan salju atau sumbatan akibat es. Banjir sungai merupakan salah satu jenis banjir dalam yang paling sering terjadi ketika air melebihi kapasitasnya tampungnya. Ketika sebuah sungai meluap ke pinggirannya, biasanya karena curah hujan yang tinggi dalam waktu yang cukup lama. Banjir yang terlokalisasi dapat menyebabkan kerusakan yang sangat besar pada benda-benda disekitarnya serta menimbulkan ancaman keamanan signifikan. Untuk mencegah banjir, sungai membutuhkan penahan yang baik (tanggul) terutama di daerah datar atau penduduk yang padat.

2.2.1.4 Banjir Bandang

Bukan hanya masalah banjir dengan material air. Akan tetapi, banjir bandang ini dapat mengangkut material air berupa lumpur. Banjir seperti ini sangat jelas berbahaya dari banjir air, karena seseorang tidak akan mampu berenang ditengah banjir yang berupa air dan lumpur ini untuk menyelamatkan diri. Banjir bandang mampu menenggelamkan benda apapun yang ada pada area yang digenangi, oleh karena itu daya rusak yang disebabkan sangat rentan lebih tinggi. Banjir bandang ini biasa terjadi di lokasi dekat pegunungan, dimana tanah pegunungan seolah longsor karena air hujan yang deras lalu ikut terbawa air ke daratan yang lebih rendah.

Biasanya banjir bandang ini akan menghanyutkan sejumlah pohon-pohon hutan atau batu-batu yang berukuran besar. Material ini tentu dapat berakibat kerusakan pemukiman warga yang berada disekitar wilayah pegunungan.

2.2.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah aliran sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggung gunung/pegunungan di mana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik/stasiun yang ditinjau (Triatmodjo, 2008). batasan DAS ditentukan dengan menggunakan peta topografi yang dilengkapi dengan garis-garis kontur, biasanya dengan menggunakan peta topografi.

DAS disebut juga sebagai watershed atau catchment area. DAS ada yang kecil dan ada juga yang sangat luas. DAS yang sangat luas bisa terdiri dari beberapa sub DAS dan sub DAS dapat terdiri dari beberapa sub-sub DAS, tergantung banyaknya anak sungai dari cabang sungai yang ada, yang merupakan bagian dari suatu sistem sungai utama. Luas DAS diperkirakan dengan mengukur daerah itu pada peta topografi.

Luas DAS sangat berpengaruh terhadap debit sungai. Pada umumnya semakin besar DAS semakin besar jumlah limpasan permukaan sehingga semakin besar pula aliran permukaan atau debit sungai.

2.2.3 Hidrologi

Air adalah salah satu unsur yang penting di permukaan bumi. Air yang dibutuhkan seluruh makhluk hidup baik oleh manusia, tumbuhan, dan hewan. Dengan tanpa adanya air dapat dipastikan tidak akan ada kehidupan yang berkelanjutan. Beberapa ahli berpendapat mengenai pengertian hidrologi antara lain :

1. Serta Linsley (1986) mengatakan bahwa hidrologi adalah ilmu yang membicarakan tentang air di bumi baik itu mengenai kejadiannya, jenis-jenis, sirkulasi, sifat kimia dan fisika serta reaksinya terhadap lingkungan maupun kehidupan.

2. Singh(1992), menjelaskan pengertian hidrologi adalah ilmu yang membahas karakteristik kuantitas dan kualitas air di bumi menurut ruang serta waktu, termasuk proses hidrologi, pergerakan, penyebaran, sirkulasi tampungan, eksplorasi, pengembangan maupun manajemen.
3. Asdak(1995), hidrologi adalah ilmu yang mempelajari air dalam segala bentuknya (cairan, gas, padat) pada, dalam, dan di atas permukaan tanah.
4. Arsyad(2009) berargumen bahwa hidrologi merupakan ilmu yang mempelajari proses penjumlahan, penampungan, dan kehilangan air di muka bumi.

Penulis menyimpulkan bahwa hidrologo merupakan ilmu yang mempelajari tentang air di bumi dengan segala bentuknya baik yang berupa cairan, padat, dan gas. Kemudian, hidrologi juga mempelajari karakteristik yang dimiliki oleh air tersebut, baik sifat air, bentuk penyebarannya dan siklus air yang ada di muka bumi.

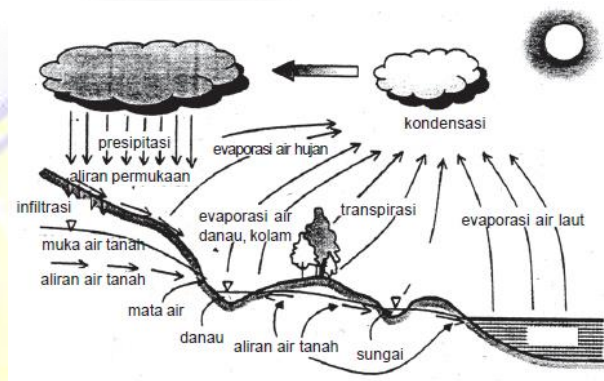
2.2.3.1 Siklus hidrologi

Siklus Hidrologi Siklus hidrologi adalah sebuah proses pergerakan air dari bumi ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi yang berlangsung secara kontinyu (Triadmodjo, 2008). Selain berlangsung secara kontinyu, siklus hidrologi juga merupakan siklus yang bersifat konstan pada sembarang daerah (Wisler dan Brater, 1959). Siklus hidrologi dimulai dengan terjadinya penguapan air ke udara. Air yang menguap tersebut kemudian mengalami proses kodensasi (penggumpalan) di udara yang kemudian membentuk gumpalan – gumpalan yang dikenal dengan istilah awan (Triadmodjo, 2008).

Awan yang terbentuk kemudian jatuh kembali ke bumi dalam bentuk hujan atau salju yang disebabkan oleh adanya perubahan iklim dan cuaca. Butiran – butiran air tersebut sebagian ada yang langsung masuk ke permukaan tanah (infiltrasi), dan sebagian mengalir sebagai aliran permukaan. Aliran permukaan yang mengalir kemudian masuk ke dalam

tampungan – tampungan seperti danau, waduk, dan cekungan tanah lain dan selanjutnya terulang kembali rangkaian siklus hidrologi.

Dalam proses menuju permukaan bumi, presipitasi dapat berevaporasi kembali atau langsung jatuh yang kemudian diintersepsi oleh tanaman sebelum mencapai tanah. Setelah mencapai tanah, siklus hidrologi terus bergerak secara berulang dalam tiga cara yang berbeda yaitu transpirasi, infiltrasi dan evaporasi.



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi

(Sumber: Suripin, *Pelestarian Sumberdaya Tanah*, 2002)

1. Transpirasi sebagai proses tenggelamnya air dari atmosfer ke permukaan. Jumlah transpirasi yang jatuh di bumi tidak konstan dalam bentuk dan jumlah. Bentuk-bentuk transpirasi yang jatuh di bumi antara lain hujan (air), salju, kabut, embun, dan hujan es. Variasi bentuk dan jumlah transpirasi yang jatuh di bumi didorong oleh faktor iklim atmosfer seperti tekanan, angin, dan suhu (Triadmodjo, 2008).
2. Infiltrasi adalah proses masuknya air dari permukaan tanah ke dalam tanah (Sri Harto, 1983). Proses invasi tersebut bersifat vertikal dan horizontal (Triadmodjo, 2008). Proses rembesan vertikal disebabkan oleh gravitasi dan disebut perkolasi. Proses osmosis horizontal disebabkan oleh gaya kapiler yang disebut aliran antara.
3. Evaporasi Sri Harto (1983) mendefinisikan penguapan sebagai proses dimana molekul air permukaan ditukar dengan molekul uap air di atmosfer. Triadmodjo (2010) menjelaskan bahwa dalam hidrologi evaporasi dibagi menjadi evaporasi dan transpirasi. Evaporasi adalah

penguapan di permukaan air, dan transpirasi adalah penguapan karena peran tumbuhan. Meskipun air hujan tidak dapat dikeringkan sepenuhnya, sejumlah air hujan tetap ada di tanaman. Menurut Sri Harto, proses evaporasi itu sendiri dapat dibagi menjadi dua proses berurutan: evaporasi antar muka dan transfer uap vertikal (Wieringa, 1978). Penguapan antarmuka adalah konversi air menjadi uap air pada delapan bidang, dan transfer uap vertikal adalah proses menghilangkan lapisan udara berisi uap air dari proses penguapan antarmuka.

2.2.3.2 Analisah Kepanggahan

Hujan berasal dari uap air di atmosfer, sehingga bentuk dan jumlahnya terdiri dan jumlahnya dipengaruhi oleh faktor klimatologi seperti angin, temperatur dan tekanan atmosfer. Uap air tersebut akan naik ke atmosfer sehingga mendingin dan terjadi kondensasi menjadi butir-butir air dan kristal- kristal es yang akhirnya jatuh menjadi hujan. Chow et al.(1988) menjelaskan 2(dua) tipe hujan, yaitu hujan titik dan hujan wilayah. Hujan titik adalah curah hujan yang didapat dari hasil pencatatan alat pengukur hujan atau data curah hujan yang akan diolah berupa data kasar atau data mentah yang tidak dapat langsung dipakai.

Satu seri data hujan untuk satu stasiun tertentu dimungkinkan tidak panggah(incosistent), sehingga data tersebut tidak dapat langsung dianalisis. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada kurang lebih 600 stasiun hujan di Pulau Jawa, ternyata 15 data hujannya tidak panggah. Data yang diketahui tidak panggah harus dikoreksi terlebih dahulu. Cara koreksi yang dilakukan dengan cara grafis dan analitis. Cara grafis yang biasa digunakan adalah dengan metode analisis kurva massa ganda(double mass wind analysis) yang dikembangkan oleh Searcy dan Hardison(Sri Harto, 2000).

Bambang Triatmojo (2008) menjelaskan bahwa metode analisis kurva massa ganda membandingkan curah hujan kumulatif tahunan di stasiun y dengan stasiun referensi x yang merupakan nilai rata-rata dari beberapa stasiun terdekat. Nilai kumulatif diplot dalam plot xy Cartesian

dan kurva yang dihasilkan diuji untuk perubahan kemiringannya. Jika garis yang terbentuk adalah garis lurus maka stasiun tersebut koheren di sana dan sebaliknya. Jika stasiun tidak konsisten, koreksi akan dilakukan dengan mengalikan data setelah perubahan kurva dengan rasio sebelum dan setelah kurva putus.

Metode ini masih perlu kehati-hatian karena pengujian dilakukan pada satu stasiun dibandingkan dengan beberapa stasiun di sekitarnya. Artinya jika semua stasiun diuji, stasiun yang awalnya diuji yang mungkin tidak valid akan digunakan sebagai referensi. Untuk itu diperlukan analisis statistik, antara lain: Rasio Von Neumann, Deviasi Kumulatif, Proportional Adjusted Partial Total Total (RAPS), dan Weighted Adjusted Partial Total (WAPS). Penelitian ini menggunakan metode RAPS karena paling baik digunakan jika digunakan perubahan yang diperkirakan berada di tengah deret.

Sri Harto (1993) menguji konsistensi data curah hujan menggunakan metode proportionally adjusted partial summation (RAPS). Tes kebanggaan dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$S_k^* = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y}), \text{ Dengan } K = 1, 2, 3, \dots, n \dots \dots \dots (2.1)$$

$$S_0^* = 0 \dots \dots \dots (2.2)$$

$$S_k^{**} = \frac{S_k^*}{S_d}, \text{ dengan } k = 1, 2, 3, \dots, n \dots \dots \dots (2.3)$$

$$S_d^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(Y_i - \bar{Y})^2}{n} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dengan

S_k^{**} = Rescaled Adjusted Partial Sums

S_k^* = Cumulative Deviation

Y_i = Data Hujan Ke-i (mm),

\bar{Y} = Data Hujan Rerata-i (mm)

Sd^2 = Standar Deviasi

n = Jumlah Data

2.2.3.3 Analisis curah hujan rerata daerah

Di daerah yang biasanya terdapat lebih dari satu alat pengukur hujan, data curah hujan yang tercatat di setiap stasiun ini mungkin tidak sama. Jika hal ini terjadi, maka diperlukan analisis hidrologi untuk menentukan curah hujan rata-rata di daerah tersebut, yang dapat dilakukan dengan tiga metode berikut, yaitu metode rata-rata, metode poligon Thiessen dan metode isohiet.

1. Metode rerata aritmatik (aljabar)

Metode ini adalah yang paling sederhana, pengukuran yang dilakukan pada beberapa stasiun sekaligus dijumlahkan kemudian dibagi dengan jumlah stasiun. Stasiun-stasiun curah hujan yang digunakan dalam perhitungan adalah stasiun-stasiun di daerah tangkapan air, tetapi stasiun-stasiun di luar daerah tangkapan air yang masih berdekatan juga dapat diperhitungkan.

- a. Stasiun hujan tersebar secara merata di DAS.
- b. Distribusi hujan relatif merata pada seluruh DAS.

(Triatmodjo,2008)

Metode rerata aljabar memberikan hasil yang baik dapat di hitung dengan persamaan 2.5 sebagai berikut :

$$\bar{p} = \frac{p_1+p_2+p_3+\dots+p_n}{n} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dengan :

\bar{p} = Hujan Rerata Kawasan

$p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n$ = Hujan Di Stasiun 1, 2, 3, , n

n = Jumlah Stasiun

2. Metode Thiessen

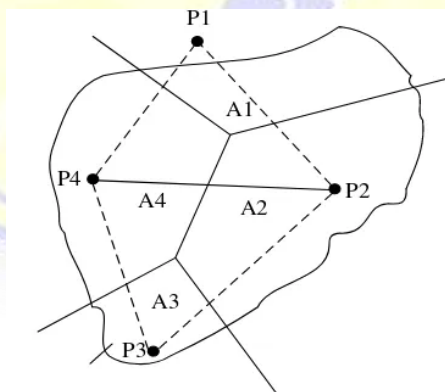
Metode ini memperhitungkan bobot setiap stasiun yang mewakili area di sekitarnya. Di suatu daerah tangkapan, curah hujan diasumsikan sama dengan yang terjadi di stasiun terdekat, sehingga curah hujan dicatat pada stasiun yang mewakili daerah tersebut. Metode ini digunakan untuk mengetahui tinggi rata-rata curah hujan di suatu daerah, khususnya metode poligon Thiessen, karena poligon Thiessen dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh luas daerah stasiun hujan yang distribusinya tidak merata. Gambar 2.1 dapat melihat gambar poligon Thiessen. (Soemarto, 1987).

Perbandingan luas poligon untuk setiap stasiun yang besarnya A_n/A dapat dihitung dengan persamaan 2.6 sebagai berikut:

$$R = \frac{A_1.R_1 + A_2.R_2 + \dots + A_n.R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots(2.6)$$

dengan:

- R = Curah hujan daerah rata-rata
- R_1, R_2, \dots, R_n = Curah hujan di tiap titik pos Curah hujan
- A_1, A_2, \dots, A_n = Luas daerah Thiessen yang me-wakili titik pos curah hujan
- n = Jumlah pos curah hujan



Gambar 2.2 Poligon Thiessen
(Sumber: Soemarto, 1987)

3. Metode isohyet

Isohiet adalah garis yang menghubungkan titik-titik dengan elevasi curah hujan yang sama. Pada metode isohit, diasumsikan bahwa curah hujan di daerah antara kedua isohet terdistribusi merata dan sama dengan rata-rata kedua isohet. (Triatmodjo, 2008). Aliran isohyetal dibuat sesuai dengan prosedur berikut:

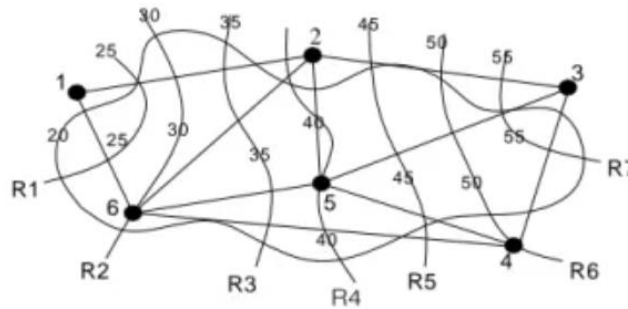
- a. Lokasi stasiun hujan dan kedalaman hujan ditunjukkan pada peta wilayah studi.
- b. Dari nilai elevasi hujan pada stasiun tetangga dilakukan interpolasi dengan kenaikan nilai yang ditentukan.
- c. kurva dihasilkan menghubungkan titik-titik interpolasi dengan kedalaman hujan yang sama. Akurasi tergantung pada pembuatan garis kontur dan intervalnya.
- d. Luas antara dua isobar berurutan diukur dan kemudian dikalikan dengan rata-rata kedua isoproduct tersebut.
- e. Jumlah hitungan di titik d untuk semua isobar dibagi dengan wilayah yang ditinjau memberikan kedalaman rata-rata curah hujan untuk wilayah itu. Secara matematis, curah hujan rata-rata dapat dihitung dengan persamaan 2.7 dan persamaan 2.8 sebagai berikut:

$$\bar{p} = \frac{A1 \frac{l1+l2}{2} + A2 \frac{l2+l3}{2} + \dots + An \frac{ln+ln+1}{2}}{A1+A2+A3+\dots+An} \dots\dots\dots(2.7)$$

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^n A1 \frac{li+li+1}{2}}{\sum_{i=1}^n A1} \dots\dots\dots(2.8)$$

dengan :

- \bar{p} = Hujan Rerata Kawasan
- $l1+l2+l3+\dots+ln$ = Garis Isohyet Ke 1, 2, 3, ... n +1
- $A1 + a2 + \dots + An$ = Luar Daerah Yang Batasi Oleh Garis Isohiet Ke 1 dan 2, 2 dan 3, ... , n Dan n +1



Gambar 2.3 poligon isohyet

(sumber : sosrodarsono & takeda 2003)

2.2.3.4 Analisis frekuensi

Dalam perencanaan dan perancangan pekerjaan hidrolis seringkali diperlukan besaran-besaran tertentu yaitu curah hujan atau debit untuk dijadikan nilai rancangan (design values). Misalnya, dalam pembangunan tanggul banjir yang dibangun untuk melindungi suatu daerah dari banjir dengan besaran tertentu, seluruh desain akan didasarkan pada desain tersebut (desain banjir). Banjir ini adalah jumlah rata-rata banjir yang akan sama atau melebihi sekali dalam T tahun. T(tahun) ini disebut periode ulang yang diperoleh dari data terukur baik curah hujan maupun debit dan membandingkannya dengan beberapa model.

Parameter statistik harus diperhitungkan, seperti koefisien asimetri (Cs), koefisien puncak (Ck) dan koefisien homogenitas (Cv). Parameter ini digunakan untuk menentukan pilihan distribusi yang akan digunakan untuk menghitung curah hujan yang direncanakan dengan kala ulang 2 tahun dan selanjutnya dapat dihitung dengan Persamaan 2.9 sebagai berikut:

1. Curah hujan rata-rata (\bar{x})

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dengan :

$\sum xi$ = jumlah rata-rata hujan
 n = jumlah data

2. Standar deviasi (Sd)

Standar deviasi adalah suatu nilai pengukuran dispresi terhadap data yang dikumpulkan. Secara teoritis standar deviasi dapat dihitung dengan persamaan 2.10 sebagai berikut:

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dengan :

Sd = Standar Deviasi

X_i = Data Curah Hujan

N = Jumlah

3. Koefisien kemencengan (Skewness)

Kemencengan (**Skewness**) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidak simetrian dari suatu bentuk distribusi. dapat dihitung dengan persamaan 2.11 sebagai berikut:

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n \{(x_i - \bar{x})\}^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dengan :

Cs = Koefisien Kemencengan

Sd = Standar deviasi

X_i = Curah hujan

n = Jumlah data

4. Koefisien kurtosis (Ck)

Untuk koefisien kurtosis (Ck) dapat dihitung dengan persamaan 2.12 sebagai berikut :

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n \{(x_i - \bar{x})\}^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4} \dots\dots\dots(2.12)$$

5. Koefisien variasi (Cv)

Koefisien variasi adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilairata-rata hitungan suatu distribusi. dapat dihitung dengan persamaan 2.13 sebagai berikut:

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{x}} \dots\dots\dots(2.13)$$

Dengan :

Sd = Standar deviasi

\bar{x} = Hujan rerata

Penentuan jenis distribusi yang sesuai dilakukan dengan mencocokkan parameter data tersebut dengan syarat masing-masing distribusi yang ada dalam tabel 2.1. (Sri harto,1993)

Tabel 2.1 Parameter Statik Untuk Menentukan Jenis Distribusi

No	Sebaran	Syarat	Keterangan
1	Normal	$Cs = 0$	Jika analisis tidak ada yang memenuhi syarat tersebut, maka digunakan sebaran Log Pearson Type III.
2	Log Normal	$Cs/Cv = 3$	
3	Gumbel	$Cs \sim 1,1396$ $Ck \sim 5,4002$	

Sumber : sri harto 1993

1. Distribusi 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):

$$XT = \bar{X} + k.Sx \dots\dots\dots(2.14)$$

Dengan :

XT = variabel yang diekstrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan

\bar{X} = Harga Rata-Rata Dari Data = $\frac{\sum_{i=1}^n Xi}{n}$

K = Variabel Reduksi

$$Sx = \text{Standar deviasi} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n Xi)^2}{n}}{n}}$$

2. Distribusi Log Normal

Sebaran log normal merupakan sebaran yang terdiri dari dua parameter yairu dan , yang masing-masing merupakan harga tengah dan variansi untuk fungsi logaritma dari variabelnya. Kemungkinan fungsi kerapatannya 2.15 sebagai berikut :

$$P(x) = \frac{1}{x\delta n\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - \mu}{\delta\pi}\right)^2} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dengan :

$P(x)$ = fungsi kerapatan peluang normal

π = 3,14156

e = 2,71282

σn = Standar deviasi nilai X

μn = nilai X rata-rata

Dengan :

$$\text{Nilai X rata-rata } \mu n = \frac{1}{2} \ln\left(\frac{\mu^4}{\mu^2 + \delta^2}\right)$$

$$\text{Variasi } \delta^n = \ln\left(\frac{\delta^2 + \mu^2}{\mu^2}\right)$$

$$\text{Koefisien variasi } C_v = \frac{\delta_n}{\mu_n} = (e^{\delta_n} - 1)^{0.5}$$

$$\text{Koefisien kemencengan } C_s = 3C_v + C_v^3$$

$$\text{Koefisien kortusis } C_k = C_v^8 + C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v$$

Sebaran log normal juga sering dipakai untuk analisis frekuensi hujan harian maksimum. dapat dihitung dengan persamaan transformasi 2.16 sebagai berikut :

$$\text{Log } X_{tr} = \text{Log } x + K.S \text{Log } x \dots\dots\dots(2.16)$$

dengan :

$\text{Log } X_{tr}$ = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi pada periode ulang tertentu

$\text{Log } x$ = nilai rata-rata kejadian

K = faktor frekuensi, merupakan fungsi peluang atau periode ulang

$S \text{ log } x$ = Standar deviasi

Apabila prosedur perhitungan tidak menggunakan nilai logaritmik, maka persamaannya sama seperti persamaan, tetapi dipakai nilai karakteristik distribusi log normal yang nilainya tergantung pada nilai koefisien variasi. Dihitung menggunakan persamaan 2.17 sebagai berikut :

$$X_{tr} = \bar{x} + k \cdot S \dots\dots\dots(2.17)$$

Dengan :

X_{tr} = perkiraan nilai yang di harapkan terjadi pada periode ulang tertentu

\bar{x} = nilai rata-rata kejadian

S = standar deviasi

K = nilai karakteristik distribusi log normal, nilainya tergantung nilai dari koefisien variasinya

Sebaran log normal mempunyai sifat khusus bahwa besarnya koefisien sedimetris (*skewness*) $C_s = +$ (positif) atau $\log C_s \geq 0$ atau $C_s = 3C_v + 3C_v^3$, dengan koefisien kortosis sebesar $C_k \geq 3$.

3. Distribusi gumbel

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode E.J. Gumbel, dengan persamaan sebagai berikut (Soemarto,1999):

$$X_T = \bar{X} + K.Sx \dots\dots\dots(2.18)$$

Dengan :

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

\bar{X} = Harga rata-rata dari data = $\frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$

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

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots(2.19)$$

Dengan :

Y_T = Variabel Reduksi sebagai fungsi dari periode ulang T tahun

Y_n = Variabel Reduksi sebagai fungsi dari banyak data (N)

S_n = Standar Deviasi sebagai fungsi dari banyak data (N)

4. Distribusi log person type III

Paramete-parameter statistik yang diperlukan oleh distribusi Log Pearson Type III adalah :

- a. Harga rata-rata
- b. Standar deviasi
- c. Koefisien kemencengan

Untuk menghitung banjir perencanaan, dalam praktek *Hydrology Committee of the Water Resources Council, USA*, menganjurkan pertama kali mentransform data keharga-harga logaritmanya, kemudian menghitung parameter-parameter statistiknya. Karena transformasi tersebut, maka cara ini disebut Log Pearson Type III.

Garis besar cara Log Pearson Type III adalah sebagai berikut :

- a. Mengubah data debit banjir tahunan sebanyak n buah $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ menjadi $\log X_1, \log X_2, \log X_3, \dots, \log X_n$
- b. Menghitung harga rata-ratanya dengan persamaan 2.20 berikut ini :

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log(x_i)}{n} \dots\dots\dots (2.20)$$

Dengan :

\bar{x} = harga rata-rata curah hujan

n = jumlah data

X_i = nilai curah hujan tiap-tiap tahun (mm)

- c. Menghitung harga standar deviasinya dapat dihitung dengan persamaan 3.21 berikut :

$$\text{Sd} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \log(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.21)$$

Dengan :

Sd = standar deviasi

- d. Menghitung koefisien *Skewness* dapat dihitung dengan persamaan 2.22 berikut :

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} \dots\dots\dots (2.22)$$

Dengan :

C_s = koefisien skewness

- e. Menghitung logaritma debit dengan waktu balik yang dikehendaki dengan persamaan 2.23 berikut ini :

$$\text{Log } Q = \overline{\log x} + K \cdot s_d \dots\dots\dots (2.23)$$

Dengan :

harga-harga G dapat diambil dari tabel 2.8 untuk harga-harga C_s positif, dan dari Tabel 2.9 untuk harga C_s negatif. Jadi dengan harga C_s yang dihitung dan waktu balik yang dikehendaki G dapat diketahui.

- f. Mencari antilog dari $\log Q$ untuk mendapatkan debit banjir dengan waktu balik yang dikehendaki Q_T .

2.2.3.5 Uji Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Agar dapat mengetahui apakah data tersebut benar sesuai dengan jenis sebaran teoritis yang dipakai maka perlu dilakukan pengujian lanjutan. dalam keperluan analisis uji kesesuaian di pakai dua metode statistic sebagaimana penjelasan dibawah ini :

1. Uji Chi Kuadrat

Dalam Uji Chi Kuadrat digunakan untuk menguji apakah distribusi pengamatan dapat disamai dengan baik oleh distribusi teoritis. Dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Soewarno, 1995) :

$$X^2_{hit} = \sum_{i=1}^k \frac{k}{EF} \frac{(EF-OF)^2}{EF} \dots\dots\dots (2.24)$$

Dengan :

$$k = 1 + 3.22 \log n,$$

OF = nilai yang diamati dan

EF = nilai yang diharapkan.

Agar distribusi frekuensi yang dipilih dapat diterima. Maka harga $X^2_{hit} < X^2_{cr}$. Harga X^2_{cr} dapat diperoleh dengan menentukan taraf

signifikan α dengan derajat kebebasan. Batas kritis X^2 tergantung pada derajat kebebasan dan α . Untuk kasus ini derajat kebebasan mempunyai nilai yang didapat dari perhitungan sebagai berikut (Soewarno, 1995):

$$DK = JK - (P + 1) \dots\dots\dots(2.25)$$

Dengan :

DK = Derajat Kebebasan

JK = Jumlah Kelas

P = Faktor Ketertarikan (untuk pengujian Chi Kuadrat mempunyai ketertarikan 2)

2. Uji Smirnov Kolmogorof

Tahap-tahap pengujian Smirnow Kolmogorof adalah sebagai berikut (Soewarno, 1995):

a. Plot data dengan peluang agihan empiris pada kertas probabilitas, dengan menggunakan persamaan weibull:

$$P = \frac{m}{(n+1)} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.26)$$

Dengan :

m = Nomor urut dari nomor kecil ke besar

n = Banyaknya data

b. Tarik garis dengan mengikuti persamaan:

$$\log Xr = \overline{\log X} + G.Sd \dots\dots\dots(2.27)$$

dari grafik plotting diperoleh perbedaan-perbedaan maksimum antara distribusi teoritis dan empiris:

$$\Delta \max = |Pe - Pt| \dots\dots\dots(2.28)$$

Dengan :

$\Delta \max$ = Selisih maksimum antara peluang empiris dengan teoritis

Pe = Peluang empiris

Pt = Peluang Teoritis

- c. Taraf Signifikan diambil 5% dari jumlah data (n), didapat ΔCr . Dari Tabel 2.8. uji Smirnov-Kolmogorof, bila $\Delta \max < \Delta Cr$, maka data dapat diterima.

2.2.3.6 Analisis intensitas hujan

Analisa intensitas hujan dengan mononobe dilakukan Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian maka intensitas hujan dapat dihitung dengan Persamaan Mononobe 2.29 :

$$I = \left(\frac{R_{24}}{24}\right) \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \dots\dots\dots (2.29)$$

Dengan :

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

R_{24} = curah hujan maksimum dalam 1 hari (mm)

t = lamanya curah hujan (jam)

2.2.3.7 Waktu konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir dari titik terjauh daerah tangkapan hujan ke saluran keluar (*outlet*) atau waktu yang dibutuhkan air awal curah hujan sampai serempak terkumpul mengalir ke saluran keluar (*outlet*). Salah satu metode untuk memperkirakan waktu konsentrasi adalah persamaan yang dikembangkan oleh kirpich (1940) yang dapat di hitung dengan persamaan 2.30 sebagai berikut :

$$Tc = \frac{0,0947L^{0,77}}{s^{0,3}} \dots\dots\dots (2.30)$$

Dengan:

Tc = waktu konsentrasi (menit)

L = panjang maksimum perjalanan air (m)

s = kemiringan daerah aliran sungai $S = \frac{\Delta H}{L}$

2.2.3.8 Hidrograf Satuan Sintetik

Teori klasik hidrograf satuan berasal dari hubungan antara hujan efektif dengan limpasan langsung. Hubungan tersebut merupakan salah satu komponen model *watershed* yang umum. Teori hidrograf satuan merupakan penerapan pertama teori sistem linier dalam hidrologi (Soemarto,1999).

Di daerah dimana data hidrologi tidak tersedia untuk menurunkan hidrograf satuan, maka dibuat Hidrograf Satuan Sintesis (HSS) yang didasarkan pada karakteristik fisik dari DAS. Berikut ini diberikan beberapa metode yang digunakan dalam menurunkan hidrograf banjir.

1. Hidrograf Satuan Sintetik Snyder

Dalam permulaan tahun 1938, F.F. Snyder dari Amerika Serikat telah mengembangkan rumus empiris dengan koefisien-koefisien empiris yang menghubungkan unsur-unsur hidrograf satuan dengan karakteristik daerah pengairan (Triatmodjo B,2008).

Unsur-unsur Hidrograf tersebut dihubungkan dengan:

A = Luas daerah pengairan (km^2)

L = Panjang aliran utama (km)

LC = Jarak antara titik berat daerah pengairan dengan pelepasan (outlet) yang diukur sepanjang aliran utama.

Dengan unsur-unsur tersebut Snyder membuat rumus-rumus sebagai berikut:

$$tp = Ct(L.Lc)^{0,3} \dots\dots\dots(2.31)$$

$$te = \frac{tp}{5,5} \dots\dots\dots(2.32)$$

$$Qp = 0,278 \frac{Cp.A}{tp} \dots\dots\dots(2.33)$$

$$Tb = 5,0 \left(tp + \frac{tr}{2} \right) \dots\dots\dots(2.34)$$

Dengan :

T_p = Waktu mulai titik berat hujan sampai debit puncak dalam jam

t_e = Lama curah hujan efektif

t_r = Lama standar curah hujan efektif

Q_p = Debit maksimum total

T_b = Waktu dasar Hidrograf

Koefisien-koefisien C_t dan C_p harus ditentukan secara empiris, karena besarnya berubah-ubah antara daerah yang satu dengan daerah yang lain. Biasanya $C_t = 1,1 - 2,2$ sedangkan $C_p = 0,1 - 0,8$.

Lamanya hujan efektif $t_e = tp/5,5$ dimana nilai t_r diasumsikan. Jika $t_e > t_r$ (asumsi), dilakukan koreksi terhadap tp .

$$tp' = tp + 0,25(te - tr) \dots\dots\dots (2.35)$$

Maka :

$$tp = tp' + \frac{tr}{2} \dots\dots\dots (2.36)$$

Jika $t_e < t_r$ (asumsi), maka:

$$Tp = tp + \frac{tr}{2} \dots\dots\dots (2.37)$$

Menentukan grafik hubungan antara Q_p dan t (UH) berdasarkan persamaan Alexseyev sebagai berikut:

$$Qt = Y \cdot Qp \dots\dots\dots (2.38)$$

Dengan :

$$Y = 10^{-a \frac{(1-x)^2}{x}} \dots\dots\dots (2.39)$$

$$X = \frac{t}{Tp} \dots\dots\dots (2.40)$$

$$a = 1.32\lambda^2 + 0.15\lambda + 0.045 \dots\dots\dots (2.41)$$

$$\lambda = \frac{Q_p \cdot T_p}{h \cdot A} \dots\dots\dots(2.42)$$

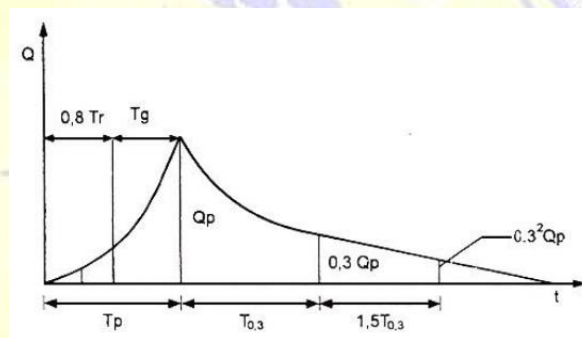
Dengan :

Q_t = Debit dengan periode hidrograf

Y = Perbandingan debit periode hidrograf dengan debit puncak

X = Perbandingan waktu periode hidrograf dengan waktu puncak mencapai puncak banjir

Setelah dan a dihitung, maka nilai y untuk masing-masing x dapat dihitung dengan membuat table, dari nilai-nilai tersebut diperoleh $t = x \cdot T_p$ dan $Q = y \cdot Q_p$, selanjutnya dibuat grafik hidrograf satuan (Triatmodjo B, 2008).



Gambar 2.4 Model Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Snyder

2. Hidrograf satuan sintetik nakayasu

Nakayasu telah melakukan penelitian hidrograf banjir pada beberapa sungai di Jepang (Hadisusanto, 2010). dalam penggunaan metode hidrograf satuan sintetik nakayasu, diperlukan beberapa parameter yang berhubungan dengan karakteristik daerah aliran sungai, antara lain yaitu :

- a. Luas daerah aliran sungai.
- b. Panjang sungai utama.
- c. Koefisien aliran.

Dalam penelitiannya nakayasu telah membuat rumus hidrograf satuan sintetik nakayasu dengan persamaan 2.43 sebagai berikut :

$$Q_p = \frac{CAR_o}{3,60(0,30T_p + T_{0,30})} \dots\dots\dots(2.43)$$

Dengan :

Q_p = debit puncak banjir (m³/detik).

R_o = hujan satuan (mm).

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

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

Nilai tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir T_p , dihitung dengan persamaan 2.44 sebagai berikut :

$$T_p = t_g + 0,80t_r \dots\dots\dots(2.44)$$

Dengan :

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

T_g = waktu konsentrasi (jam).

Untuk $L < 15$ km nilai $t_g = 0,21 L^{0,70}$

Untuk $L > 15$ km nilai $t_g = 0,40 + 0,058 L$

t_r = waktu efektif hujan (jam)

$t_r = 0,50 t_g$ sampai t_g (jam)

Waktu yang diperlukan penurunan debit $T_{0,30}$ dihitung dengan persamaan 4.1 sebagai berikut :

$$T_{0,30} = \alpha \times t_g \dots\dots\dots(2.45)$$

Nilai α adalah faktor koefisien yg ditetapkan berdasarkan bentuk Hidrograf banjir yang terjadi pada area aliran sungai.

- a) Untuk daerah aliran = 2,0.
- b) Untuk bagian naik Hidrograf yang lambat dan bagian menurun yang cepat $\alpha = 1,5$.
- c) Untuk bagian naik Hidrograf yang cepat dan bagian menurun yang lambat $\alpha = 3,0$.

Bagian grafik lengkung naik (*rising limb*) Hidrograf Satuan dapat dihitung menggunakan persamaan 2.46 dan persamaan 2.47 :

$$0 \leq t \leq t_p \dots\dots\dots(2.46)$$

$$Q_t \leq Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,40} \dots\dots\dots(2.47)$$

Dengan :

Q_t = debit limpasan sebelum sampai puncak banjir(jam).

t = waktu (jam).

Bagian lengkung turun (*decreasing limb*) hidrograf satuan dapat dihitung dengan persamaan 2.48 sampai dengan persamaan 2.53.

$$T_p \leq t \leq T_p + T_{0,30} \dots\dots\dots(2.48)$$

$$Q_t = Q_p \cdot 0,30 \left(\frac{t-T_p}{T_{0,30}} \right) \dots\dots\dots(2.49)$$

$$T_p + T_{0,5} \leq t \leq T_p + T_{0,30} + 1,5 T_{0,30} \dots\dots\dots(2.50)$$

$$Q_t = Q_p \cdot 0,30 \left(\frac{t-T_p+0,50T_{0,30}}{1,5T_{0,30}} \right) \dots\dots\dots(2.51)$$

$$t \geq T_p + T_{0,30} + 1,5 T_{0,30} \dots\dots\dots(2.52)$$

$$Q_t = Q_p \cdot 0,30 \left(\frac{t-T_p+0,50T_{0,30}}{2T_{0,30}} \right) \dots\dots\dots(2.53)$$

Dengan :

Q_t = debit limpasan sebelum sampai puncak banjir(jam).

t = waktu (jam).

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

Q_p = debit puncak banjir ($m^3/detik$).

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

2.2.4 Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika bertujuan untuk mengetahui kemampuan memenuhi debit rencana Seksi. Dijelaskan, salah satu penyebab terjadinya banjir adalah karena Seksi tidak mampu menampung debit banjir yang terjadi.

Analisis hidrolika ini mencakup analisis penampang sungai eksisting dan desain penampang desain. Menganalisis bagian yang ada dengan program HEC-RAS menggunakan debit sebagai masukan/input.

2.2.4.1 Program HEC-RAS

Program HEC-RAS adalah kumpulan program ASCE (*American Society of Civil Engineers*). Paket perangkat lunak ini menggunakan langkah-langkah standar sebagai dasar perhitungannya. Secara umum, HEC-RAS dapat digunakan untuk menghitung aliran tunak, aliran berubah lambat dengan penampang saluran prismatic atau non-prismatic, untuk aliran kritis dan superkritis, dan untuk aliran non-prismatic. Paket ini sudah termasuk perhitungan profil muka air di sepanjang ruas sungai. Data masukan untuk program ini adalah data penampang sungai, profil memanjang sungai, parameter hidrolika sungai (kekasaran tanah dan tebing sungai), parameter konstruksi sungai, debit (desain aliran) dan tinggi muka air di muara.

Untuk menganalisis kapasitas awal sungai, digunakan program yang disebut HEC-RAS (*Center for Hydrological Engineering-River Analysis Systems*). Perangkat lunak ini dapat digunakan untuk melakukan perhitungan aliran tunak dan aliran tidak stabil. Sungai Dodu merupakan sungai alami dengan penampang yang tidak beraturan (tidak beraturan dan berkelok-kelok) sehingga merupakan sungai yang alirannya konstan. Untuk mempercepat proses perhitungan digunakan program HEC-RAS. Sedangkan untuk sungai atau saluran buatan dengan penampang seragam, aliran yang terjadi berupa aliran seragam dan dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan kontinuitas dan rumus Manning. Komponen utama yang tercakup dalam analisis HEC-RAS ini adalah:

1. Perhitungan profil muka air aliran tetap (*steady flow water surface profile computations*).
2. Simulasi aliran tak tetap (*unsteady flow simulation*) dan perhitungan profil muka air.

Komponen-komponen tersebut menghitung profil ketinggian air melalui proses iteratif dari data masukan yang telah diolah sesuai dengan kriteria dan standar yang disyaratkan oleh paket perangkat lunak ini. Sedangkan keluaran dari program ini dapat berupa grafik atau tabel. Diantaranya adalah grafik pola aliran, penampang, penampang, kurva evaluasi, hidrodinamika (*hidraulik level dan debit*), serta variabel hidraulik lainnya. Selain itu, juga dapat menampilkan kombinasi bagian-bagian yang membentuk saluran sungai tiga dimensi lengkap dengan alirannya.

2.2.4.2 Analisis penampang eksisting sungai

Analisis penampang eksisting sungai menggunakan program HEC-RAS. Komponen dari sistem model ini adalah menghitung penampang muka air untuk aliran tunak yang berubah secara bertahap. Sistem ini mampu mengelola jaringan saluran lengkap, sistem dendritik atau satu utas. Komponen ini dapat menunjukkan penampang kritis, superkritis dan campuran dari kedua jenis konfigurasi permukaan air.

Dasar perhitungan yang digunakan adalah persamaan energi satu dimensi. Kehilangan energi disebabkan oleh gesekan (persamaan Manning) dan kontraksi/ekspansi (koefisien perubahan kecepatan). Persamaan momentum digunakan dalam situasi ketika ketinggian air berubah dengan cepat. Skenario ini meliputi perhitungan pola aliran campuran, yaitu loncatan hidrolis, dan penilaian penampang pada pertemuan sungai (*river drift*).

Pengaruh berbagai penghalang seperti jembatan, parit, bendungan dan bangunan pada dataran banjir tidak diperhitungkan dalam perhitungan ini. Sistem rasio tetap dirancang untuk mengevaluasi perubahan profil air

terhadap perubahan geometri penampang dan tanggul. Fitur khusus dari komponen arus tetap meliputi: analisis multi-bidang; beberapa perhitungan profil. HEC-RAS dapat melakukan perhitungan satu arah profil air permukaan untuk aliran yang bervariasi secara bertahap di saluran alami atau buatan. Hal ini juga memungkinkan untuk menghitung berbagai jenis profil air permukaan seperti aliran subkritis, superkritis dan campuran. Topik yang dibahas dalam bagian ini mencakup persamaan untuk perhitungan profil dasar; pembagian penampang untuk menghitung arus lalu lintas; Jumlah total awak kapal (n) untuk saluran utama; mempertimbangkan faktor kecepatan (α); penilaian kerugian akibat gesekan; penilaian kerugian akibat kontraksi dan ekspansi; proses perhitungan; menentukan kedalaman kritis; aplikasi yang berkaitan dengan persamaan momentum; dan garis model terbatas tetap. Profil permukaan air dihitung dari penampang ke penampang dengan menyelesaikan persamaan energi menggunakan proses interaktif yang disebut metode langkah standar.

1. Persamaan energy.

HEC-RAS menghitung profil ketinggian air di sepanjang garis urutan dari satu garis lintang ke garis lintang lainnya. Prosedur perhitungan didasarkan pada penyelesaian persamaan arus DC melalui saluran terbuka. Arus searah dicirikan oleh besarnya kecepatan yang sama di seluruh penampang atau kecepatan rata-rata yang digunakan. Profil ketinggian air dihitung dari penampang dengan persamaan energi melalui proses berulang yang dikenal sebagai metode langkah standar. dapat dihitung dengan menggunakan persamaan energi 2.54 (Chow, 1997)

$$y_2 + z_2 + \frac{a_2 v_2^2}{2g} = y_1 + z_1 + \frac{a_1 v_1^2}{2g} + h_e \dots\dots\dots(2.54)$$

Dengan :

y_2, y_1 = elevasi air di penampang melintang (m).

z_2, z_1 = elevasi penampang utama (m).

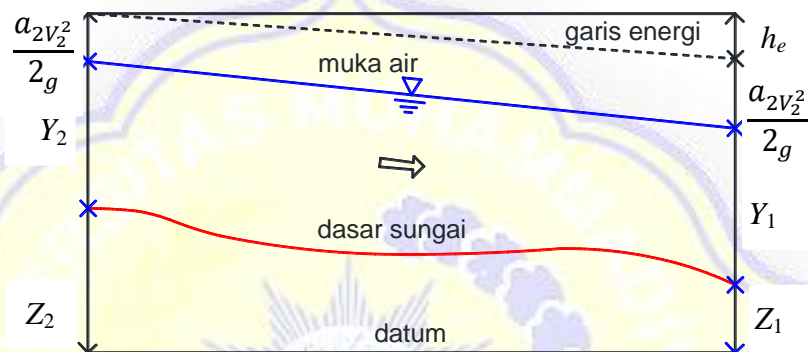
v_2, v_1 = kecepatan rata-rata(total pelepasan / total area aliran)(m/s).

a_2, a_1 = besar koefisien kecepatan.

g = percepatan gravitasi (m/s^2).

h_e = tinggi energy (m).

Gambar 2.3 Diagram aliran berubah beraturan mengilustrasikan profil aliran yang menunjukkan komponen aliran sesuai dengan suku-suku pada persamaan energi. Dari diagram aliran pada **Gambar 2.5**, tampak bahwa kedalaman aliran diukur ke arah vertical. (*Chow, 1997*).



Gambar 2.5 Aliran Berubah Beraturan

(Sumber: *Chow, 1997*)

2. Kehilangan tinggi energy.

Kehilangan (tinggi) energi (h_e) di antara dua tampang lintang terdiri dari dua komponen, yaitu kehilangan energi karena gesekan (*friction losses*) dan kehilangan energi karena perubahan tampang (*contraction or expansion losses*). kehilangan energi antara tampang 2 dan 1 dinyatakan dengan persamaan 2.55 dan persamaan 2.56 sebagai berikut berikut :

$$h_e = LS_f + C \left[\frac{a_2 V_2^2}{2g} - \frac{a_1 V_1^2}{2g} \right] \dots\dots\dots (2.55)$$

$$L = \frac{L_{lob} Q_{lob} + L_{ch} Q_{ch} + L_{rob} Q_{rob}}{L_{lob} + Q_{ch} + Q_{rob}} \dots\dots\dots (2.56)$$

Dengan :

L = Panjangnya antar dua penampang melintang.

S_f = Kemiringan energi antar dua penampang melintang.

C = Koefisien kontraksi atau ekspansi.

L_{ob}, L_{ch}, L_{rob} = panjang jangkauan antar dua potongan melintang yang berturut-turut untuk arus di dalam tepi kiri, saluran utama, dan tepi kanan.

Q_{ob}, Q_{ch}, Q_{rob} = perhitungan rata-rata debit yang berturut-turut untuk arus antara bagian tepi kiri, saluran utama, dan tepi kanan. Dapat dihitung dengan persamaan.

3. Kapasitas angkut tampang.

Kapasitas angkut dan kecepatan rata-rata di suatu tampang dihitung dengan membagi tampang menjadi beberapa bagian; di setiap bagian, kecepatan terbagi merata. Bagian-bagian tersebut dikelompokkan menjadi tiga alur yaitu alur bantaran kiri (*left overbank*), alur utama (*main channel*), dan alur bantaran kanan (*right overbank*). Besarnya debit dihitung perbagian penampang sungai dengan mengacu pada persamaan 2.57 dan persamaan 2.58 sebagai berikut :

$$Q = KS_f^{1/2} \dots\dots\dots (2.57)$$

$$k = \frac{1,486}{n} AR^{1/2} \dots\dots\dots (2.58)$$

Dengan :

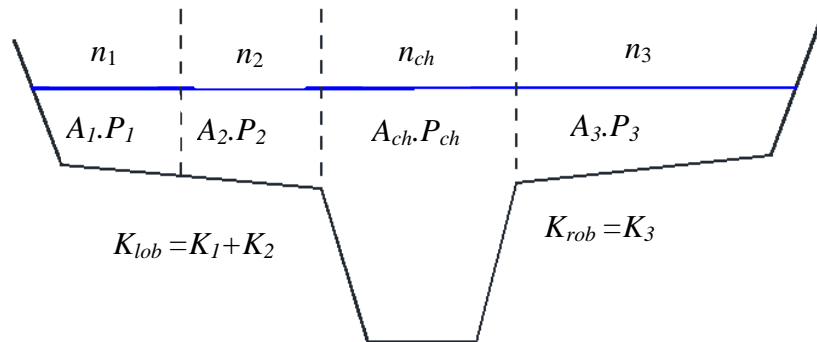
K = kapasitas angkut tiap bagian tampang.

n = koefisien kekasaran *manning* bagian tampang.

A = luas tampang basa tiap bagian tampang.

R = radius hidrolis tiap bagian tampang.

Kapasitas angkut total suatu tampang adalah jumlah kapasitas angkut bagian tampang seperti yang diperlihatkan Gambar 2.6. (*Chow, 1997*).



Gambar 2.6 Pembagian tampang sungai
(Sumber : Chow, 1997)

2.2.4.3 Langkah-langkah menggunakan HEC-RAS

HEC-RAS adalah sistem perangkat lunak terintegrasi, yang dirancang untuk penggunaan interaktif dalam berbagai kondisi misi. Sistem ini mencakup antarmuka pengguna grafis, komponen analisis hidraulik terpisah, kemampuan untuk menyimpan dan mengelola data, laporan, dan fungsi grafis. Sistem HEC-RAS akhir akan berisi empat komponen analisis hidraulik satu arah untuk:

1. Perhitungan penampang melintang muka air aliran tidak stabil.
2. Simulasi aliran seragam.

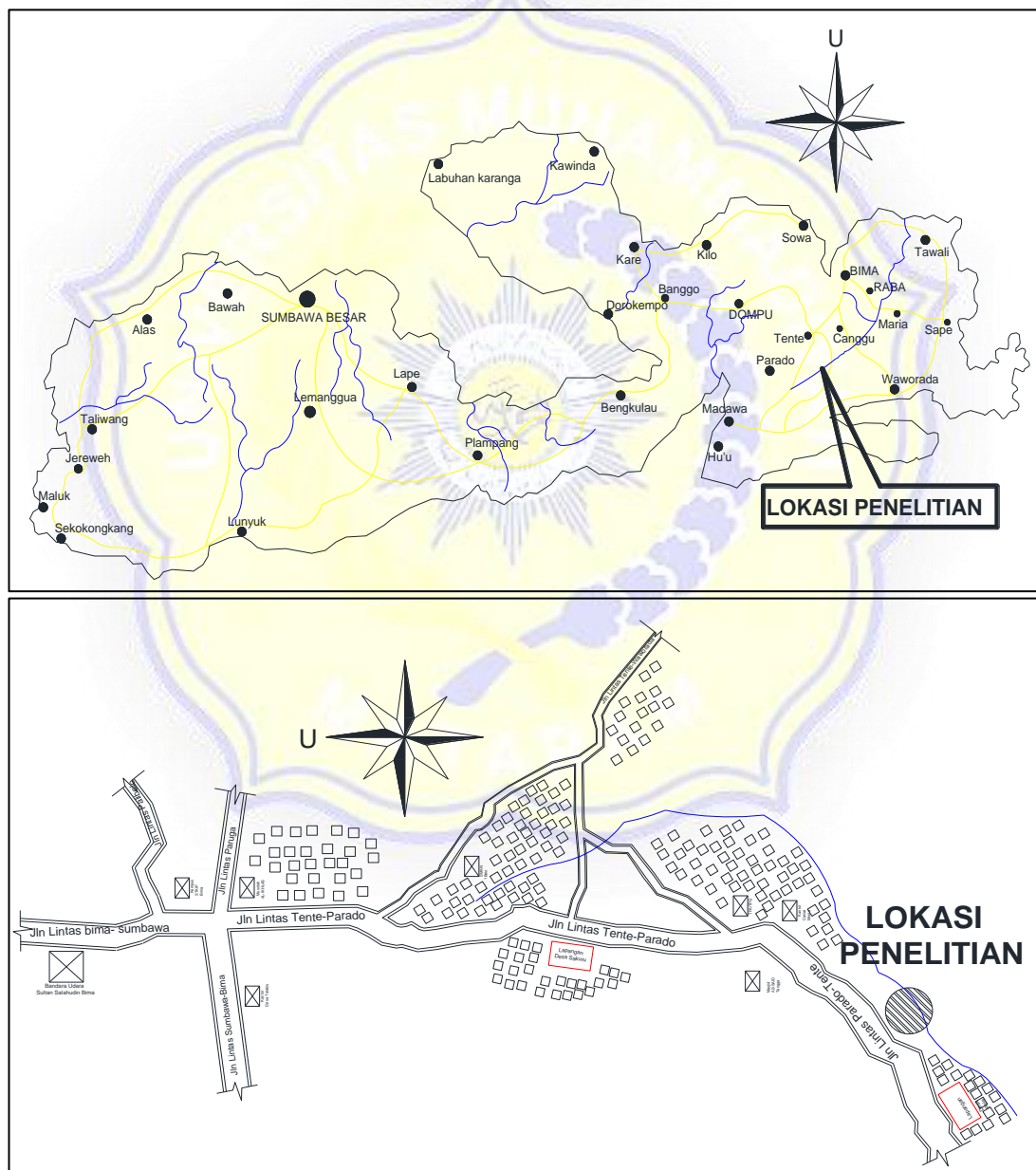
Kedua komponen tersebut akan menggunakan representasi data geometrik serta perhitungan hidrolis dan geometrik seperti biasa.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian.

Lokasi penelitian yang dimaksud adalah pada Sungai Parado, yang mana lokasinya berada pada sebelah Selatan Kabupaten Bima tepatnya di Desa Pela, Kec. Monta, Kabupaten Bima, Nusa Tenggara Barat. Untuk peta lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut :



Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian

3.2 Tahap Persiapan

Tahap persiapan yang dimaksud adalah pengumpulan literatur dan referensi yang menjadi landasan teori, serta sebagai langkah pelaksanaan. Tahap persiapan ini akan memberikan gambaran tentang langkah-langkah yang diambil selanjutnya untuk kemudian dijadikan sebagai tahapan penelitian.

3.3 Pengumpulan Data

3.3.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh dengan cara mengadakan peninjauan atau survei langsung di lapangan. Data yang berhubungan dengan data primer meliputi Hasil survey lokasi berupa foto dokumentasi yang berguna untuk mengetahui kondisi saluran eksisiting sungai Parado.

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapatkan berupa informasi tertulis atau bentuk dokumen lainnya dari instansi terkait. Adapun data sekunder sebagai berikut :

1. Data curah hujan.

Untuk mengetahui debit rencana. Adapun data yang diperlukan ada 2 (Dua) stasiun curah hujan yaitu Sta. Paradowane, dan Sta. Kumbe yang diperoleh dari kantor BWS NT.1 Propinsi Nusa Tenggara Barat.

2. Data geometri sungai Parado.

Data geometri sungai digunakan untuk perhitungan hidraulika sungai dengan memodelkan dalam program HEC-RAS. Data ini dikelola oleh Balai Wilayah Sungai (BWS), Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB). Data Geometri sungai yang dibutuhkan berupa:

- a. Peta situasi alur Daerah Aliran Sungai (DAS) Parado Peta yang menggambarkan alur daerah sungai Parado dimulai dari hulu hingga hilirnya.
- b. Data penampang memanjang dan melintang sungai yaitu gambar detail potongan memanjang dan melintang (*cross section*) beserta

posisi stasioningnya. Data tersebut nantinya digunakan dalam pemodelan penampang sungai pada program HEC-RAS.

3.4 Analisis Data

3.4.1 Analisah Hidrologi

1. Analisis kepanggahan.

Analisis kepanggahan dilakukan untuk mengetahui kepanggahan data hujan dari beberapa stasiun hujan yang ditinjau dari daerah penelitian, sehingga data hujan yang tidak pangkah dapat dikoreksi terlebih dahulu.

2. Analisis curah hujan rerata daerah.

Menganalisis curah hujan rerata daerah menggunakan metode Polygon Thiessen dengan menggunakan 2 stasiun hujan yang berpengaruh yaitu Sta. Paradowane, dan Sta. Kumbe.

3. Analisis frekuensi.

Analisis frekuensi menghitung curah hujan rencana dengan data curah hujan harian rata-rata maksimum tahunan dengan menggunakan metode Normal, Log Normal, Gumbel, dan metode Log Person Type III.

4. Uji distribusi frekuensi curah hujan.

Untuk mengetahui data yang digunakan dalam penelitian sudah benar sesuai dengan jenis sebaran teoritis, maka dilakukan uji keakuratan terhadap data tersebut menggunakan metode statistik chi kuadrat dan Smirnov Kolmogorof.

5. Analisis intensitas hujan.

Analisis ini dilakukan untuk mencari distribusi hujan jam-jaman.

6. Banjir rancangan dengan HSS Nakayasu.

Metode yang digunakan untuk mendapatkan debit rancangan adalah menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu. Berdasarkan hasil analisa data debit yang di gunakan dengan kala ulang Q25 Tahun. Selanjutnya kemudian data debit tersebut *diinput* kedalam program HEC-RAS 5.0.7.

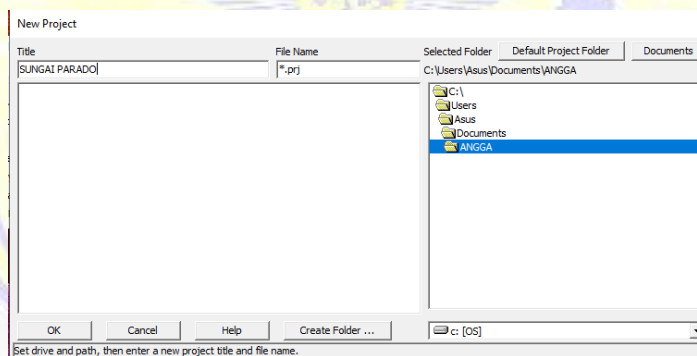
3.4.2 Analisis Hidrolika

Untuk melakukan analisis Daerah Aliran Sungai (DAS) sungai Parado, penulis menggunakan program HEC-RAS. Program ini digunakan untuk melakukan analisis hidraulika. Dalam program HEC-RAS dapat dimodelkan penampang sungai serta, kenaikan muka air yang terjadi dan debit yang dihasilkan.

Dalam mengoperasikan program HEC-RAS ada beberapa langkah yang harus dilakukan. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam mengoperasikan program HEC-RAS sebagai berikut :

1. Memulai proyek baru.

Langkah pertama dalam mengembangkan model hidrolika dengan HEC-RAS adalah menetapkan direktori yang diinginkan untuk memasukkan judul dan menyimpan pekerjaan atau proyek baru. Untuk mengawali proyek baru, buka file menu pada jendela utama HEC-RAS dan pilih *New Project*, Akan muncul tampilan *New Project* seperti pada gambar 3.2 berikut :

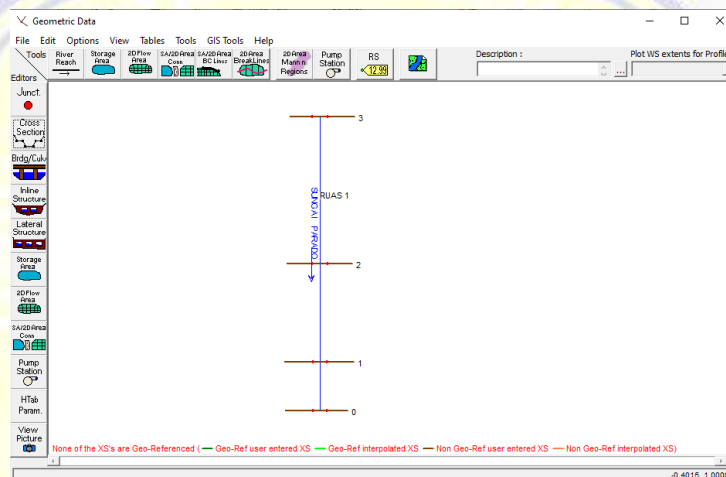


Gambar 3.2 Tampilan *New Project*

Masukan judul proyek dan nama file. Nama file harus dengan ekstensi “.prj”. Kemudian tekan “OK”. Setelah tombol “OK” ditekan, muncul *message box* yang menampilkan judul dan *directory* tempat pekerjaan disimpan. Jika informasi dalam *message box* benar, tekan “OK”. Jika sebaliknya tekan “cancel” untuk kembali ke tampilan *New Project*.

2. Memasukkan data geometri

Sebelum memasukkan data geometri dan garis, perlu ditentukan sistem satuan mana (bahasa Inggris atau metrik) yang akan digunakan. Langkah ini dilakukan dengan memilih Sistem Unit dari menu Opsi di jendela utama HEC-RAS. Langkah selanjutnya adalah memasukkan data geometrik yang diperlukan, antara lain diagram sistem sungai, data penampang, dan data hidraulik bangunan. Data geometri diimpor dengan memilih Data Geometri dari menu Edit di jendela utama. Ketika opsi ini dipilih, jendela data geometri akan muncul seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3. (saat Anda membuka tugas baru, layar menjadi kosong).



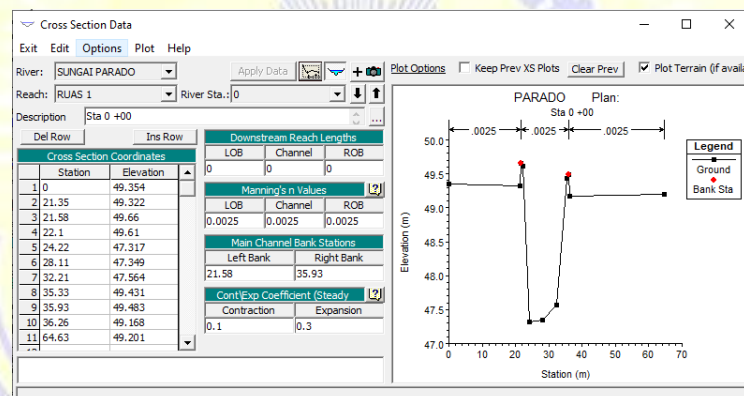
Gambar 3.3 Jendela Geometric Data

3. Menggambar Skema Alur Sungai.

Langkah pertama dalam memasukkan data geometri adalah menggambar skema sistem sungai. Ini dilakukan garis demi garis, dengan menekan tombol *River Reach* dan kemudian menggambar alur dari hulu ke hilir (dalam arah positif). Setelah alur digambar, masukkan nama sungai dan ruas (*reach*). Jika terdapat pertemuan antara ruas sungai, masukan pula nama titik pertemuan (*junction*) tersebut.

4. Memasukkan Data.

Cross Section Setelah skema sistem sungai tergambar, selanjutnya memasukkan data *cross-section* dan data bangunan hidrolika. Tekan tombol *Cross Section* akan memunculkan editor *cross section*. Editor ini seperti ditampilkan pada gambar 2.7. Seperti pada tampilan, setiap *cross-section* memiliki nama sungai (*River*), ruas (*Reach*), *River Station*, dan *Description*, yang berfungsi untuk menggambarkan letak *cross section* tersebut pada sistem sungai. “*River Station*” tidak secara aktual menunjukkan letak *cross-section* pada sistem sungai (miles atau kilometer keberapa), tetapi hanya berupa angka (1,2,3,..dst.). *Cross section* diurutkan dari nomor *river station* terbesar ke nomor *River Station* terkecil. Pada sistem sungai, bagian dengan jumlah stasiun sungai terbesar akan ditempatkan di hulu sungai. Contoh tampilan gambar dapat dilihat pada Gambar 3.5 dibawah ini :



Gambar 3.5 Jendela editor data *Cross Section*

Data input yang diperlukan untuk setiap bagian ditampilkan di Editor Data Bagian, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.5. Langkah-langkah memasukkan data *cross-sectional* adalah sebagai berikut:

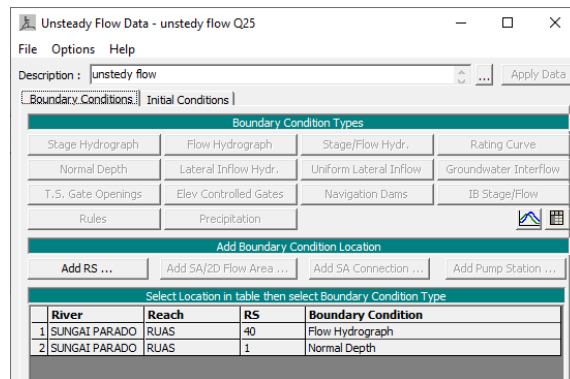
- 1) Pilih sungai dan segmen sungai di mana entri data bagian akan diimpor, dengan menekan panah di kotak Sungai dan Jarak.
- 2) Dari menu Opsi, pilih Tambah Bagian Baru. Muncul kotak input, masukkan jumlah stasiun sungai untuk bagian baru dan kemudian klik OK.

- 3) Masukkan semua data yang diperlukan. Data yang dibutuhkan adalah data yang terdapat pada layar editor bagian.
- 4) Masukkan informasi tambahan yang diperlukan (misalnya bendungan, hambatan aliran, dll.), melalui menu Opsi.
- 5) Tekan tombol Terapkan Data. Setelah semua data geometri telah diimport, simpan melalui Save Geometry Data As pada menu File yang terletak di antarmuka utama Geometry Data Editor.

Data-data yang dibutuhkan adalah:

- 1) Beri nama sungai (River) dan segmen sungai (Reach), dengan panah di darat di dalam kotak, pilih sungai (River) dan segmen sungai (Reach) yang ingin Anda sertakan dalam data bagian.
- 2) Mendeskripsikan dan mengisi informasi tambahan tentang posisi penampang dalam sistem sungai.
- 3) Koordinat XY bagian. Tabel ini digunakan untuk memasukkan informasi throttle dan ketinggian dari penampang. Bagian stasiun (santai) dimasuki dari kiri ke kanan, melihat ke hilir.
- 4) Jarak dari penampang ke bagian bawah (panjang bentang hilir). Jarak ini dibagi menjadi jarak dari tepi kiri (LOB), saluran utama (Channel) dan tepi kanan (ROB).
 1. Koefisien kekasaran Manning (nilai n dari Manning), termasuk koefisien untuk tepi kiri, saluran utama dan tepi kanan.
 2. Stasiun bank kanal utama, yang merupakan titik terluar dari kanal utama.
 3. Koefisien kontraksi dan ekspansi
5. Memasukkan data aliran *Unsteady flow*.

Setelah semua data geometri telah diimport, langkah selanjutnya adalah mengimport data aliran tidak stabil yang diperlukan. Pilih Data Aliran Tidak Stabil dari menu Edit di antarmuka HEC-RAS utama. Editor data aliran tidak stabil akan muncul seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.6 di bawah ini:



Gambar 3.6 Jendela editor data aliran *Unsteady Flow Data* aliran.

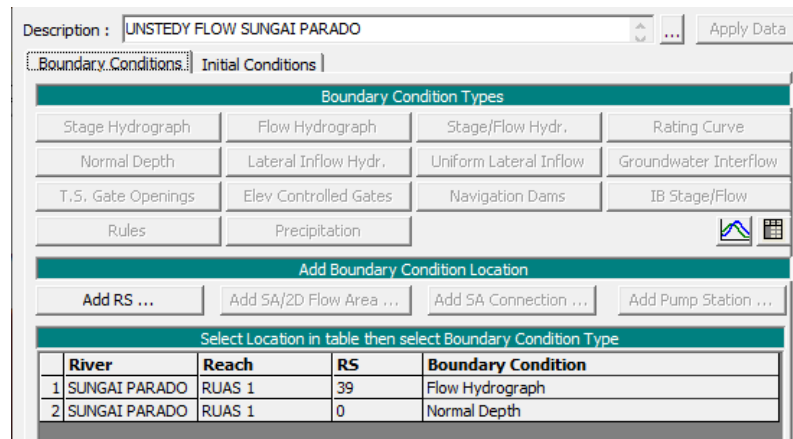
Untuk data-data yang diperlukan

- 1) Jumlah profil yang akan dihitung;
- 2) Data aliran maksimum; dan
- 3) Data yang diperlukan untuk kondisi batas.

Langkah pertama adalah memasukkan jumlah profil yang akan dihitung, lalu data streaming. Aliran data dimasukkan langsung ke dalam tabel. Aliran data diimpor dari hulu ke hilir. Setelah data aliran dimasukkan, ukuran aliran dianggap konstan hingga mencapai lokasi dengan nilai aliran yang berbeda. Untuk menambahkan lokasi perubahan aliran ke bagan, pilih sungai dan segmen sungai tempat Anda ingin perubahan aliran besar terjadi. Kemudian pilih stasiun yang diinginkan dan tekan Tambahkan posisi perubahan bitrate, posisi perubahan bitrate akan ditambahkan ke tabel. Setiap profil akan secara otomatis diberi nama dengan nomor profil (PF1, PF2, dll.). Nama profil ini dapat dimodifikasi melalui menu Opsi, Ubah Nama Profil. Nama catatan ini sering diganti dengan periode siklus kembalinya banjir/aliran di bawahnya, misalnya 10 tahun, 50 tahun, dst.

- 1) Kondisi batas.

Setelah semua data aliran dimasukan kedalam tabel, langkah selanjutnya adalah kondisi batas yang mungkin dibutuhkan. Untuk memasukkan data kondisi batas, tekantombol *Boundary Conditions*. Untuk gambar tampilannya dapat dilihatpada gambar 3. 7 berikut:



Gambar 3.7 Jendela editor kondisi batas

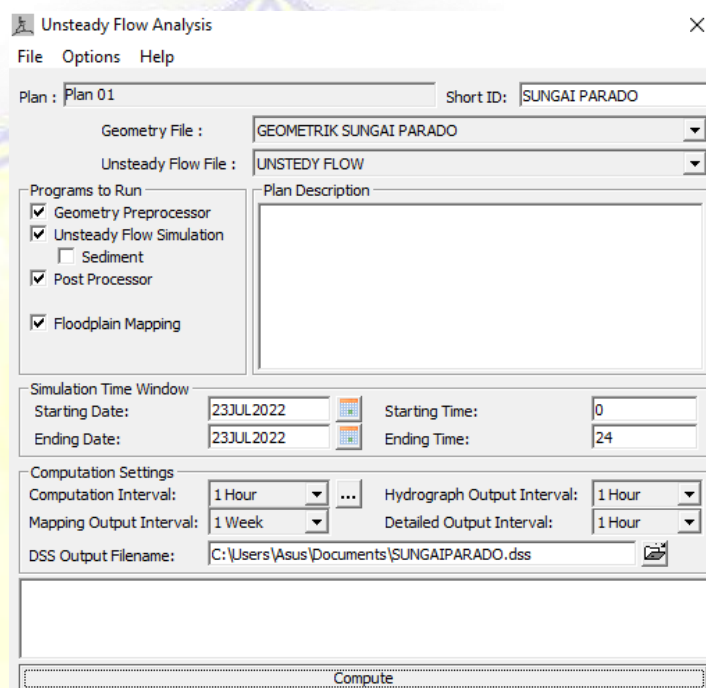
Kondisi batas diperlukan untuk menentukan permukaan air mula-mula di ujung-ujung sistem sungai (hulu dan hilir). Muka air awal dibutuhkan oleh program untuk memulai perhitungan. Pada resim aliran subkritik, kondisi batas hanya diperlukan di ujung sistem sungai bagian hilir. Jika resim aliran superkritik yang hendak dihitung, kondisi batas hanya diperlukan pada ujung hulu dari sistem sungai. Jika perhitungan resim aliran campuran yang akan dibuat, kondisi batas harus dimasukkan pada kedua ujung sistem sungai. Editor kondisi batas berisi daftar tabel untuk setiap ruas. Tiap ruas memiliki kondisi batas hulu dan hilir. Kondisi batas internal secara otomatis terdaftar pada tabel, didasarkan pada bagaimana sistem sungai ditetapkan pada editor data geometri. Pengguna hanya diminta untuk memasukkan kondisi batas eksternal yang diperlukan. Untuk memasukkan kondisi batas, gunakan pointer mouse untuk memilih lokasi pada tabel yang diinginkan. Kemudian pilih kondisi batas dari empat tipe yang tersedia.

1. Menyimpan data.

Langkah terakhir dalam mengembangkan data *unsteady flow* adalah menyimpan informasi yang sudah dibuat. Untuk menyimpan data, pilih Safe Flow Data As dari menu File pada editor data *unsteady flow*.

2. Melakukan perhitungan (*running data*).

Setelah semua data geometri dan aliran telah diimpor, Pengguna dapat mulai menghitung penampang ketinggian air. Untuk menjalankan simulasi, pilih Analisis Aliran tidak Stabil (*unsteady flow*) dari menu Jalankan di antarmuka HEC-RAS utama. Layar analisis aliran tidak stabil (*unsteady flow*) akan muncul seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.8 di bawah ini.



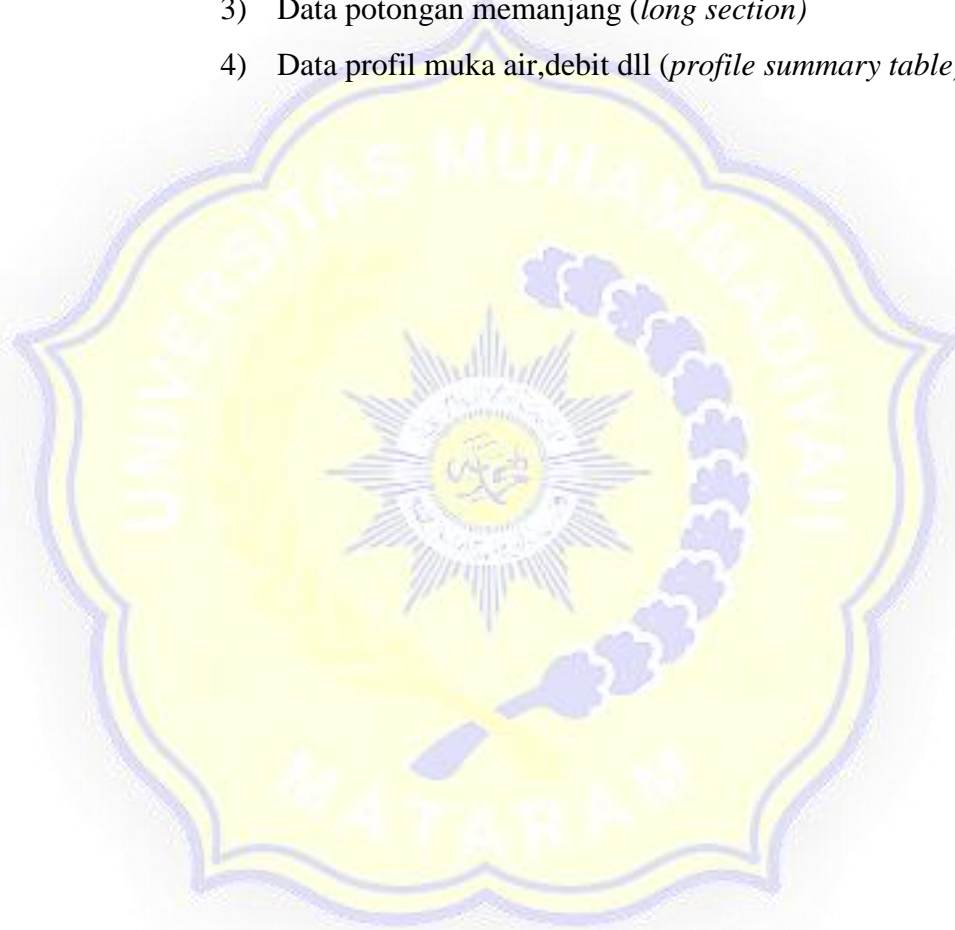
Gambar 3.8 Tampilan *unsteady flow analysis*

Sebelum melakukan perhitungan, tentukan terlebih dahulu geometri dan aliran data (rencana) yang akan dihitung. Kemudian pilih mode aliran yang diinginkan. Perhitungan dilakukan dengan menekan tombol hitung di jendela Analisis Aliran tidak Stabil (*unsteady flow*). Ketika tombol ini ditekan, HEC-RAS memampatkan semua data dari paket yang dipilih dan menuliskannya ke executable.

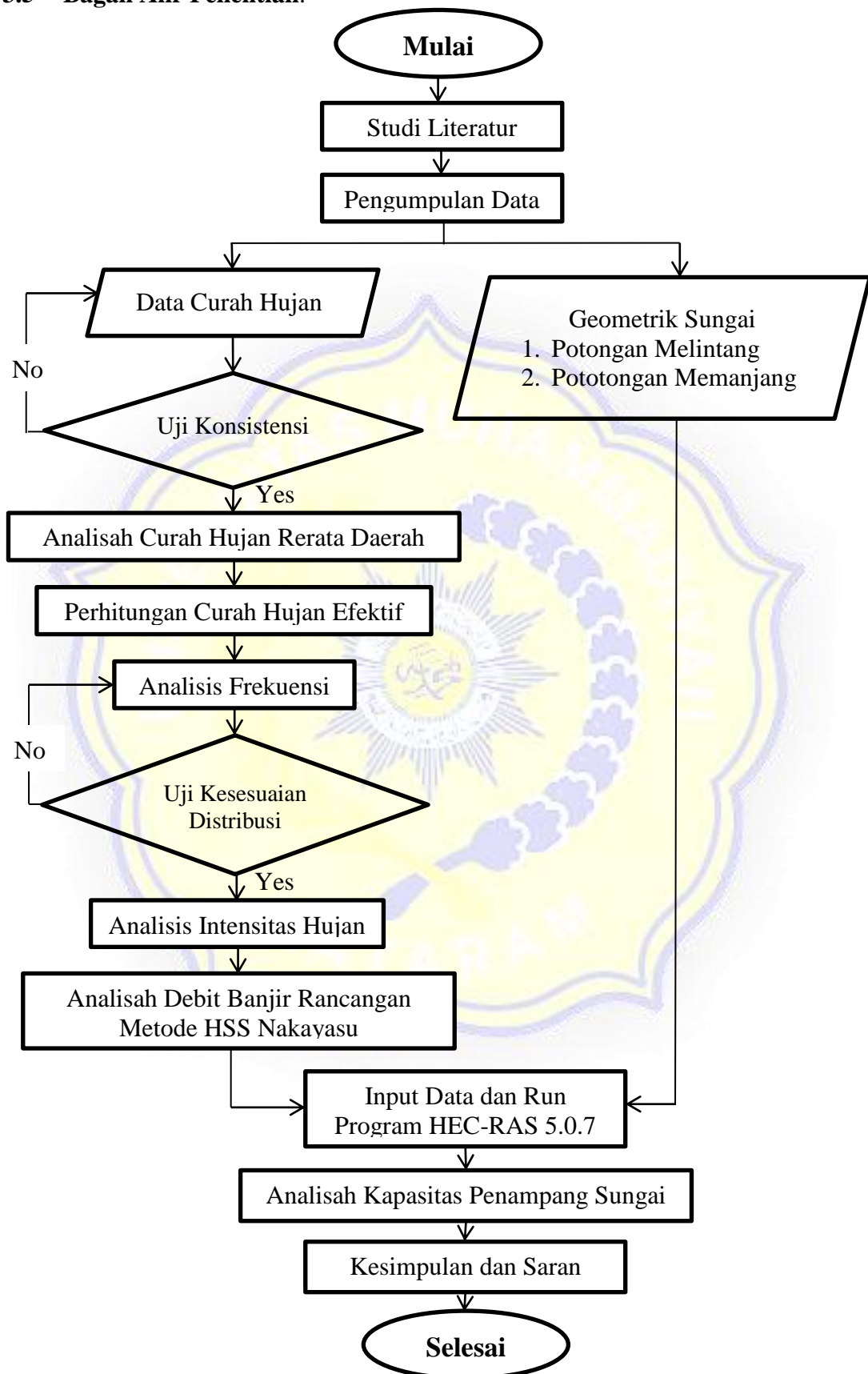
3. *Output* hasil data.

Setelah melakukan *run* data maka, selanjutnya program HEC-RAS mendapatkan beberapa data *output*. Namun yang akan ditampilkan disini adalah data yang sangat prinsip. Adapun data tersebut adalah :

- 1) Data potongan melintang (*cross section*)
- 2) Data ketinggian muka air (*water surface profiles*)
- 3) Data potongan memanjang (*long section*)
- 4) Data profil muka air, debit dll (*profile summary table*)



3.5 Bagan Alir Penelitian.



Gambar 3.9 Bagan Alir Penelitian