

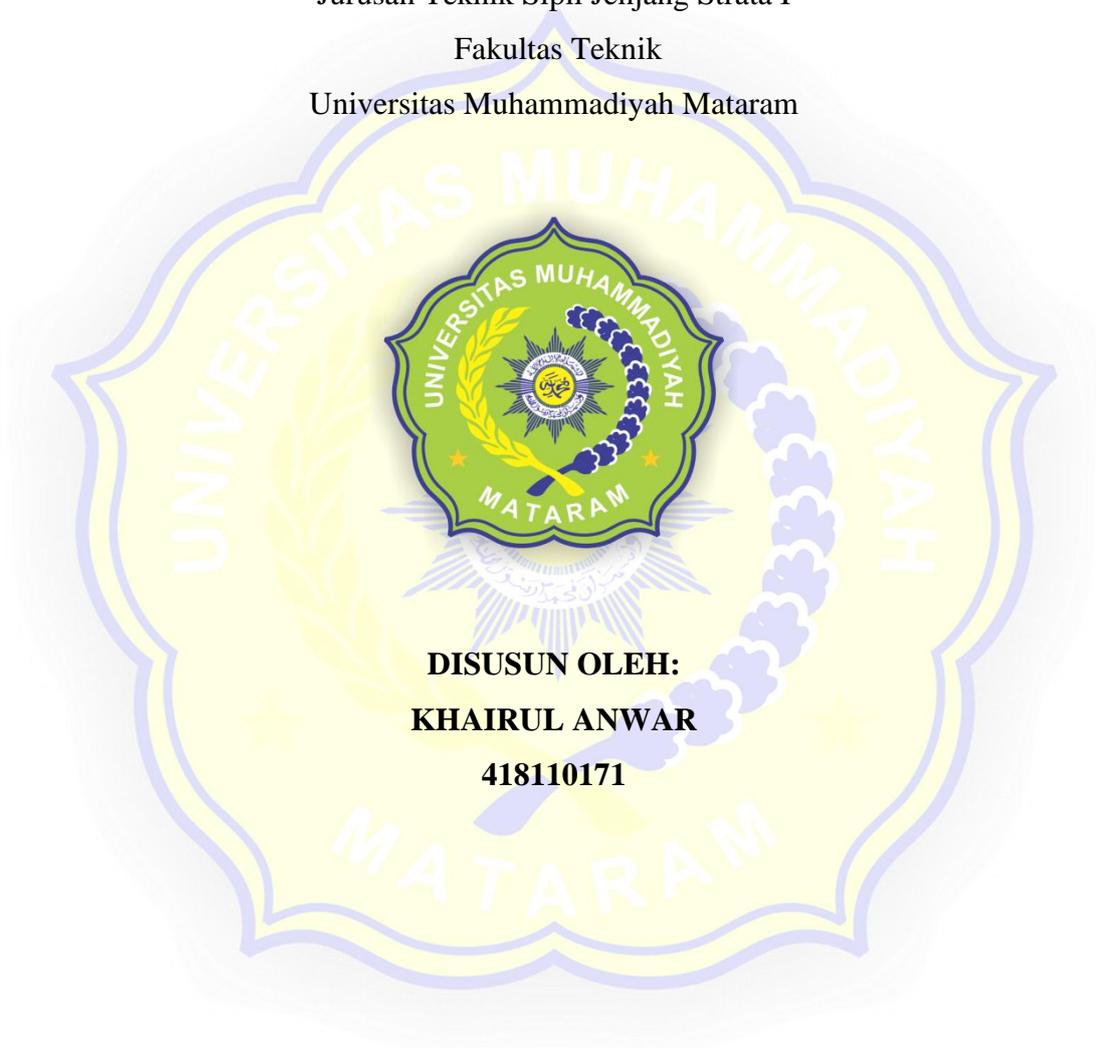
**SKRIPSI**  
**ANALISA KAPASITAS SUNGAI LENENG UNTUK**  
**PENANGGULANGAN BANJIR KECAMATAN PRAYA KABUPATEN**  
**LOMBOK TENGAH**

Diajukan Sebagai Syarat untuk Menyelesaikan Studi

Jurusan Teknik Sipil Jenjang Strata I

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Mataram



**DISUSUN OLEH:**

**KHAIRUL ANWAR**

**418110171**

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

**2022**

**HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING**  
**SKRIPSI**  
**ANALISA KAPASITAS SUNGAI LENENG UNTUK**  
**PENANGGULANGAN BANJIR KECAMATAN PRAYA KABUPATEN**  
**LOMBOK TENGAH**

Disusun Oleh:

**KHAIRUL ANWAR**  
**418110171**

**Mataram, 2 Agustus 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*

*Parizah Hirsan, ST.,MT*  
*NIDN. 0804118001*

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

**HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI  
SKRIPSI  
ANALISA KAPASITAS SUNGAI LENENG UNTUK  
PENANGGULANGAN BANJIR KECAMATAN PRAYA KABUPATEN  
LOMBOK TENGAH**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

NAMA : KHAIRUL ANWAR

NIM : 418110171

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

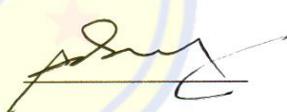
Pada hari, Sabtu, 6 Agustus 2022

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 : Adryan Fitrayudha, ST., MT. 

**Mengetahui,**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
FAKULTAS TEKNIK**

  
**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:

“ANALISA KAPASITAS SUNGAI LENENG UNTUK PENANGGULANGAN BANJIR KECAMATAN PRAYA KABUPATEN LOMBOK TENGAH”

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. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir/Skripsi ini merupakan hasil plagiasi, saya bersedia menanggung akibat dari 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, 29 Agustus 2022

Yang Membuat Pernyataan



**Khairul Anwar**  
**418110171**



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](mailto:perpustakaan@ummat.ac.id)

SURAT PERNYATAAN BEBAS  
PLAGIARISME

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

Nama : Khairul Anwar  
NIM : 418110171  
Tempat/Tgl Lahir : Karang Seme, 22 Mei 1999  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
No. Hp : 081779139332  
Email : chairullagain@gmail.com

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

ANALISA KAPASITAS SUNGAI LENENG UNTUK PENANGGULANGAN  
BANJIR KECAMATAN PRAYA KABUPATEN LOMBOK TENGAH

**Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 43%**

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.

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

Mataram, 29 Agustus 2022

Penulis

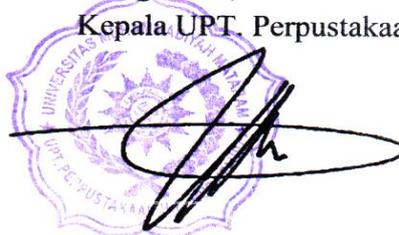


Khairul Anwar

NIM. 418110171

Mengetahui,

Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



Iskandar, S.Sos., M.A.

NIDN. 0802048904

\*pilih salah satu yang sesuai



**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](mailto:perpustakaan@ummat.ac.id)

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN  
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

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

Nama : Khairul Anwar  
NIM : 418110171  
Tempat/Tgl Lahir : Karang Seme, 22 Mei 2022  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
No. Hp/Email : 081774139332 / chairullagain@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:

ANALISA KAPASITAS SUNGAI LENENG UNTUK PENANGGULANGAN BANJIR  
KECAMATAN PRAYA KABUPATEN LOMBOK TENGAH

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, 29 Agustus 2022  
Penulis



Khairul Anwar  
NIM. 418110171

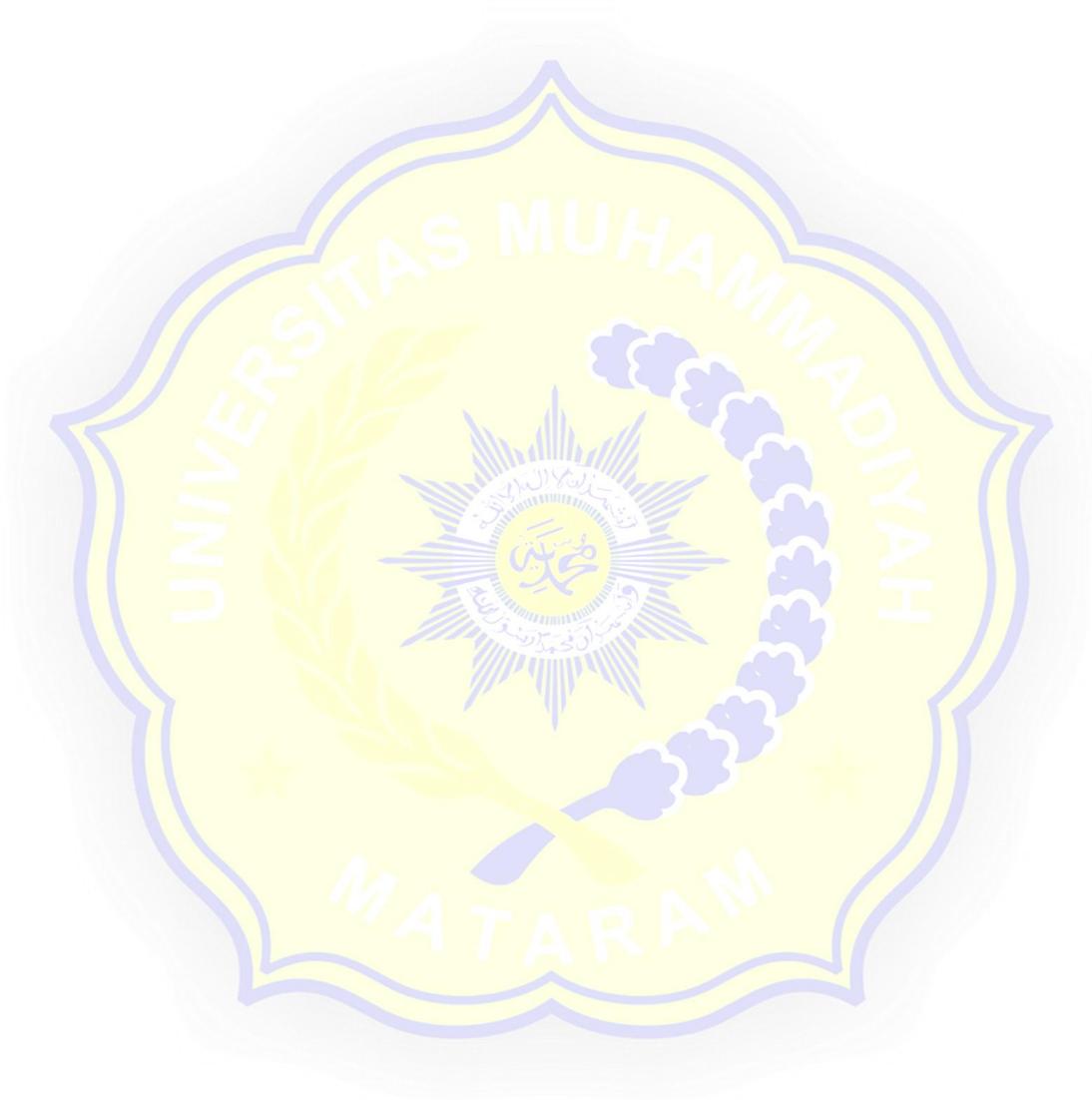
Mengetahui,  
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



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

## **MOTTO**

Jangan memperlakukan orang lain dengan buruk karena suatu hari mungkin kamu membutuhkan pertolongan mereka. Jangan meremehkan siapapun karena Allah dapat membangkitkan mereka diatas berada diatasmu suatu hari nanti. (Dr. Bilal Philips).



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa dan atas rahmat serta hidayahnya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Skripsi (Tugas Akhir) dengan judul **“ANALISA KAPASITAS SUNGAI LENENG UNTUK PENANGGULANGAN BANJIR KECAMATAN PRAYA KABUPATEN LOMBOK TENGAH”**. Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan kelulusan guna mencapai gelar sarjana (S1) di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.

Mengingat keterbatasan penulis, penulis menyadari sepenuhnya bahwa Skripsi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak sangat penulis harapkan demi kesempurnaan Skripsi ini. Skripsi 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. Dr. H. Arsyad Abd. Gani, M. Pd., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram
2. Bapak Dr. Eng. Islamy Rusyda, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram dan pembimbing utama.
3. Ibu Agustini Ernawati, ST., M.Tech., selaku Ketua Program studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Ibu Titik Wahyuningsih, ST., MT., selaku dosen pembimbing akademik.
5. Bapak Ari Ramadhan Hidayat, ST., M.Eng., selaku dosen pembimbing pendamping.
6. Bapak dan kakak Najmudin, yang selalu memberikan doa, dukungan dan motivasi dan kesempatan sampai akhirnya skripsiku selesai.
7. Pak Mediantara Deni Samsuri, ST., yang selalu memeberikan banyak pelajaran pengalaman susunan data skripsi dan selalu memberikan motivasi, terima kasih.
8. Teman-teman Penerus bangsa Juanda satrya guntara, Wahyu Muhammad Yusuf, Yuda Ardiansyah, Putra Wijaya, Ismail Fahmi, Ahmad Ramli Jurusan Teknik Sipil dan Teman-teman Teknik Sipil Kelas F yang tidak biasa saya

sebutkan namanya satu per satu, terima kasih semoga kita semua sukses dikemudian hari, Aamiin.

9. Semua pihak yang telah membantu selama pelaksanaan sampai dengan selesai Skripsi ini, terima kasih.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan imbalan yang setimpal atas bantuan yang diberikan kepada penulis.

Mataram, 06 Agustus 2022

KHAIRUL ANWAR

418110171



## ABSTRAK

Pada tanggal 13 Februari 2022, banjir bandang yang terjadi di beberapa wilayah di Nusa Tenggara Barat (NTB), salah satunya di Kabupaten Lombok Tengah, Kelurahan Leneng Kecamatan Praya. Banjir bandang di sungai Leneng yang meluap berdampak permukiman penduduk sebanyak 377 unit rumah tergenang banjir. Bencana banjir tersebut juga menimbulkan kerusakan dan kerugian infra-struktur, jembatan penghubung, dan akses jalan tergenang banjir. Permasalahan banjir yang kerap terjadi setiap tahunnya memerlukan penanganan yang tepat agar banjir tidak terjadi diwaktu mendatang. Oleh sebab itu, perlu dilakukan analisis terhadap sungai yang meluap di ruas sungai Leneng sebagai upaya penyelesaian masalah banjir tersebut. Dalam hal ini akan dilakukan analisis kenaikan muka air banjir serta kondisi eksisting sungai dengan menggunakan program HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center's - River Analysis System*).

Analisis Hidrologi yang digunakan dalam perhitungan menggunakan data dari stasiun hujan yang terdekat. Analisis Debit banjir rancangan menggunakan metode HSS Nakayasu. Hasil debit rancangan dilakukan untuk mengetahui kenaikan muka air banjir serta kondisi eksisting sungai dengan menggunakan program HEC-RAS.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan hasil analisis hidrologi didapatkan nilai debit puncak  $Q_{25} = 264,374 \text{ m}^3/\text{detik}$  pada jam ke 3. Berdasarkan hasil analisis hidrolika menggunakan program HEC-RAS 5.0.7 menunjukkan bahwa, terjadi kenaikan muka air banjir pada sungai Leneng yang melewati batas tanggul sungai. Kenaikan muka air banjir pada sungai terjadi antara  $\pm 1$  m sampai dengan 3 meter dari ketinggian tanggul eksisting. Dari permasalahan tersebut solusi upaya penanggulangan banjir pada sungai Leneng agar tidak terjadinya banjir pada sungai tersebut adalah dengan naturalisasi dan normalisasi pada sungai Leneng.

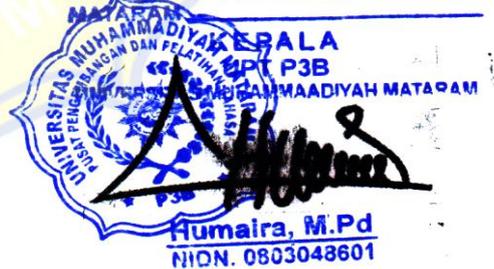
**Kata Kunci: HEC-RAS, Penanggulangan banjir, Sungai Leneng**

## ABSTRACT

Flash floods occurred on February 13, 2022, in some West Nusa Tenggara (NTB) locations, one of which was Central Lombok Regency, Leneng Village, Praya District. The settlements of 377 flooded homes were affected by flash floods on the overflowing Leneng river. Infrastructure, connecting bridges, and flooded access roads were all damaged or destroyed due to the flood catastrophe. The issue of flooding, which frequently occurs each year, needs to be handled properly to prevent floods in the future. Therefore, it is required to analyze the overflowing river in the Leneng river sector to address the flood issue. Using the HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's - River Analysis System) tool, an analysis of the rise in flood water levels and the river's current condition will be analyzed in this scenario. Data from the closest rain station are used in the hydrological analysis that is used in the calculation. Applying the HSS Nakayasu method to the design flood discharge analysis. Using the HEC-RAS tool, the design discharge results are used to calculate the rise in flood water levels and the current condition of the river. Based on the analysis's findings, the hydrological analysis determined that the third-hour river's peak discharge value was  $Q_{25} = 264.374 \text{ m}^3/\text{s}$ . The river flood levels rise between  $\pm 1 \text{ m}$  and 3 meters above the height of the existing dam. From these issues, naturalization and normalization of the Leneng river are the answers to flood protection efforts to stop flooding in the river.

**Keywords:** HEC-RAS, Flood Management, Leneng River

MENGESAHKAN  
SALINAN FOTO COPY SESUAI ASLINYA



## DAFTAR ISI

COVER .....	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	v
SURAT PERNYATAAN PERSTUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
MOTTO HIDUP .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
ABSTRAK INDONESIA .....	x
ABSTRAK INGGRIS .....	xi
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Tinjauan Pustaka .....	4
2.2 Landasan Teori .....	6
2.2.1. Banjir .....	6
2.2.2. Daerah Aliran Sungai.....	6
2.2.3. Analisis Hidrologi.....	7
2.2.4. Analisis Kepanggahan Data.....	7
2.2.5. Analisis Curah Hujan Rerata .....	9
2.2.6. Analisis Frekuensi Hujan.....	11
2.2.7. Pengujian Kesesuaian Distribusi Frekuensi.....	18
2.2.8. Analisis Intensitas Curah Hujan Rencana.....	20
2.2.9. Analisa Debit Banjir Rancangan.....	21

2.3	Pemodelan Dengan HEC-RAS .....	26
2.2.1	Langkah-Langkah Menggunakan HEC-RAS .....	28
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>		
3.1	Lokasi Penelitian .....	36
3.2	Tahapan Dan Persiapan .....	36
3.3	Pengumpulan Data .....	37
3.4	Analisis Data .....	37
3.4.1	Analisis Hidrologi .....	37
3.4.2	Analisis Hidrolika .....	37
3.5	Bagan Alir .....	40
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Konsistensi Data Curah Hujan .....	41
4.2	Analisis Curah Hujan Rerata .....	47
4.3	Analisis Frekuensi Hujan Rencana .....	47
4.4	Uji Kesesuain Distribusi Frekuensi .....	51
4.5	Analisa Intensitas Hujan Rancangan .....	54
4.6	Analisis Debit Rancangan .....	57
4.7	Analisis Hidrolika .....	63
<b>BAB V PENUTUP</b>		
5.1	KESIMPULAN .....	65
5.2	SARAN .....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai kritik Q dan R.....	8
Tabel 2.2 Syarat pemilihan distribusi.....	13
Tabel 2.3 Faktor Frekuensi .....	14
Tabel 2.4 Faktor Frekuensi .....	14
Tabel 2.5 Harga <i>Reduce Variat</i> .....	15
Tabel 2.6 <i>Reduced Mean</i> ( $Y_n$ ).....	16
Tabel 2.7 <i>Reduced Standar Deviation</i> ( $S_n$ ) .....	16
Tabel 2.8 Faktor Frekuensi Distribusi Log Pearson Type III .....	17
Tabel 2.9 Koefisien Pengaliran.....	22
Tabel 4.1 Curah Hujan Harian .....	40
Tabel 4.2 Uji Konsistensi Stasiun Pengadang.....	42
Tabel 4.3 Uji Konsistensi Stasiun Mangkung .....	43
Tabel 4.4 Uji Konsistensi Stasiun Batujai .....	45
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Curah Hujan Haksimum.....	46
Tabel 4.6 Perhitungan Parameter Statistic data curah hujan.....	47
Tabel 4.7 Hasil Uji Distribusi Parameter Statistik.....	48
Tabel 4.8 Perhitungan Parameter Statistik Log Pearson Type III.....	48
Tabel 4.9 Perhitungan Nilai Ekstrim Distribusi Log Pearson Type III.....	49
Tabel 4.10 Besar Peluang dan Batas Nilai Kelas Untuk Log Pearson Type III..	50
Tabel 4.11 Perhitungan Uji Chi Kuadrat Log Pearson Type III .....	50
Tabel 4.12 Uji Smirnov Log Pearson Type III .....	51
Tabel 4.13 Curah Hujan Rancangan .....	52
Tabel 4.14 Perhitungan Hujan Natto.....	54
Tabel 4.15 Perhitungan Hujan Natto Jam-jaman .....	54
Tabel 4.16 Perhitungan lengkung naik dan turun HSS Nakayasu .....	57
Tabel 4.17 Hidrograf banjir periode 25 tahun HSS Nakaysu .....	59

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Metode Rata-rata (Aljabar) .....	9
Gambar 2.2 Metode <i>Polygon Thiessen</i> .....	10
Gambar 2.3 Metode <i>Isohiet</i> .....	11
Gambar 2.4 Jendela New Project .....	28
Gambar 2.5 jendela Geometri Data.....	29
Gambar 2.6 Jendela editor data <i>Cross Section</i> .....	30
Gambar 2.7 Jendela editor data aliran <i>Steady Flow</i> .....	31
Gambar 2.8 Jendela editor kondisi batas.....	32
Gambar 2.9 Tampilan <i>steady flow analysis</i> .....	34
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian .....	35
Gambar 4.1 Grafik Durasi Waktu Dengan Intensitas Hujan.....	55
Gambar 4.2 Grafik lengkungan naik dan turun satuan sintetik.....	58
Gambar 4.3 Grafik Hidrograf Satuan Banjir Rancangan Metode Nakayasu .....	60
Gambar 4.4 Geometrik Data sungai Leneng.....	60
Gambar 4.5 Profil Melintang Sta 0 .....	61
Gambar 4.6 Profil Melintang Sta 100 .....	61
Gambar 4.7 Profil Melintang Sta 200 .....	62
Gambar 4.8 Profil Melintang Sta 300 .....	62
Gambar 4.9 Profil Melintang Sta 400 .....	63
Gambar 4.10 Profil Melintang Sta 500 .....	63
Gambar 4.11 Profil Melintang Sta 600 .....	64
Gambar 4.12 Profil Melintang Sta 700 .....	64
Gambar 4.13 Profil Melintang Sta 800 .....	65
Gambar 4.14 Profil Melintang Sta 890 .....	65
Gambar 4.15 Profil Memanjang sungai Leneng .....	66

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Sungai adalah aliran sungai yang terbentuk secara alami dipermukaan bumi yang mengalir dari hulu tempat yang tinggi ke hilir tempat yang rendah. Karena aliran sungai terbentuk secara alami dan memiliki fungsi untuk mengalirkan air, maka sungai sering disebut drainase alam. Sungai memainkan peran penting bagi kehidupan manusia difungsikan untuk berbagai kebutuhan seperti mencuci, mandi, kakus, pertanian, pasokan air bersih, budidaya makhluk hidup, industri, sumber kehidupan dan berbagai kebutuhan lainnya. Terutama di bidang pertanian, sungai sangat dibutuhkan sebagai sumber air untuk irigasi. Tetapi, sungai juga dapat memberikan dampak buruk bagi manusia khusus ketika hujan terus-menerus dan curah hujan yang tinggi dalam durasi yang cukup lama maka debit air sungai akan meluap sehingga menyebabkan terjadi banjir.

Banjir adalah ketika sungai mengalirkan air terlalu banyak, baik karena hujan di hulu cuah hujan tinggi dan di tempat tertentu hujan terus-menerus turun. Hal ini mengakibatkan penampang sungai tidak dapat manampung aliran normal sungai, dan dapat menyebabkan kerusakan di pada air yang meluap dan membanjiri daerah sekitarnya. Banjir juga dapat terjadi karena curah hujan tinggi, intensitas hujan tinggi, dan akibat penggunaan lahan yang salah sehingga berdampak pada aliran sungai. Selain itu juga banjir dapat terjadi karena terganggunya pengaliran air hujan di dalam sungai, perubahan iklim, akibat intensitas curah hujan yang tinggi di daerah hulu sungai yang juga sering mengakibatkan banjir, pengurangan luas permukaan tanah yang menyerap air karena banyak berdirinya bangunan dan terjadinya kerusakan hutan, meluapnya sungai-sungai utama yang melalui daerah pemukiman dan perkotaan. Bencana banjir yang terjadi selain mengakibatkan kerusakan ekosistem pada daerah aliran sungai juga dapat merugikan penduduk yang berada di wilayah sekitar sungai.

Indonesia memiliki berbagai macam banjir dan hampir dari semua wilayah mengalami bencana banjir. Kemalangan dan kerugian dampak bencana banjir mewakili 66% dari semua peristiwa bencana yang terjadi. Hingga kini,

kecenderungan banjir terus meluas baik di wilayah metropolitan ataupun provinsi. Hasil catatan kejadian banjir besar yang terjadi di beberapa wilayah seperti di Jawa, Sulawesi, Nusa Tenggara Barat (NTB) dan beberapa wilayah lain di Indonesia menunjukkan bukti peningkatan tersebut. Berdasarkan hasil rekapitulasi data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB. 2022) jumlah kejadian banjir di Indonesia dalam 5 tahun terakhir. Kejadian bencana banjir pada tahun 2017 sebanyak 980 kejadian, kejadian bencana banjir pada tahun 2018 sebanyak 883 kejadian, kejadian bencana banjir pada tahun 2019 sebanyak 790 kejadian, kejadian bencana banjir pada tahun 2020 sebanyak 1518 kejadian, dan kejadian bencana banjir pada tahun 2021 sebanyak 724 kejadian.

Pada tanggal 13 Februari 2022, banjir bandang yang terjadi di beberapa wilayah di Nusa Tenggara Barat (NTB), salah satunya di Kabupaten Lombok Tengah, Kelurahan Leneng Kecamatan Praya. Banjir bandang di sungai Leneng yang meluap berdampak permukiman penduduk sebanyak 377 rumah tergenang banjir. Bencana banjir tersebut juga mengakibatkan kerusakan dan kerugian pada jembatan penghubung, infra struktur, dan akses jalan yang dilewati kendaraan tergenang banjir. Banjir yang terjadi membuat resah masyarakat yang menetap di daerah tersebut karena hampir setiap tahun air sungai meluap (*offer toping*).

Permasalahan banjir yang kerap terjadi setiap tahunnya memerlukan penanganan yang tepat agar banjir tidak terjadi di waktu mendatang. Oleh sebab itu, perlu dilakukan analisis terhadap sungai yang meluap di ruas sungai Leneng sebagai upaya menangani masalah banjir. Untuk situasi ini, upaya dilakukan analisa kenaikan air yang meluap serta kondisi penampang eksisting sungai dengan menggunakan program HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center's - River Analysis System*).

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan hasil latar belakang dapat ditarik beberapa rumusan masalah antara lain:

- 1) Berapa debit banjir rancangan kala ulang 25 tahun di ruas sungai Leneng?
- 2) Apakah kapasitas penampang sungai Leneng mampu menampung debit banjir rancangan kala ulang 25 tahun?

3) Bagaimana upaya penanggulangan banjir pada sungai Leneng?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

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

- 1) Untuk mengetahui debit banjir rancangan kala ulang 25 tahun di ruas sungai Leneng.
- 2) Untuk mengetahui apakah kapasitas Penampang sungai Leneng mampu menampung debit banjir rancangan kala ulang 25 tahun.
- 3) Untuk mengetahui upaya penanggulangan banjir pada sungai Leneng.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Secara umum manfaat yang diharapkan yaitu untuk meningkatnya pengetahuan penyusun dalam analisa banjir menggunakan program HEC-RAS secara khusus, manfaat yang diharapkan antara lain:

- 1) Sebagai pedoman penelitian selanjutnya dalam upaya penanggulangan banjir sungai.
- 2) Sebagai pedoman dalam analisa banjir dengan menggunakan program HEC-RAS.

### **1.5. Batasan Masalah**

Supaya pembahasan lebih terinci maka diperlukan batasan masalah untuk mencegah melebarinya lingkup permasalahan. Adapun batasan permasalahan antara lain:

- 1) Hanya menganalisis ruas sungai yang terjadi banjir di sepanjang sungai Leneng yang meluap sepanjang 890 meter, Kelurahan Leneng.
- 2) Program yang digunakan untuk menganalisa banjir adalah program HEC-RAS

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Tinjauan Pustaka**

Ikhsan Maulana (2017) Penelitian tentang perencanaan pengendalian banjir sungai Tuntang di desa Trimulyo Kabupaten Demak. Masalah utama Sungai Tuntan adalah banjir dan kerusakan bendungan. Memperbaiki luas penampang DAS Tuntan dapat menjadi pengganti pemecahan masalah yang tepat di daerah tersebut karena permukaan sungai yang tinggi dan penurunan tanah. Perbaikan penampang sungai Tuntan meliputi rencana perbaikan bendungan, normalisasi sungai, dan peningkatan kemiringan sungai. Perhitungan debit banjir rencana 25 tahun menggunakan metode Haspers. Debit banjir yang diproyeksikan untuk rencana ini adalah 828 m<sup>3</sup>/s. Rancangan perbaikan sungai menggunakan model HEC-RAS dan debit rancangan dihitung berdasarkan metode Haspers. Penampang melintang yang direncanakan berbentuk trapesium, dengan tanggul batu kali yang diperkuat sedalam 5,5 m dan panjang 3,2 km. Bendungan sungai dirancang untuk menangani banjir air sungai karena sungai tidak dapat menerima limpasan banjir.

Hadi Sudarsono (2018) melakukan penelitian tentang analisis penanggulangan banjir sungai Desa Kanci Kecamatan Astanajapura. Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data sekunder berupa peta DAS dan data curah hujan di beberapa stasiun curah hujan terdekat. Data ini dimaksudkan untuk mengetahui periode ulang curah hujan dan debit banjir sungai. Setelah itu, dengan menganalisis kapasitas tempat tidur, dapat ditarik kesimpulan tentang sistem perlindungan banjir di daerah tersebut. Analisis menunjukkan bahwa skema Weduwen Q2 memiliki debit banjir puncak sebesar 429.287 m<sup>3</sup>/s, sedangkan Kanal Sungai Kanci memiliki kapasitas 159,5 m<sup>3</sup>/s. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa Sungai Kanchi dapat digenangi air. Oleh karena itu, kita harus mencari solusi proteksi banjir berupa bendungan setinggi 1 meter.

Rama Dhani (2019) penelitian tentang analisis pengendalian banjir sungai Ciresa Kecamatan Ciparay, Kecamatan Ciparay, Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui solusi pengendalian banjir dengan kala ulang 25 tahun agar tidak terjadi limpasan yang merugikan warga di

sekitar Sungai Siracea. Dengan menggunakan program HEC-RAS dapat diketahui ketinggian genangan akibat debit rencana yang berguna untuk perencanaan pengendalian banjir. Hasil analisis menunjukkan debit banjir puncak rencana untuk HSS Nakayasu dengan debit sebesar 200.310 m<sup>3</sup>/s dan HSS SCS dengan debit sebesar 282.441 m<sup>3</sup>/s. HEC-RAS 4.1.0 digunakan untuk mendapatkan ketinggian banjir yang terjadi di Sungai Siracea. Analisis ketinggian banjir dilakukan pada setiap bagian Sungai Cirasea. Rencana pengendalian banjir dilakukan dengan menggali dasar sungai dan bantaran sungai. Setelah badan air dinormalisasi, dilakukan perencanaan tanggul pada bagian yang masih tergenang.

Steven Yohanes (2020) penelitian tentang analisis kajian penanggulangan banjir sungai Kota Bontang Kalimantan Timur. Kota Bontang tahun 2016, masalah yang sering terjadi pada sungai ini adalah banjir yang disebabkan oleh perubahan tata guna lahan pada daerah hulu sungai. Analisis hidrologi menunjukkan bahwa pemodelan HEC-RAS 5.0.3 menghasilkan hidrograf banjir dengan debit maksimum 107 m<sup>3</sup>/s dan kedalaman rata-rata 4,23 m dengan periode pengulangan 25 tahun. Berdasarkan hasil tersebut, penulis menyajikan beberapa opsi untuk perlindungan banjir. Opsi pertama adalah menaikkan bendungan sebesar 1,4 m pada 3,93 km dan 2 m pada 11,33 km. Hasil perancangan ini dapat menjelaskan debit banjir rancangan yang dibuktikan dengan tidak adanya muka air tanah di atas tinggi tanggul di sepanjang Sungai Bontang setelah dilakukan pemodelan. Opsi kedua adalah menambah waduk dengan luas dataran banjir 122000 m<sup>2</sup>, volume 496420 m<sup>3</sup>, tinggi dasar 13 m dan tinggi lereng puncak 18 m. Desain ini menghasilkan pengurangan 28,5% pada aliran sungai rata-rata dan pengurangan kedalaman air rata-rata sebesar 23,4%.

Bambang Sarwono (2021) penelitian tentang evaluasi penanggulangan banjir Kecamatan Bangil akibat luapan sungai Kedunglarang. Penampang sungai dianalisis dengan dua metode: manual dan program HEC-RAS. Aplikasi Geo5 digunakan untuk menganalisis kestabilan lereng sungai. Perhitungan debit banjir rencana maksimum dengan kala ulang 25 tahun menghasilkan debit banjir sebesar 246,929 m<sup>3</sup>/det. Penampang sungai direncanakan sebagai trapesium ganda, dengan bendungan ditambahkan di atas bidang (dari STA 0+000 sampai STA

0+450, tidak ada bendungan yang direncanakan sampai akhir STA 0+500) . Dimensi penampang sungai setelah normalisasi adalah lebar 85 m (dengan bendungan), 76 m (tanpa bendungan), lebar dasar 12 m, lebar teras 11 m, dan kedalaman 6.289 m. 1.5 dengan kemiringan trapeze atas dan bawah. Dimensi eksisting bendungan yaitu lebar hulu 1,00 m, lebar bendungan bawah 4,5 m dan tinggi tanggul 1,50 m, serta pada permukaan lereng sungai memiliki stabilitas tanah yang baik. Perlindungan banjir ini bertujuan untuk memberikan rasa aman dan nyaman bagi masyarakat, selain menyelamatkan mata pencaharian masyarakat sekitar yang terkena dampak banjir tahunan akibat luapan Sungai Kedunglarang.

## **2.2. Landasan Teori**

### **2.2.1. Banjir**

Banjir adalah ketika aliran air di sungai sedikit lebih besar dari biasanya. Hujan deras yang terus menerus turun ke hulu atau di lokasi tertentu yang tidak dapat diserap oleh aliran sungai yang ada menyebabkan air meluap dan membanjiri daerah tersebut. (Ningrum & Ginting, 2020). Banjir dapat disebabkan oleh dua faktor:

- 1) Faktor alam misalnya, curah hujan, erosi dan sedimentasi, topografi dan geofisika sungai, kapasitas sungai dan drainase yang tidak memadai, penurunan tanah, dan kerusakan struktur pengendalian banjir.
- 2) Faktor manusia misalnya, perubahan penggunaan lahan, pembuangan limbah, area limbah di sepanjang sungai, perencanaan sistem perlindungan banjir yang tidak tepat, dan beberapa lainnya. (Razikin et al., 2017).

### **2.2.2. Daerah Aliran Sungai**

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah titik/stasiun yang dievaluasi, daerah yang dikelilingi oleh pegunungan dimana air hujan yang jatuh di daerah ini mengalir menuju sungai utama (Triatmodjo, 2008). Batas DAS ditentukan dengan menggunakan peta topografi kontur, biasanya peta topografi.

Daerah Aliran Sungai disebut juga sebagai daerah tangkapan air (*catchment area*). Beberapa Daerah Aliran Sungai kecil sementara ada juga yang sangat besar. Tergantung pada jumlah anak sungai dari anak-anak sungai yang ada yang

merupakan bagian dari sistem sungai utama, Daerah Aliran Sungai yang sangat besar dapat terdiri dari beberapa sub-DAS, atau sub-DAS dapat terdiri dari beberapa sub-DAS lainnya. Luas suatu daerah aliran sungai mempunyai pengaruh yang besar terhadap debit sungai. Secara umum, semakin besar daerah tangkapan maka, semakin besar limpasan permukaan dan oleh karena itu limpasan atau limpasan sungai.

### **2.2.3. Analisis Hidrologi**

Faktor hidrologi yang paling mempengaruhi pengendalian banjir di wilayah Lombok Tengah adalah curah hujan dan intensitasnya. Tingkat curah hujan merupakan salah satu faktor yang menentukan besarnya limpasan banjir yang terjadi. Semakin tinggi intensitas curah hujan di suatu daerah, maka semakin besar pula banjir di daerah tersebut, dan sebaliknya semakin rendah intensitas curah hujan di suatu daerah, maka semakin sedikit banjir atau dampak banjir.

Mengetahui jumlah curah hujan di dataran memberi kita gambaran tentang intensitas hujan di daerah itu dan berapa banyak banjir yang akan terjadi di dataran rendah dan dataran banjir yang menjadi sasaran banjir.

### **2.2.4. Analisis Kepanggahan Data Hujan**

Data Data curah hujan yang digunakan pada analisis sebelumnya diperiksa konsistensinya atau dikoreksi atas ketidakkonsistenan data akibat kesalahan pencatatan atau gangguan pada alat pencatat dan dibandingkan dengan pos hujan terdekat untuk mengidentifikasi data yang hilang atau kosong, isi dan harus memiliki karakteristik yang sama (Sri Harto, 1993). Dalam penelitian ini, metode yang digunakan untuk menguji konsistensi data adalah Kurva Massa Ganda (*Double Massa Curve*) dan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*).

- Metode kurva massa ganda

Metode kurva massa ganda didasarkan pada rasio curah hujan tahunan kumulatif stasiun ke stasiun referensi  $x$ , di mana stasiun referensi adalah rata-rata dari beberapa stasiun tetangga, nilai kumulatif dijelaskan dalam sistem koordinat  $xy$ , dan kurva digambar sebagai: Jika garis yang terbentuk menunjukkan garis lurus, kemiringannya berubah dan data dianggap tidak memuaskan, tetapi jika ada ketidaksesuaian atau garis putus-putus, data tidak konsisten dan harus diperbaiki.

- Metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*)

Metode RAPS didasarkan pada data curah hujan regional karena ketersediaan data curah hujan di sekitar lokasi proyek sangat terbatas. Jika  $Q/\sqrt{n}$  yang dihasilkan kurang dari nilai kritis untuk tahun tersebut dan tingkat kepercayaannya masuk akal, maka data tersebut dinyatakan Panger (Sri Harto,1993).

Uji kepanggahan dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan:

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

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

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

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

Dengan:

$n$  = jumlah data

$Y_i$  = data hujan ke- $i$

$\bar{Y}$  = data hujan rerata-  $i$

$D_y$  = deviasi standar

Untuk uji kepanggahan digunakan cara statistik:

$$Q = \text{maks } |S_k^{**}|, 0 \leq k \leq n, \text{ atau } \dots\dots\dots (2.5)$$

$$R = \text{maks } S_k^{**} - \text{Min } S_k^{**}, \text{ dengan } 0 \leq k \leq n \dots\dots\dots (2.6)$$

Nilai kritik Q dan R ditunjukkan dalam tabel 2.1:

**Tabel 2.1** Nilai kritik Q dan R

N	$\frac{Q}{\sqrt{n}}$			$\frac{R}{\sqrt{n}}$		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1,05	1,14	1,29	1,21	1,28	1,38
20	1,1	1,22	1,42	1,34	1,43	1,6
30	1,12	1,24	1,46	1,4	1,5	1,7
40	1,13	1,26	1,5	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	1,5	1,62	1,86
	1,22	1,36	1,63	1,62	1,75	2

Sumber: Sri Harto, 1993

### 2.2.5. Analisis Curah Hujan Rerata

Dalam suatu luasan daerah sering terdapat lebih dari satu stasiun pengukuran hujan, data hujan yang tercatat dimasing-masing stasiun tersebut dapat tidak sama. Apabila hal tersebut terjadi maka dalam analisis hidrologinya diperlukan untuk menentukan hujan rerata pada daerah tersebut, yang dapat dilakukan dengan tiga metode berikut yaitu metoderata-rata (aljabar), metode poligon thiessen, dan metode isohiet.

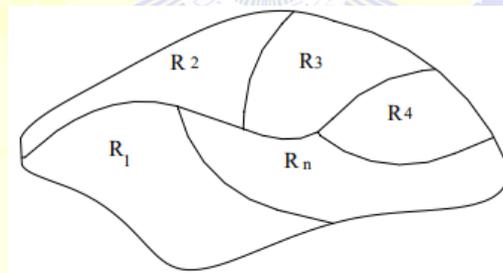
#### a) Metode aljabar (rata-rata)

Dipakai bila daerah pengaruh curah hujan rata-rata dari setiap stasiun hampir sama. Dimana rumusan yang digunakan untuk menghitung curah hujan rata-rata adalah sebagai berikut:

$$R = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n} = \frac{\sum_i^n R_i}{n} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dengan:

- n = Jumlah Stasiun pengukuran
- R = Curahhujandaerahrata-rata Daerah Aliran Sungai(mm)
- R<sub>1</sub>,R<sub>2</sub>....R<sub>n</sub> = Curahhujanditiap stasiun pengukuran (mm)



**Gambar 2.2** Metode rata-rata (aljabar)

#### b) Metode *poligon thiessen*

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

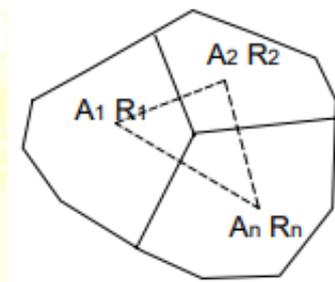
1. Tentukan stasiun penakar curah hujan yang berpengaruh pada daerah pengaliran.
2. Tarik garis hubungan dari stasiun penakar hujan / pos hujan tersebut.
3. Tarik garis sumbunya secara tegak lurus dari tiap-tiap garis hubung tersebut.
4. Hitung luas DAS pada wilayah yang dipengaruhi oleh stasiun penakar curah hujan tersebut.

Cara poligon Thiessen ini dipakai apabila daerah pengaruh dan curah hujan rata-rata tiap stasiun berbeda-beda, Dimana rumus yang digunakan untuk menghitung curah hujannya adalah sebagai berikut:

$$R = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{\sum_i^n Ri}{n} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dengan:

- n = Jumlah Pos Curah Hujan
- R = Besarnya curah hujan rata-rata Daerah Aliran Sungai (mm)
- R<sub>1</sub>....R<sub>n</sub> = Curah hujan di tiap stasiun pengukuran (mm)
- A<sub>1</sub>....A<sub>n</sub> = Luas bagian daerah yang mewakili tiap stasiun pengukuran (km<sup>2</sup>)



**Gambar 2.3** Metode *polygon thiessen*

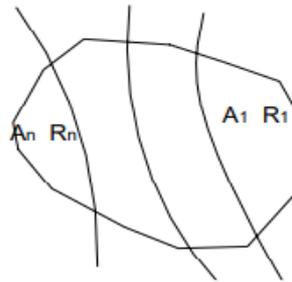
c) Metode *Isohiet*

Dalam hal ini harus ada peta Isohyet didalam suatu daerah pengaliran, Sedangkan rumus yang digunakan untuk menghitung curah hujan dengan metode Isohyet adalah sebagai berikut:

$$R = \frac{\sum_i^n Ai * \frac{(Ri + Ri1)}{2}}{\sum_i^n Ai} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dengan:

- R = Curah hujan rata-rata Daerah Aliran Sungai (mm).
- R<sub>i</sub>,...,R<sub>n</sub> = Curah hujan pada setiap garis Isohyet (mm).
- A<sub>i</sub>,...,A<sub>n</sub> = Luas daerah yang dibatasi oleh dua garis isohyet yang berdekatan (km<sup>2</sup>)



**Gambar 2.4** Metode *Isohiet*

**2.2.6. Analisis frekuensi Hujan Rencana**

Analisis Frekuensi Hujan Rencana digunakan untuk meramalkan dalam arti probabilitas untuk terjadinya suatu peristiwa hidrologis dalam bentuk hujan rencana, yang fungsinya sebagai dasar guna perhitungan perencanaan hidrologi untuk mengantisipasi kemungkinan-kemungkinan yang terjadi.

Untuk perhitungan hujan rencana digunakan analisa frekuensi, cara yang dipakai adalah dengan menggunakan metode kemungkinan (*Probability Distribution*) teoritis yang ada. Jenis distribusi yang digunakan adalah:

- Distribusi Log Normal
- Distribusi Normal
- Distribusi Gumbel
- Distribusi Log Pearson Type III

Dalam penentuan metode yang akan digunakan, terlebih dahuluditentukan parameter-parameter statistik sebagai berikut:

1. Standar deviasi (Sd)

Standar deviasi merupakan ukuran sebaran yang paling banyak digunakan. Apabila penyebaran sangat besar terhadap nilai rata-rata, maka nilai S akan kecil.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}} \dots\dots\dots (2.10)$$

Dengan:

- n = Jumlah
- S = Standar Deviasi
- $X_i$  = Data Curah Hujan
- $\bar{X}$  = Hujan rerata

## 2. Koefisien Variasi (Cv)

Koefisien variasi adalah nilai perbandingan antara standar deviasi dengan nilai rata-rata hitung dari suatu distribusi. Koefisien variasi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dengan:

$\bar{X}$  = Hujan rerata

$S$  = Standar Deviasi

## 3. Koefisien *Skewness*

Koefisien kecondongan (*skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan (asimetri) dari suatu bentuk distribusi. Apabila kurva frekuensi dari suatu distribusi mempunyai ekor memanjang ke kanan atau ke kiri terhadap titik pusat maksimum, maka kurva tersebut tidak akan berbentuk simetri. Keadaan tersebut disebut condong ke kanan atau ke kiri. Pengukuran kecondongan adalah untuk mengukur seberapa besar kurva frekuensi dari suatu distribusi tidak simetri atau condong. Ukuran kecondongan dinyatakan dengan besarnya koefisien kecondongan atau koefisienskewness, dan dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini:

$$Cs = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1) \cdot (n-2) S^3} \dots \dots \dots (2.12)$$

Dengan:

$S$  = Standar Deviasi

$n$  = Jumlah

$Cs$  = Koefisien *Skewness*

$X_i$  = Data Curah Hujan

$\bar{X}$  = Hujan rerata

## 4. Koefisien Kurtosis (Ck)

Pengukuran kurtosis yang maksudkan untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi dan sebagai pembandingnya adalah distribusi normal. Koefisien kurtosis dirumuskan sebagai berikut:

$$Ck = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot (n-3) S^4} \dots\dots\dots (2.13)$$

Dengan:

n = Jumlah

S = Standar Deviasi

Ck = Koefisien Kurtosis

$X_i$  = Data Curah Hujan

$\bar{X}$  = Hujan rerata

Penentuan jenis distribusi yang sesuai dilakukan dengan mencocokkan parameter data tersebut dengan syarat masing-masing distribusi yang ada dalam tabel 2.2. (Sri Harto, 1993).

**Tabel 2.2.** Syarat pemilihan distribusi

No	Distribusi	Syarat
1	Log normal	Cs≈0
2	Normal	Cs≈0 Cv≈3
3	Gumbel I	Cs≈1,139 Ck≈ 5,4
4.	Log pearson Type III	Cs ≠ 0

**a) Distribusi Log Normal**

Distribusi Log Normal Persamaan meode distribusi Log Normal (Sri Harto, 1993)

Rumus umum:

$$\log X_{Tr} = \overline{\log X} + K \cdot S_{\log X} \dots\dots\dots (2.14)$$

Dengan:

$\log X_{Tr}$  = Besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun.

$\overline{\log X}$  = Harga rata-rata data

$S_{\log X}$  = Standar deviasi

K = Faktor Frekuensi (Tabel 2.3)

**Tabel 2.3**Faktor Frekuensi

No	Periode Ulang T (tahun)	Peluang	K	No	Periode Ulang T (tahun)	Peluang	k
1	1,001	0,99	-3,1	11	3,33	0,3	0,52
2	1,005	0,995	-2,6	12	4	0,25	0,67
3	1,01	0,99	-2,3	13	5	0,2	0,84
4	1,05	0,95	-1,6	14	10	0,1	1,28
5	1,11	0,9	-1,3	15	20	0,05	1,64
6	1,25	0,8	-0,8	16	25	0,04	1,71
7	1,33	0,750	-0,7	17	50	0,02	2,05
8	1,43	0,7	-0,5	18	100	0,01	2,33
9	1,67	0,6	-0,3	19	200	0,005	2,58
10	2	0,5	0	20	500	0,002	2,88
11	2,5	0,4	0,3	21	1000	0,001	3,09

Sumber: Dr. Ir. Suripin, M.Eng 2004

**b) Distribusi Normal**

Rumus umum:

$$X_{Tr} = \bar{X} + K.S \dots\dots\dots (2.15)$$

Dengan:

S = Standar deviasi

$X_{Tr}$  = Tinggi hujan untuk periode ulang T tahun (mm)

K = Faktor frekuensi (Tabel 2.4)

$\bar{X}$  = Harga rata-rata data hujan

**Tabel 2.4** Faktor Frekuensi

No	Periode Ulang T (tahun)	Peluang	K	No	Periode Ulang T (tahun)	Peluang	k
1	1,001	0,99	-3,1	11	3,33	0,3	0,52
2	1,005	0,995	-2,6	12	4	0,25	0,67
3	1,01	0,99	-2,3	13	5	0,2	0,84
4	1,05	0,95	-1,6	14	10	0,1	1,28
5	1,11	0,9	-1,3	15	20	0,05	1,64
6	1,25	0,8	-0,8	16	25	0,04	1,71
7	1,33	0,750	-0,7	17	50	0,02	2,05
8	1,43	0,7	-0,5	18	100	0,01	2,33
9	1,67	0,6	-0,3	19	200	0,005	2,58
10	2	0,5	0	20	500	0,002	2,88
11	2,5	0,4	0,3	21	1000	0,001	3,09

Sumber: Dr. Ir. Suripin, M.Eng 2004

c) Metode Gumbel

Metode ini yaitu metode dari nilai-nilai ekstrim (maksimum atau minimum). Fungsi metode Gumbel merupakan fungsi eksponensial ganda. (Sri Harto, 1991)

Rumus Umum:

$$X_{Tr} = \bar{X} + S * Kr \dots\dots\dots (2.16)$$

Dengan:

$S$  = Standar deviasi bentuk normal (mm)

$X_{Tr}$  = Tinggi hujan untuk periode ulang T tahun (mm)

$\bar{X}$  = Harga rata-rata data hujan (mm)

$Kr$  = Faktor frekuensi

Gumbel Faktor frekuensi Gumbel merupakan fungsi dan masa ulang dari distribusi

$$Kr = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots (2.17)$$

Dengan:

$Y_t$  = Reduced Variat (fungsi periode ulang T tahun) (Tabel 2.5)

$Y_n$  = Harga Rata-rata Reduced Variat (Tabel 2.6)

$S_n$  = Reduced Standard Deviation (Tabel 2.7)

**Tabel 2.5** Harga *Reduce Variat*  
Periode Reduce Ulang Hujan T Tahun

Periode Ulang Hujan T Tahun	Reduce Variate
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

Sumber: Joesran Loebis, 1987

**Tabel 2.6 Reduced Mean ( $Y_n$ )**

m	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,507	0,51	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,552
20	0,5236	0,5252	0,5269	0,5283	0,5296	0,5309	0,532	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,538	0,5388	0,5396	0,5402	0,5402	0,5418	0,5424	0,543
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5463	0,5472	0,5477	0,5481
50	0,5486	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,553	0,553	0,5533	0,5538	0,554	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,555	0,5552	0,5555	0,5557	0,5557	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5572	0,5572	0,5574	0,5576	0,5576	0,558	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5573	0,05595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5586									

Sumber: Joesran Loebis, 1987

**Tabel 2.7 Reduced Standar Deviation ( $S_n$ )**

m	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0315	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0664	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1086
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,148	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,159
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1638	1,1667	1,1681	1,1696	1,1706	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,177	1,177	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1873	1,189	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,193
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1953	1,967	1,1973	1,198	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,202	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,206
100	1,2065									

Sumber: Joesran Loebis, 1987

**d) Metode Log Pearson Type III**

Diantara 12 type metode pearson, type III merupakan metode yang banyak digunakan dalam Analisa hidrologi. Berdasarkan kajian Benson, 1986 disimpulkan bahwa metode log Pearson type III dapat digunakan sebagai dasar dengan tidak menutup kemungkinan pemakaian metode yang lain, apabila pemakaian sifatnya sesuai. (Sri Harto, 1981)

Langkah-langkah yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Gantilah data  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  menjadi data dalam logaritma, Yaitu:  $\log X_1, \log X_2, \log X_3, \dots, \log X_n$ .

2. Hitung rata-rata dari logaritma data tersebut :

$$\log \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \dots\dots\dots (2.18)$$

3. Hitung standar deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.19)$$

4. Hitung koefesien skewness

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \bar{X})^3}{(n-1) * (n-2) * S^3} \dots\dots\dots (2.20)$$

5. Hitung logaritma data pada interval pengulangan atau kemungkinan presentase yang dipilih.

Rumus umum:

$$\log \bar{X}_{Tr} = (\log \bar{X}) + S_{log} * K(Tr, Cs) \dots\dots\dots (2.21)$$

Dengan:

$\log \bar{X}_{Tr}$  = Logaritma curah hujan rencana (mm)

$\log \bar{X}$  = Logaritma curah hujan rata-rata (mm)

$S_{log}$  = Standar deviasi (mm)

$K(Tr, Cs)$  = Faktor frekuensi Pearson tipe III, yang dapat dibaca pada Tabel.2.8

**Tabel 2.8.** Faktor Frekuensi Distribusi Log Pearson Type III

Koef. Kemencengan Cs	Interval ulang, tahun							
	1,0101	1,25	2	5	10	25	50	100
	Persen peluang							
	90	80	50	20	10	4	2	1
3	-0,667	-0,636	-0,396	0,42	1,18	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,385	0,46	1,21	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,367	3,081	3,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,8
2,2	-0,905	-0,752	-0,33	0,574	1,284	2,24	2,97	3,705
2	-0,99	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,606
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,78	3,388
1,4	-1,318	-0,732	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,76	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,34	2,087	2,626	3,149

1	-1,588	-0,015	-0,164	0,758	1,34	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,78	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,88	-0,857	-0,099	0,8	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,88	2,261	2,615
0,2	-2,175	-0,85	-0,033	0,83	1,301	1,818	2,159	2,472
0	-2,326	-0,842	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326
-0,2	-2,472	-0,83	0,033	0,85	1,258	1,68	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,8	0,099	0,857	1,2	1,528	1,72	1,88
-0,8	-2,891	-0,78	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,92	1,588
-1,2	-3,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-3,271	-0,706	0,225	0,832	1,041	1,198	1,27	1,318
-1,6	-3,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,896	0,956	0,98	0,99
-2,2	-3,705	-0,574	0,33	0,752	0,844	0,888	0,9	0,905
-2,4	-3,8	-0,539	0,351	0,725	0,795	0,823	0,83	0,832
-2,6	-3,889	-0,499	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,943	-0,46	0,384	0,666	0,705	0,712	0,714	0,714
-3	-4,051	-0,42	0,39	0,636	0,66	0,666	0,666	0,667

Sumber: Ray K. Linsey.Jr.1983

### 2.2.7. Pengujian Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Uji kesesuaian ini dimaksud untuk mengetahui kebenaran suatu hipotesa distribusi frekuensi. Dengan pemeriksaan ini akan diperoleh:

1. Kebenaran antara hasil pengamatan dengan metode distribusi yang diharapkan atau yang diperoleh secara teoritis.
2. Kebenaran hipotesa diterima atau ditolak untuk digunakan pada perhitungan selanjutnya.

Ada 2 cara untuk mengadakan uji kesesuaian distribusi yaitu uji Chi Kuadrat dan ujiSmirnov Kolmogorov

- Uji Chi - Kuadrat

Uji ini digunakan untuk menguji simpangan tegak lurus yang ditentukan dengan rumus Shahin (Soewarno, 1995):

$$(x^2)_{hit} = \sum_{i=1}^k \frac{(EF-OF)}{EF}, EF = \frac{n}{k} \dots\dots\dots (2.22)$$

Dengan:

$x^2_{hit}$  = Uji statistik

OF = Nilai yang diamati (*Observed frequency*)

EF = Nilai yang diharapkan (*Expected frequency*)

Uji Chi – Kuadrat merupakan uji simpangan vertikal dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Tentukan jumlah kelas distribusi (K)
- $K = 1 + 3,22 \text{ Log } n$ ,  $n$  = banyaknya data
- Cari nilai Chi kuadrat hitung ( $X^2$ )<sub>cr</sub>
- Besarnya nilai ( $X^2$ )<sub>cr</sub> dapat diperoleh berdasarkan taraf signifikan ( $\alpha$ ) dan derajat bebasnya (DK). Dengan memasukkan harga K dan sebaran Chi Kuadrat dapat diperoleh harga DK.
- $DK = K - (P + 1)$
- Kemudian nilai ( $X^2$ )<sub>cr</sub> dibandingkan dengan nilai chi kuadrat kritis ( $X^2$ )<sub>cr</sub>.

Jika Nilai ( $X^2$ )<sub>cr</sub> > ( $X^2$ )<sub>hitung</sub>, berarti sebaran vertikal dapat diterima

- Uji Smirnov Kolmogorov

Uji Smirnov Kolmogorov (uji data horizontal) digunakan untuk menguji simpangan secara mendatar (Soewarno, 1995). Untuk melakukan pengujian data terhadap simpangan horizontal, menggunakan persamaan:

$$\Delta_{maks} = |P_e(x) - P_t(x)| \dots\dots\dots (2.23)$$

Dengan:

$\Delta_{maks}$  = Selisih data probabilitas teoritis dan empiris

$P_t(x)$  = Posisi data x menurut sebaran teoritis

$P_e(x)$  = Posisi data x menurut sebaran empiris

Dari hasil perhitungan diperoleh perbedaan yang maksimum antara distribusi teoritis dan distribusi empiris yang disebut dengan  $\Delta_{maksimum}$ . Kemudian Nilai  $\Delta_{maksimum}$  hasil perhitungan dibandingkan dengan  $\Delta_{cr}$  yang diperoleh dari tabel untuk suatu derajat yang tertentu yang mana pada studi ini digunakan nilai kritis (significant level). Apabila  $\Delta_{cr} > \Delta_{maksimum}$  maka hipotesa dapat diterima.

### 2.2.8. Analisa Intensitas Hujan Rancangan

Intensitas hujan rancangan adalah besarnya intensitas hujan maksimum yang mungkin terjadi pada periode ulang tertentu. Hujan dalam intensitas yang besar umumnya terjadi dalam waktu yang pendek. Analisa intensitas hujan rancangan dapat dihitung dengan menggunakan metode Mononobe Modifikasi (Triatmodjo 2010).

$$I = \frac{R_{24}}{t_c} \left[ \frac{t_c}{t} \right]^{2/3} \dots\dots\dots (2.24)$$

Dengan:

- I = Intensitas curah hujan untuk lama hujant (mm/jam)
- $t_c$  = Waktu (durasi) curah hujan (jam)
- $R_{24}$  = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)
- t = Durasi hujan (jam)

Besarnya nilai intensitas hujan tergantung pada periode yang digunakan dan waktu kosentrasi ( $t_c$ ).

Besarnya nilai  $t_c$  dapat dihitung dengan persamaan:

$$t_c = t_o + t_d \dots\dots\dots (2.25)$$

Keterangan:

$t_o$  adalah waktu yang diperlukan untuk mengalir dari titik yang terjauh dalam daerah tangkapan tersebut sampai kebagian hulu saluran yang direncanakan. Dengan menggunakan Rumus Kirpich didapatkan nilai  $t_o$ :

$$t_o = 53,71 L^{1,156} D^{-0,385} \text{ (menit)} \dots\dots\dots (2.26)$$

Dengan:

- L = Jarak dari titik terjauh sampai kebagian hulu saluran (km)
- D = Beda tinggi muka tanah titik yang terjauh dengan bagian hulusaluran (m)

$t_d$  adalah waktu yang diperlukan untuk mengalir sepanjang saluran yang direncanakan (dari hulu sampai hilir). Besarnya nilai  $t_d$  tergantung dari panjang saluran yang direncanakan (L dalam meter) dan kecepatan aliran (V dalam meter/detik).

$$t_d = \frac{L}{60V} \dots\dots\dots (2.27)$$

Dengan:

V = Kecepatan aliran (m/det)

L = Panjang saluran (m)

Besarnya nilai V (m/detik) tergantung dari pada slope dasar saluran (s), kekasaran permukaan saluran (n Manning) dan bentuk saluran.

### 2.2.9. Analisa Debit Banjir Rancangan

Metode yang biasa digunakan untuk menghitung debit banjir rancangan pada suatu ruas sungai adalah sebagai berikut:

#### a) Metode Rasional

Metode ini digunakan untuk menentukan banjir maximum bagi saluran-saluran dengan daerah aliran kecil, kira-kira 100 – 200 acres (40 – 80 ha).

Bila hujan berlangsung lebih lama dari pada lama waktu konsentrasi alirannya, maka intensitas rata-ratanya akan lebih kecil dari pada jika lama waktu hujan sama dengan waktu konsentrasi. Yang dimaksud dengan lama waktu konsentrasi adalah selang waktu antara permulaan hujan dan saat seluruh areal daerah alirannya ikut berperan pada pengaliran sungai. Laju pengaliran maksimum terjadi jika lama waktu hujan sama dengan lama waktu konsentrasi daerah alirannya. Persamaan matematis metode rasional untuk memperkirakan besar aliran adalah sebagai berikut:

$$Q = \left(\frac{1}{3,6}\right) * C * I * A \dots\dots\dots (2.28)$$

Dengan:

Q = Debit banjir periode ulang tertentu (m<sup>3</sup> /dt)

C = Koefesien run off (pengaliran)

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas DAS (km<sup>2</sup>)

R24 = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

Tc = Waktu (durasi) curah hujan (jam)

$$= t_o + t_d$$

$$= 53,71 L^{1,156} D^{-0,385}$$

Koefisien pengaliran “c”, besarnya tergantung pada kondisi dan karakteristik fisik dari daerah pengalirannya, yang biasanya dinyatakan dengan

tata guna lahan pada kondisi terakhir.

Besaran koefisien pengaliran untuk berbagai penggunaan lahan / tata guna tanah dapat dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 2.9** Koefisien Pengaliran

Type	Kondisi daerah Pengaliran	Nilai C
Rerumputan	Tanah pasir datar 2 %	0,05 - 0,10
	Tanah pasir rata-rata 2-7 %	0,10 - 0,15
	Tanah pasir curam 7 %	0,15 - 0,20
	Tanah gemuk datar 2 %	0,13 - 0,17
	Tanah gemuk rata-rata 2-7 %	0,18 - 0,22
	Tanah gemuk curam 7 %	0,25 - 0,35
Bisnis	Daerah kota lama	0,75 - 0,95
	Daerah pinggiran	0,50 - 0,70
Perumahan	Daerah "single family"	0,30 - 0,50
	"Multy unit" terpisah-pisah	0,40 - 0,50
	"Multy unit" tertutup	0,60 - 0,75
	"Sub Urban"	0,25 - 0,40
	Daerah rumah apartemen	0,20 - 0,70
Industri	Daerah ringan	0,60 - 0,80
	Daerah berat	0,60 - 0,90
Pertamanan, kuburan		0,10 - 0,25
Tempat bermain		0,20 - 0,35
Halaman kereta api		0,20 - 0,40
Daerah yang tidak dikerjakan		0,10 - 0,30
Jalan	Beraspal	0,70 - 0,95
	Beton	0,80 - 0,95
	Batu	0,70 - 0,95
Untuk berjalan dan naik kuda		0,75 - 0,85
Atap		0,75 - 0,95

Sumber: Imam Subarkah, 1980

Koefisien ini diperoleh dari hasil perbandingan antara jumlah hujan yang jatuh dengan yang mengalir sebagai limpasan dari suatu hujan dalam permukaan tanah. Faktor-faktor yang mempengaruhi harga koefisien pengaliran ini adalah adanya infiltrasi dan tampungan hujan pada tanah sehingga mempengaruhi jumlah air hujan yang mengalir.

#### b) Metode Hidrograf Sintetik Gama I

Hidrograf Satuan Sintetik Gama I dikembangkan atas riset Dr. Sri Harto di 30 daerah pengaliran sungai di Pulau Jawa pada akhir dekade 1980-an yang mengkombinasikan antara Metode Strahler dan pendekatan Kraijenhorr van der Leur. Parameter yang diperlukan dalam analisa menggunakan HSS Gamma I antara lain:

- a. Luas DAS (A)
- b. Panjang alur sungai utama (L)
- c. Panjang alur sungai ke titik berat DAS (Lc)
- d. Kelandaian / *slope* sungai (S)
- e. Kerapatan jaringan kuras / *drainase density* (D)

Hydrograf Satuan Sintetik Gama I dibentuk oleh 3 (tiga) buah komponen dasar, yaitu:

- a. Waktu naik ( $T_R$ ) Persamaannya adalah:

$$T_R = 0,43 \left[ \frac{L}{100.SF} \right]^3 + 1,0665.SIM + 1,2775 \dots\dots\dots (2.29)$$

Dengan:

- $T_R$  = waktu naik (jam)
- L = panjang sungai utama (km)

- b. Debit puncak Persamaannya adalah:

$$Q_P = 0,1836.A^{0,5886}.T_R^{0,4008}.JN^{0,2381} \dots\dots\dots (2.30)$$

Dengan:

- $Q_P$  = Debit Puncak (m<sup>3</sup>/det)
- $T_R$  = Waktu naik (jam)
- A = Luas DAS (km<sup>2</sup>)

- c. Waktu Dasar ( $T_B$ ) Persamaannya adalah:

$$T_B = 27,4132.T_R^{0,1457}.S^{-0,0986}.SN^{0,7344}.RUA^{0,2674} \dots\dots\dots (2.31)$$

Dengan:

- $T_B$  = Waktu dasar (jam)
- S = Kemiringan DAS
- RUA = Luas DAS sebelah hulu

- d. Koefisien Tampung (K) persamaannya adalah:

$$K = 0,5617.A^{0,798}.S^{-0,1446}.SF^{-1,0897}.D^{0,0452} \dots\dots\dots (2.32)$$

Dengan:

- K = koefisien tampungan
- S = kemiringan DAS
- SF = Faktor sumber

Hujan Efektif ( $R_e$ ) didapat dengan cara metode indeks ( $\phi$ ) yang dipengaruhi fungsi luas dari DAS dan frekuensi sumber, dimana persamaannya adalah:

$$\phi = 10,4903 - 3,859 \cdot 10^{-6} \cdot A^2 + 1,6985 \cdot 10^{-13} \left[ \frac{A}{SN} \right]^4 \dots\dots\dots (2.33)$$

Dengan:

$\phi$  = indeks  $\phi$  (mm/jam)

A = luas DAS (km<sup>2</sup>)

SN = frekuensi sumber

Aliran dasar (baseflow) dapat didekati sebagai fungsi luas DAS dan kerapatan jaringan sungai, persamaannya adalah:

$$Q_B = 0,4751 \cdot A^{0,6444} \cdot D^{0,9430} \dots\dots\dots (2.34)$$

Dengan:

$Q_B$  = aliran dasar (m<sup>3</sup>/det)

A = luas DAS (km<sup>2</sup>)

D = kerapatan jaringan kuras

Selanjutnya untuk menggambar hidrograf satuan digunakan persamaan segitiga dan kemudian gunakan persamaan:

$$Qt = Q_p \cdot \text{Exp}^{-\left(\frac{t-TR}{K}\right)} \dots\dots\dots (2.35)$$

**c) Metode Hidrograf Sintetik Nakayasu**

Parameter yang diperlukan dalam analisa menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu antara lain:

1. Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak hidrograf (*Time to Peak Magitude*)
2. Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (*Time Lag*)
3. Tenggang waktu hidrograf (*Time Base of Hydrograph*)
4. Luas daerah pengaliran (*Catchment Area*)
5. Panjang alur sungai utama terpanjang (*Length of The Longest Channel*)
6. Koefisien pengaliran (*Run off Coefficient*)

Debit puncak banjir:

Rumus:

$$Q_P = \frac{C.A.R_0}{3,6(0,3T_p+T_{0,3})} \dots\dots\dots (2.36)$$

Dengan:

$Q_P$ =  $Q_{maks}$ , merupakan debit puncak banjir ( $m^3 / dtk$ )

$C$  = koefisien aliran

$A$  = luas DAS (sampai ke outlet) ( $km^2$ )

$R_0$ = hujan satuan (mm)

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

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

Persamaan hidrograf satuan:

1) Pada kurva naik (*Rising limb*)

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

$$Q_t = Q_{maks} \left[ \frac{t}{T_p} \right]^{2,4} \dots\dots\dots (2.37)$$

Dengan:

$Q_t$  = unsur aliran sebelum mencapai debit puncak ( $m^3/det$ )

$t$  = waktu (jam)

2) Pada kurva turun (*Recession limb*)

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

$$Q_t = Q_{maks} * 0,3^{\frac{t-T_p}{T_{0,3}}} \dots\dots\dots (2.38)$$

b.  $(T_p + T_{0,3}) \leq t < (T_p + T_{0,3} + 2,5 T_{0,3})$

$$Q_t = Q_{maks} * 0,3^{\frac{t-T_p+5T_{0,3}}{1,5T_{0,3}}} \dots\dots\dots (2.39)$$

c.  $t \geq (T_p + T_{0,3} + 2,5 T_{0,3})$

$$Q_t = Q_{maks} * 0,3^{\frac{t-T_p}{T_{0,3}}} \dots\dots\dots (2.40)$$

Unsur-unsur waktu untuk perhitungan debit pada persamaan hidrograf satuan sintetik Nakayasu adalah:

$$T_p = t_g + 0,8.t_r \dots\dots\dots (2.41)$$

$$T_{0,3} = \alpha . T_g \dots\dots\dots (2.42)$$

Dengan:

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

$T_g$  = waktu konsentrasi hujan (jam)

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

$\alpha$  = parameter hidrograf

$t_r = 0,5 \times t_g$  sampai  $1 \times t_g$

$t_g = 0,4 + 0,058 L$  ; untuk  $L \geq 15$  km ..... (2.43)

$t_g = 0,7 \cdot 0,21L^{0,7}$  ; untuk  $L \leq 15$  km ..... (2.44)

$t_r = 0,5 \cdot s/d t_g$  .  $t_r = t_g$  ..... (2.45)

$T_{0,3} = \alpha \cdot t_g$  ..... (2.46)

Dengan:

$t_r$  = Waktu curah hujan

$t_g$  = Waktu konsentrasi (jam)

$L$  = Panjang sungai utama (km) Untuk:

$\alpha = 2,0$  : Daerah pengaliran biasa

$\alpha = 1,5$ : Bagian naik hidrograf yang lambat dan bagian menurun yang cepat.

$\alpha = 3,0$ : Bagian naik hidrograf yang cepat dan bagian menurun yang lambat.

### 2.3. Pemodelan Dengan HEC-RAS

Program HEC-RAS merupakan aplikasi program dari ASCE (American Society Of Civil Engineers). Program aplikasi ini menggunakan langkah-langkah standar sebagai dasar perhitungannya. Kemampuan HEC-RAS menghitung aliran variasi lambat, kondisi tunak, kondisi tunak di penampang saluran prismatic atau non-prisma untuk aliran subkritis dan superkritis dan tidak stabil Itu saja. Aplikasi program ini menghitung profil muka air di sepanjang penampang sungai. Data masukan untuk program ini adalah data profil sungai, profil sungai, parameter hidraulik sungai (staffing dan kemiringan sungai), parameter rekayasa sungai, debit (debit desain), dan tinggi muka air muara. Program yang disebut HEC-RAS (Sistem Analisis Sungai Pusat Rekayasa Hidrologi) digunakan untuk menganalisis kapasitas awal sungai. Perangkat lunak ini dapat digunakan untuk melakukan perhitungan aliran tunak dan tidak tunak. Sungai Rennen merupakan sungai alami dengan karakter tidak beraturan (bergelombang) dan berliku-liku, yaitu aliran

yang mantap. Program HEC-RAS digunakan untuk mempercepat proses komputasi sehubungan dengan aliran yang terjadi dalam bentuk aliran yang tidak seragam. Sedangkan untuk sungai dan kanal buatan dengan penampang yang seragam, aliran yang dihasilkan berupa aliran seragam, yang dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan kontinuitas dan rumus Manning. Komponen utama dari analisis HEC-RAS adalah:

- Perhitungan perhitungan profil permukaan air pada aliran tunak.
- Simulasi aliran sementara dan perhitungan profil ketinggian air.

Komponen-komponen tersebut menggunakan proses literasi untuk menghitung profil ketinggian air dari input data yang diolah sesuai standar dan standar yang dipersyaratkan oleh paket ini. Keluaran dari program ini dapat berupa grafik atau tabel. Ini termasuk diagram aliran, penampang, profil, kurva evaluasi, hidrograf (hidrograf langkah dan hidrograf aliran), dan representasi dari variabel hidrolis lainnya. Selain itu, dapat mewakili kombinasi penampang. Penampang ini membentuk jalur aliran tiga dimensi dengan alirannya.

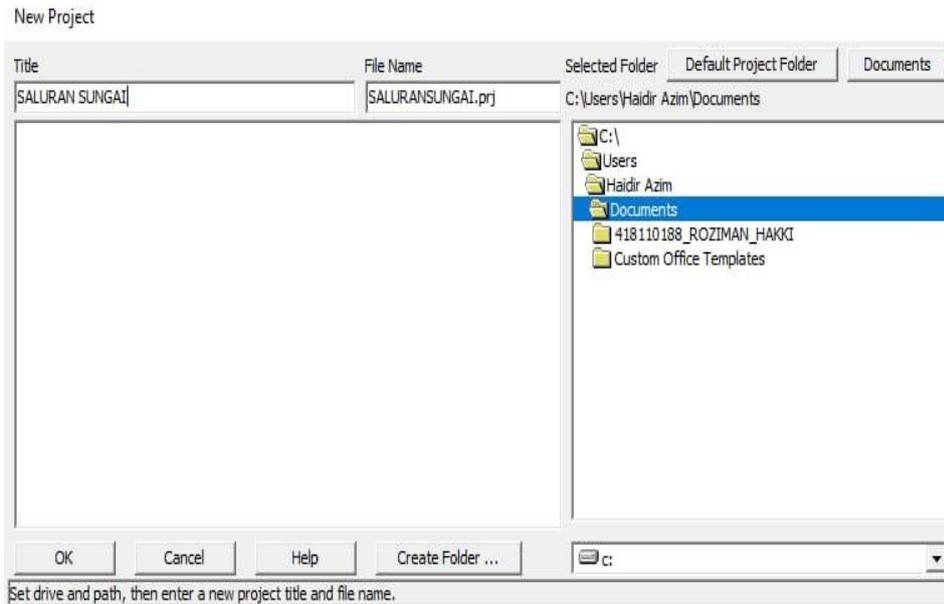
### **2.3.1. Langkah – langkah menggunakan HEC-RAS**

Dalam mengoperasikan program HEC-RAS 5.0.7 ada beberapa langkah yang harus dilakukan.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam mengoperasikan program HEC-RAS 5.0.7 sebagai berikut:

#### **1. Pertama New project**

Langkah pertama dalam mengembangkan model hidrolis di HEC-RAS adalah menyimpan pekerjaan atau proyek baru anda dengan menentukan direktori tujuan dan memasukkan judul. Untuk memulai proyek baru, buka menu File di jendela utama HEC-RAS dan pilih Proyek Baru. Layar Proyek Baru ditampilkan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4 di bawah ini.

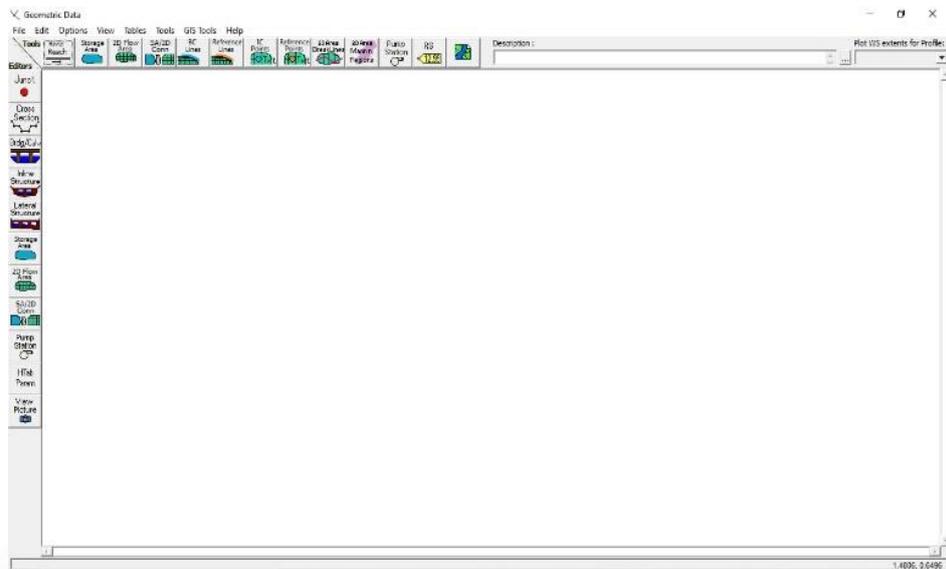


**Gambar 2.4** Jendela New Project

Masukkan judul proyek dan nama file. Nama file harus memiliki ekstensi ".prj". Kemudian tekan "Oke". Klik tombol OK dan akan muncul kotak pesan yang menunjukkan judul dan direktori tempat pekerjaan disimpan. Jika informasi dalam kotak pesan sudah benar, tekan OK. Jika tidak, tekan Batal untuk kembali ke tampilan Proyek Baru.

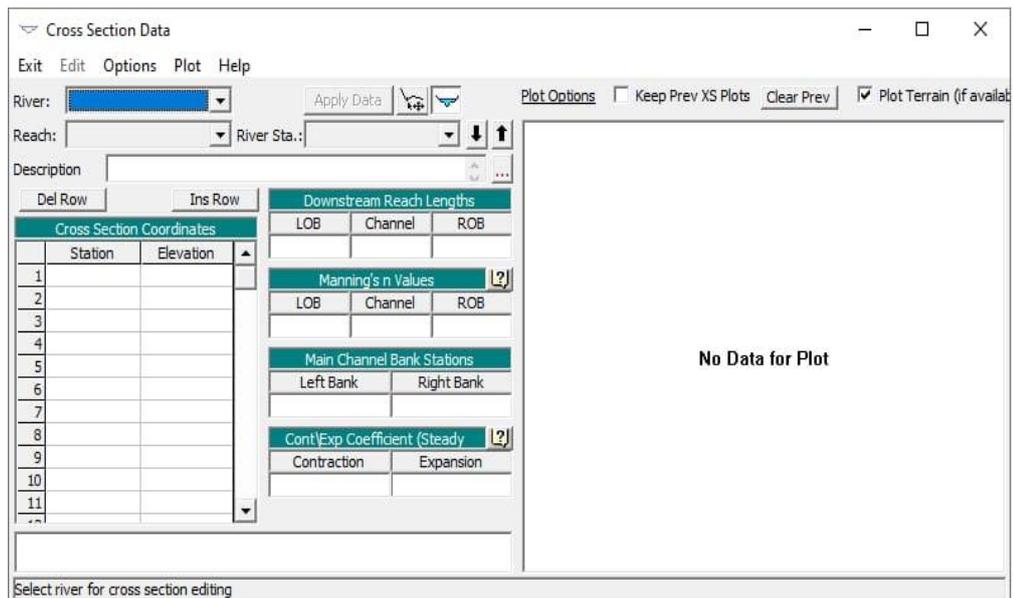
## 2. Masukkan data bentuk geometri

Sebelum memasukkan data geometri dan aliran, perlu ditentukan sistem satuan mana yang 'Bahasa Inggris atau Metrik'. digunakan. Langkah ini dilakukan dengan memilih Sistem Unit dari menu Opsi di jendela utama HEC-RAS. Langkah selanjutnya adalah memasukkan data geometri yang dibutuhkan. Ini terdiri dari skema sistem aliran, data bagian dan data hidrolis bangunan. Data bentuk dimasukkan dengan memilih [Data bentuk] dari menu [Edit] di jendela utama. Setelah memilih opsi ini, jendela Data Geometri akan muncul seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5. (Membuka pekerjaan baru menghasilkan layar kosong).



**Gambar 2.5** Jendela geometri data

1. Menggambar diagram alir Langkah pertama dalam memasukkan data geometri adalah menggambar diagram sistem aliran. Ini dilakukan baris demi baris dengan menekan tombol River Reach dan menggambar jalur dari hulu ke hilir (arah positif). Setelah jalur ditarik, masukkan nama sungai dan bagian (luas). Jika bagian sungai bertemu, masukkan juga nama persimpangannya.
2. Input data penampang Setelah menggambar diagram alir, masukan data penampang dan data hidrolik konstruksi. Menekan tombol bagian akan memanggil editor bagian. Editor ini ditunjukkan pada Gambar 2.6. Seperti yang ditunjukkan, setiap penyeberangan memiliki nama sungai (Sungai), bagian (Jangkauan), stasiun sungai, dan deskripsi untuk membantu menggambarkan lokasi penyeberangan dalam sistem sungai. "Stasiun sungai" tidak benar-benar mengacu pada lokasi penampang sistem sungai dalam hal "mil atau kilometer", tetapi dalam bentuk angka (1, 2, 3, dst). ). Bagian diurutkan dari nomor stasiun sungai tertinggi ke nomor stasiun sungai terendah. Dalam sistem sungai, bagian yang memuat sebagian besar stasiun sungai berada di hulu. Contoh tampilan gambar ditunjukkan pada Gambar 2.6 di bawah ini.



**Gambar 2.6** Jendela editor data Cross Section

Data input yang diperlukan untuk setiap penampang ditampilkan di editor data penampang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6 Untuk memasukkan data bagian:

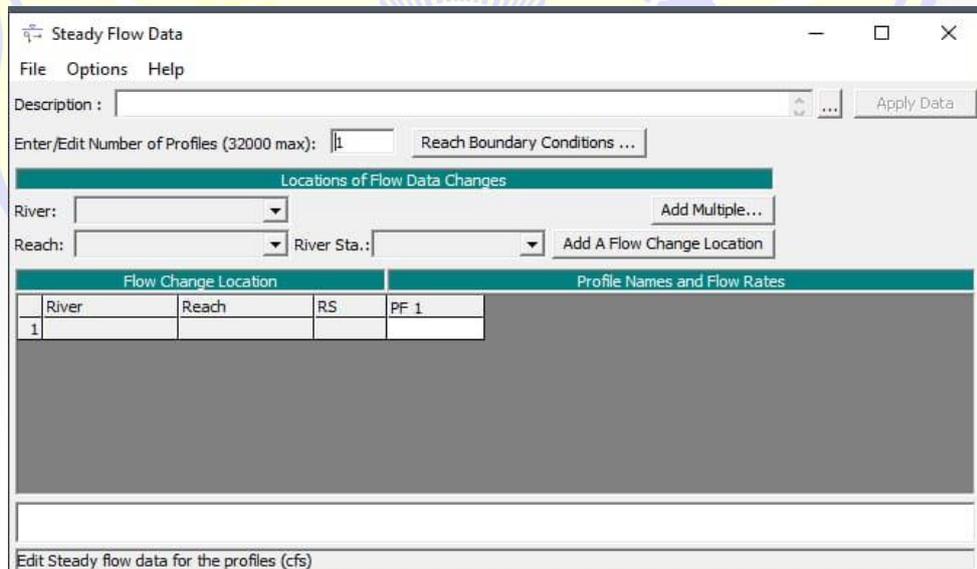
1. Tekan panah di kotak Sungai dan Bagian untuk memilih bagian sungai dan sungai yang ingin Anda masukkan data bagiannya.
2. Dari menu Opsi, pilih Tambah Bagian Baru. Kotak masukan akan muncul. Masukkan nomor stasiun sungai untuk bagian baru dan tekan OK.
3. Masukkan semua data yang diperlukan. Data yang dibutuhkan adalah data yang terdapat pada layar editor bagian.
4. Masukkan informasi tambahan yang diperlukan (bendungan, hambatan aliran, dll.) dari menu Opsi.
5. Tekan tombol Terapkan Data. Setelah memasukkan semua data geometri, simpan menggunakan Save Geometry Data As pada menu File tampilan utama Geometry Data Editor.

Data yang dibutuhkan adalah:

- 1) Beri nama sungai dan jangkauan dan gunakan panah negara untuk memilih sungai dan jangkauan yang data bagiannya ingin disertakan di dalam kotak.
- 2) Uraian dengan informasi tambahan tentang lokasi penampang di sistem sungai.

- 3) Koordinat X-Y penampang. Tabel ini digunakan untuk memasukkan informasi stasiun dan elevasi dari bagian tersebut. Penampang melintang stasiun (koordinat x) dimasukkan ke hilir dari kiri ke kanan.
  - 4) Jarak bagian ke bagian bawah (panjang jangkauan hilir). Jarak ini dibagi menjadi jarak tepi kiri (LOB), saluran utama (channel), dan tepi kanan (ROB).
  - 5) Koefisien kekasaran Manning (nilai-n Manning). Ini terdiri dari koefisien tepi kiri, saluran utama dan tepi kanan.
  - 5) Stasiun bank saluran utama. Titik akhir saluran utama.
  - 6) Koefisien penyusutan dan ekspansi
3. Masukkan data aliran stabil

Setelah memasukkan semua data geometri, langkah selanjutnya adalah memasukkan data aliran tunak yang dibutuhkan. Pilih Steady Flow Data dari menu Edit pada tampilan utama HEC-RAS. Editor Data Aliran Berkelanjutan ditampilkan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7 di bawah ini.



**Gambar 2.7** Jendela editor data aliran Steady Flow

#### 1) aliran data

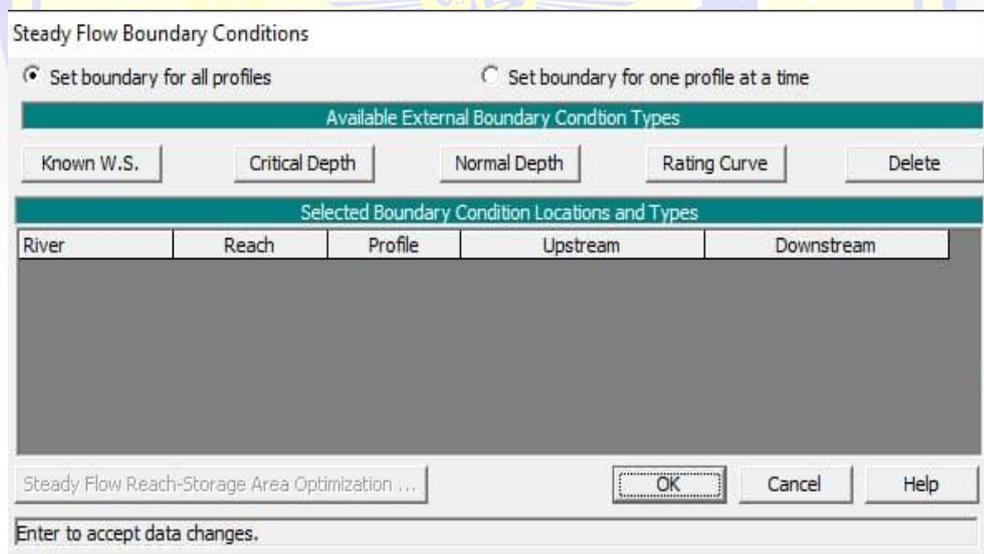
Data yang dibutuhkan adalah:

- Jumlah profil untuk dihitung.
- aliran data maksimum; dan
- Data yang dibutuhkan untuk kondisi batas.

Pertama masukkan jumlah profil yang akan dihitung, lalu masukkan data aliran. Aliran data dimasukkan langsung ke dalam tabel. Aliran data dimasukkan dari hulu ke hilir. Setelah data aliran dimasukkan, besar aliran diasumsikan konstan sampai nilai aliran mencapai lokasi yang berbeda. Untuk menambahkan lokasi perubahan aliran ke tabel, pilih sungai dan segmen sungai di mana perubahan aliran besar terjadi. Kemudian pilih stasiun yang diinginkan dan tekan Tambahkan lokasi perubahan aliran. Lokasi perubahan aliran ditambahkan ke tabel. Setiap profil secara otomatis dinamai dengan nomor profil (PF1, PF2, dll.). Nama profil ini dapat diubah dari menu Opsi, Edit Nama Profil. Nama profil ini biasanya diganti dengan panjang periode ulang banjir/sungai yang mendasarinya (misalnya 10 tahun, 50 tahun, dll.).

## 2) kondisi batas

Setelah memasukkan semua data aliran ke dalam tabel, langkah selanjutnya adalah menentukan kondisi batas yang dibutuhkan. Tekan tombol Kondisi Batas untuk memasukkan data kondisi batas. Tampilan gambar ditunjukkan pada Gambar 2.8 di bawah ini.



**Gambar 2.8** Jendela editor kondisi batas

Kondisi batas diperlukan untuk menentukan ketinggian air awal di ujung "atas dan bawah" sistem sungai. Level air awal diperlukan agar program dapat mulai menghitung. Untuk DAS subkritis, kondisi batas hanya diperlukan di ujung hilir sistem sungai. Saat menghitung DAS superkritis, kondisi batas hanya diperlukan

di ujung hulu sistem sungai. Saat melakukan perhitungan rezim aliran campuran, kondisi batas harus dimasukkan di kedua ujung sistem aliran. Editor batasan berisi daftar tabel untuk setiap bidang. Setiap segmen memiliki kendala hulu dan hilir. Kondisi batas internal secara otomatis tercantum dalam tabel tergantung pada bagaimana sistem aliran didefinisikan di Editor Data Geometri. Pengguna hanya diminta untuk memasukkan kondisi batas eksternal yang diperlukan. Untuk memasukkan kondisi batas, pilih lokasi yang diinginkan dalam tabel dengan penunjuk mouse. Kemudian pilih batasan dari empat jenis yang tersedia.

- i. Ketinggian permukaan air yang diketahui. Kondisi ini mengharuskan pengguna untuk memasukkan ketinggian air yang diketahui untuk setiap profil.
- ii. kedalaman kritis. Jika batasan ini dipilih, pengguna tidak akan diminta informasi tambahan. Program akan menghitung kedalaman kritis untuk setiap profil dan menggunakannya sebagai syarat batas.
- iii. Kedalaman normal; Tipe ini meminta pengguna untuk memasukkan gradien energi yang ingin mereka gunakan untuk menghitung kedalaman normal (persamaan Manning) di lokasi tersebut. Kedalaman normal dihitung untuk setiap profil berdasarkan kemiringan yang Anda masukkan. Jika kemiringan energi tidak diketahui, pengguna harus memasukkan kemiringan muka air atau kemiringan dasar saluran untuk memperkirakan.
- iv. Kurva evaluasi. Memilih jenis ini akan meminta pengguna untuk memasukkan kurva ketinggian debit. Setiap profil menambahkan ketinggian di atas kurva. Fitur tambahan di Editor Kendala memungkinkan pengguna untuk menentukan berbagai jenis kendala per profil di satu tempat. Untuk melakukan ini, pilih opsi Batasi ke satu profil pada satu waktu di bagian atas tampilan. Jika Anda memilih opsi ini, tabel akan berisi baris untuk setiap profil di setiap lokasi. Pengguna dapat mengubah jenis kendala dengan memilih lokasi dan profil yang diinginkan. setidaknya kondisi batas.

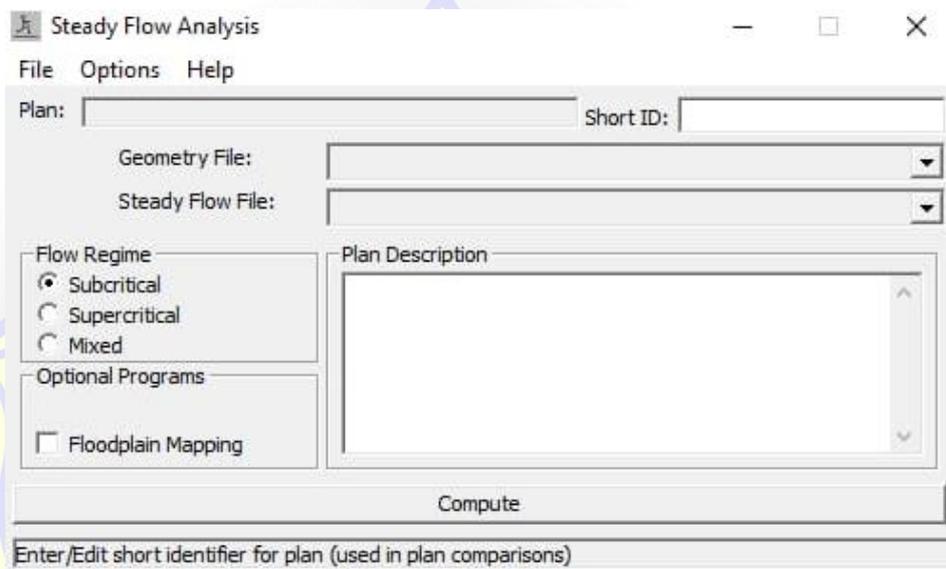
#### 4. Save data

Langkah terakhir dalam membuat data aliran tunak adalah menyimpan informasi yang Anda buat. Untuk menyimpan data, pilih Save Flow Data As

dari menu Steady Flow Data Editor File.

#### 5. Jalankan perhitungan (run data)

Setelah memasukkan semua data geometri dan aliran, pengguna dapat mulai menghitung profil ketinggian air. Untuk menjalankan simulasi, pilih Steady Flow Analysis dari menu Run pada tampilan utama HEC-RAS. Layar analisis aliran tunak muncul seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.9 di bawah ini.



**Gambar 2.9** Tampilan steady flow analysis

Sebelum memulai perhitungan, tentukan dulu geometri dan aliran data (rencana) mana yang akan dihitung. Kemudian pilih rezim saat ini yang diinginkan. Perhitungan dilakukan dengan menekan tombol Hitung pada jendela Analisis Aliran Stabil. Saat Anda menekan tombol ini, HEC-RAS akan mengemas semua data dari paket yang dipilih dan menuliskannya ke file yang dapat dieksekusi.

#### 6. Keluaran data hasil

Setelah menjalankan data, program HEC-RAS mendapatkan beberapa data keluaran. Namun, data yang disajikan di sini sangat mendasar berikut datanya:

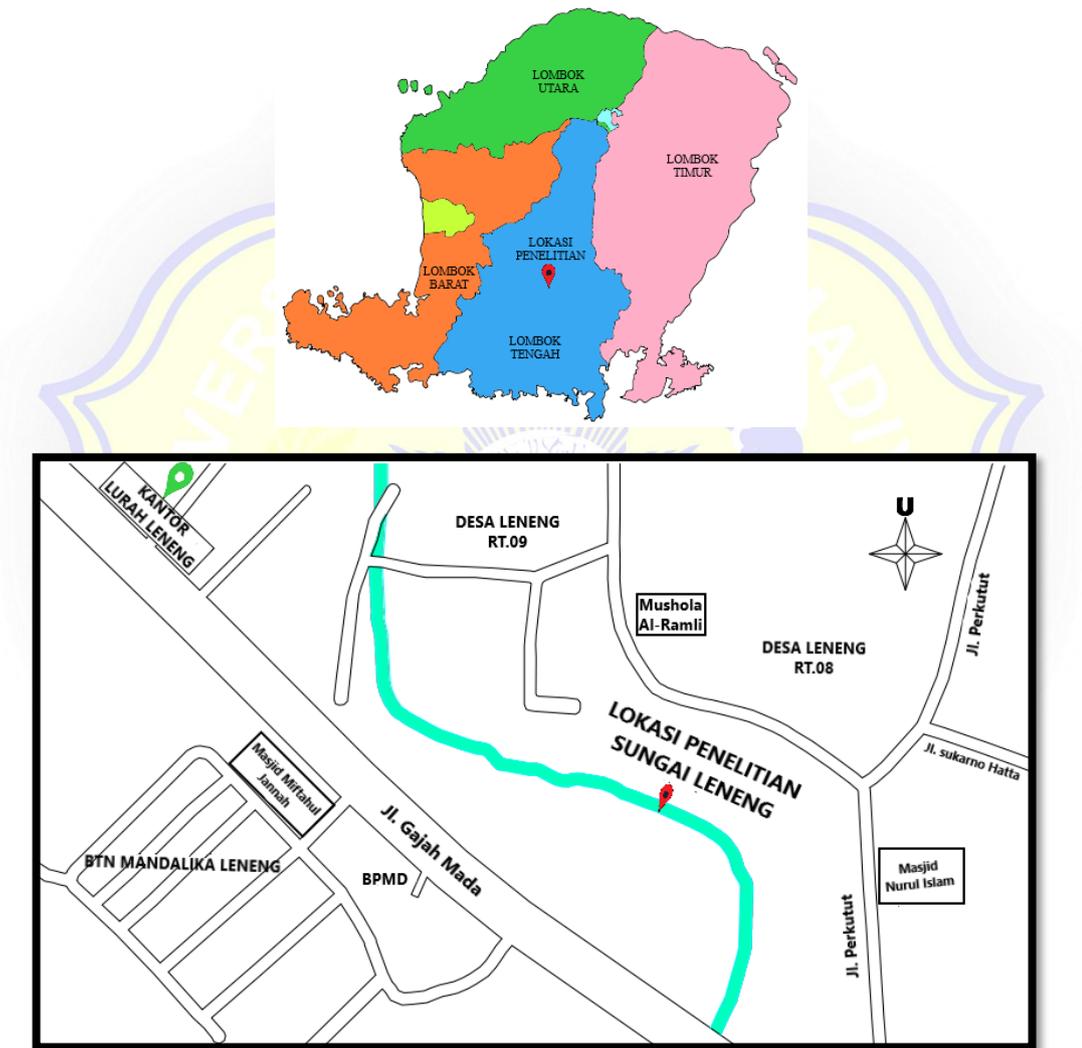
- 1) Bagian Lintas Data
- 2) Data ketinggian air (bentuk permukaan air)
- 3) data jarak jauh
- 4) Data profil ketinggian air, debit, dll. (tabel profil)

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan di sepanjang ruas Sungai Leneng yang meluap di kelurahan Leneng, Kabupaten Lombok Tengah. Untuk peta lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 sebagai berikut:



**Gambar 3.1** Peta Lokasi Penelitian Kabupaten Lombok Tengah

#### 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

- Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil survei langsung dilapangan. Adapun data yang diperoleh dari hasil survei adalah data dimensi eksisting sungai Leneng.

- Data sekunder

Data sekunder yaitu data curah hujan dimoneter melalui stasiun pengukuran hujan. Data yang akan di analisis yaitu data curah hujan dari 3 stasiun yaitu, stasiun Pengadang, stasiun Mangkung dan stasiun Batujai. Lamanya periode pencatatan data curah hujan yang tersedia adalah selama 15 tahun (tahun 2007 sampai dengan 2021) yang didapatkan dari instansi Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara 1 (BWSNT 1).

### 3.4. Analisis Data

Dengan didapatnya data selanjutnya masuk pada tahap analisis data. Adapun tahapan dalam menganalisis data antara lain:

#### 3.4.1 Analisis Hidrologi

Analisis Hidrologi yang digunakan dalam perhitungan menggunakan data dari stasiun hujan yang terkait. Dalam hal ini digunakan 3 stasiun yaitu, stasiun Pengadang, stasiun Mangkung Dan stasiun Batujai. Tahapan yang dilakukan dalam Analisis hidrologi antara lain:

1. Uji konsistensi data dengan menggunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*).
2. Analisis curah hujan rerata dengan menggunakan metode aljabar
3. Analisis Frekuensi hujan rencana cara yang dipakai adalah dengan menggunakan metode distribusi
4. Perhitungan Kesesuaian Distribusi yang dilakukan dengan dua cara yaitu dengan Uji Chi kuadrat dan Uji *Smirnov Kolmogorov*
5. Intensitas curah hujan rencana dilakukan dengan menggunakan metode menonobe

6. Analisis debit banjir rencangan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu (HSS Nakayasu)

### 3.4.2 Analisis Hidrolika

Analisis hidrolik bertujuan untuk mengetahui kapasitas sungai Leneng dalam menampung debit rancangan. Dalam melakukan analisa hidrolika, digunakan program HEC-RAS untuk melakukan perhitungan.

Langkah-langkah analisa hidrolika dengan program HEC-RAS adalah sebagai berikut:

1. Persiapan data

Data yang digunakan dalam yaitu data elevasi sungai dalam bentuk gambar potongan melintang (*cross section*) dan potongan memanjang (*long section*) serta data debit kala ulang 25 tahun.

2. Nilai kekasaran penampang (n)

Data kekasaran penampang sungai yang digunakan merupakan data yang diperoleh dari nilai koefisien manning n (Chow, 1959). Data kekasaran penampang yang digunakan adalah  $n=0,030$ .

3. Peniruan skema alur sungai

Alur sungai yang dimaksud adalah menggambar bentang sungai dengan panjang berdasarkan data yang sudah didapat dari gambar desain potongan memanjang.

4. Input data elevasi

Menginput data elevasi sungai bertujuan untuk mendesain penampang sungai secara otomatis yang akan dihasilkan oleh Program HEC-RAS versi 5.0.7. Masing-masing penampang sungai harus diinput berdasarkan elevasi masing-masing penampang sungai. Bagian penampang sungai yang diinput adalah penampang melintang sungai.

5. Aliran steady flow

Dalam Program HEC-RAS terdapat dua jenis aliran, yaitu aliran tetap (*steady flow*) dan aliran tidak tetap (*unsteady flow*). Dalam hal ini jenis aliran yang akan digunakan adalah aliran tetap (*steady flow*) karena sungai Leneng merupakan termasuk dalam jenis aliran tetap (*steady flow*).

#### 6. Input data debit

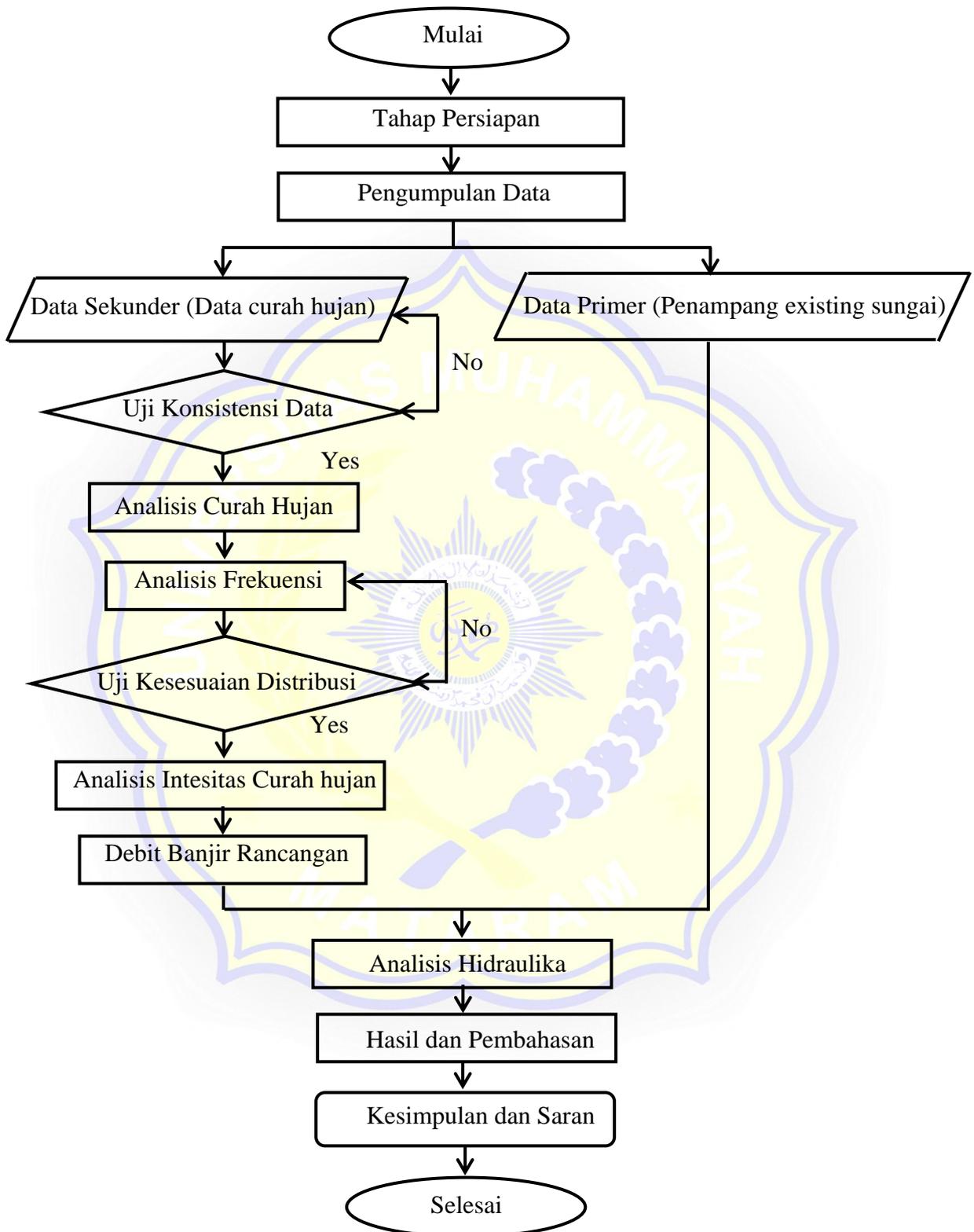
Berdasarkan nilai debit yang diperoleh dari perhitungan yang digunakan adalah data debit kala ulang 25 tahun.

#### 7. Output data hasil pemodelan dengan HEC-RAS 5.0.7

Setelah data diinput maka selanjutnya adalah *me-running* data. Data yang sudah diinput akan dianalisa secara otomatis dengan program HEC-RAS. Kemudian hasil analisi data tersebut akan menghasilkan output data penampang sungai melintang, penampang sungai memanjang dan data debit banjir.



### 3.5. Bagan Alir



Gambar 3.5. Bagan alir penelitian