

SKRIPSI

PERENCANAAN TANGGUL PADA TEBING
SUNGAI BATANG KUANTAN
(Studi Kasus : Munsalo Kopah Kab. Kuansing)

Diajukan Kepada Universitas Islam Kuantan Singingi Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata 1 (S-1) Teknik Sipil



Disusun Oleh :

DIKI NANDA PUTRA

NPM : 160204008

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM KUANTAN SINGINGI
TELUK KUANTAN
2022



LEMBAR PERSETUJUAN
PERENCANAAN TANGGUL PADA TEBING
SUNGAI BATANG KUANTAN
(STUDI KASUS : Munsalo Kopah, Kab. Kuantan Singingi)

Yang Dipersiapkan Dan Disusun Oleh

DIKI NANDA PUTRA

NPM. 160204008

Skripsi ini telah disetujui untuk dilaksanakan ujian pada tanggal 28 Oktober
2022.

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

CHITRA HERMAWAN, S.T., M.T.
NIDN. 1022068901

ADE IRAWAN, S.T., M.T.
NIDN. 1027117901



LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

PERENCANAAN TANGGUL PADA TEBING

SUNGAI BATANG KUANTAN

(STUDI KASUS : Munsalo Kopah, Kab. Kuantan Singingi)

Diajukan Kepada Universitas Islam Kuantan Singingi
Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana
Strata 1 (S-1) Teknik Sipil

Disusun Oleh :

DIKI NANDA PUTRA

NPM : 160204008

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

CHITRA HERMWAN, S.T, M.T.
Dosen Pembimbing I

Tanggal : 28 Oktober 2022

ADE IRAWAN, S.T., M.T.
Dosen Pembimbing II

Tanggal : 28 Oktober 2022



LEMBAR TIM PENGUJI

SKRIPSI

PERENCANAAN TANGGUL PADA TEBING

SUNGAI BATANG KUANTAN

(STUDI KASUS : Munsalo Kopah, Kab. Kuantan Singingi)

Disusun Oleh :

DIKI NANDA PUTRA

NPM : 160204008

Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji

Pada Hari Kamis, Tanggal 28 Oktober 2022 Pada Program Studi

Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi

Ketua :

RIA ASMERI JAFRA,S.T.,M.T. : ()

Pembimbing I :

CHITRA HERMAWAN,S.T.,M.T. : ()

Pembimbing II :

ADE IRAWAN,S.T.,M.T. : ()



Penguji I :

SURYA ADINATA,S.T.,M,T. : ()

Penguji II :

DWI VISTI RURIANTI,S.T.,M.T. : ()

HALAMAN PENGESAHAN

JUDUL PERENCANAAN TANGGUL PADA TEBING
SUNGAI BATANG KUANTAN

(STUDI KASUS : MUNSALO KOPAH, KAB. KUANTAN
SINGINGI)

NAMA DIKI NANDA PUTRA

NPM 160204008

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan di depan Dewan Penguji pada sidang skripsi tanggal 28 Oktober 2022. Menurut pandangan kami, skripsi ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana Teknik (S.T)

Teluk Kuantan, 28 Oktober 2022

Disahkan oleh Dewan Penguji :

Jabatan dalam Sidang	Nama Dewan Penguji	Tanda Tangan
Ketua Sidang	Ria Asmeri Jafra, S.T.,M.T.	
Pembimbing I	Chitra Hermawan, S.T.,M.T.	



Pembimbing II	Ade Irawan, S.T.,M.T.	
Penguji Utama	Surya Adinata, S.T.,M.T.	
Penguji Anggota	Dwi Visti Rurianti, S.T.,MT.	

**Dekan
Fakultas Teknik**

**Ketua,
Program Studi Teknik Sipil**

Chitra Hermawan, S.T., M.T
NIDN. 1022068901

Ade Irawan, S.T.,M.T.
NIDN. 1027117901

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini, Saya:

Nama : Diki Nanda Putra

NPM : 160204008

Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul :

“Perencanaan Tanggul Pada Tebing Sungai Batang Kuantan (Studi Kasus : Munsalo Kopah, Kab. Kuantan Singingi)”.

Apabila suatu saat nanti terbukti melakukan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan berupa pencabutan gelar akademik, serta sanksi lainnya sesuai norma yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Teluk Kuantan, 16 November 2022

Penulis

DIKI NANDA PUTRA

NPM : 160204008



MOTTO

“Harga kebaikan manusia adalah diukur menurut apa yang telah dilaksanakan/diperbuatnya”.
(Ali Bin Abi Thalib)

“Sukses adalah saat persiapan dan kesempatan bertemu”
(Bobby Unser)

“Jangan terlalu ambil hati dengna ucapan seseorang, kadang manusia punya mulut tapi belum tentu punya pikiran”.
(Albert Einstein)

“Jangan pergi mengikuti kemana jalan akan berujung. Buat jalanmu sendiri dan tinggalkanlah jejak”.
(Ralph Waldo Emerson)



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : DIKI NANDA PUTRA
Tempat /Tanggal lahir : Muara lembu 08 - 06 - 1995
Anak ke : 1 (PERTAMA)
Alamat : MUARA LEMBU
No Handphone : 082288393034
Email :dikinandaputra08@gmail.com
Nama Orang Tua
Ayah : AJISMAN

Ibu : JAHLELAWATI

Riwayat Pendidikan Terakhir : S1 TEKNIK SIPIL

Riwayat Pekerjaan :-

ABSTRAK

Sungai Munsalo adalah salah satu sungai di Desa Kopah yang rawan banjir. Perencanaan pengendalian banjir di sungai Munsalo dapat dilakukan apabila debit banjir rencana disungai ini diketahui.

Analisis debit banjir rencana menggunakan metode Rasional yang selanjutnya diolah menggunakan aplikasi *Hec-Ras* untuk melihat ketinggian muka air sungai Munsalo.

Dari hasil perhitungan data curah hujan maksimum tahunan untuk DAS Munsalo didapat hujan rancangan untuk kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun adalah 526,10 mm, 720,10 mm, 775,74 mm, 809,50 mm.

Berdasarkan perhitungan curah hujan rancangan untuk debit banjir rancangan DAS Munsalo berdasarkan kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun adalah 84 m³/detik, 144 m³/detik, 123,1 m³/detik, 128 m³/detik.

Koefisien pengaliran untuk masing-masing luasan Perkebunan, Peumahan, Sawah, Sungai adalah 0,4 C, 0,15 C, 0,6 C, 0,63 C. Desain Tanggul untuk sungai Munsalo didapat Tinggi Muka Air 30 m, Tinggi jagaan 60 cm, Lebar Mercu 3m, Kemiringan 1:2.

Kata kunci : Debit banjir rencana, Rasional, Hec-Ras.



ABSTRCT

Munsalo River is one of the rivers in Kopah Village which is prone to flooding. Planning for flood control in the Munsalo river can be carried out if the planned flood discharge for this river is known.

The design flood discharge analysis uses the Rational method which is then processed using the Hec-Ras application to see the water level of the Munsalo river.

From the calculation of the maximum annual rainfall data for the Munsalo watershed, the design rain for the return periods of 2 years, 5 years, 10 years, 25 years is 526.10 mm, 720.10 mm, 775.74 mm, 809.50 mm.

Based on the calculation of the design rainfall for the design flood discharge of the Munsalo watershed based on the return periods of 2 years, 5 years, 10 years, 25 years, it is 84 m³/second, 144 m³/second, 123.1 m³/second, 128 m³/second.

The coefficient of flow for each area of Plantation, Housing, Rice Fields,



Rivers is 0.4 C, 0.15 C, 0.6 C, 0.63 C. The embankment design for the Munsalo river has a water level of 30 m, a guard height of 60 cm, Lighthouse Width 3m, Slope 1:2.

Keywords : Planned flood discharge, Rational, Hec-Ras.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita ucapkan kehadiran ALLAH SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya kepada kita semua, sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat dalam sistem akademik terutama Jurusan Teknik Sipil untuk memenuhi kewajiban dalam meraih gelar sarjana Strata 1 dalam bentuk tulisan ilmiah.

Skripsi ini berjudul **“PERENCANAAN TANGGUL PADA TEBING SUNGAI BATANG KUANTAN (Studi Kasus : Munsalo kopah Kab. Kuansing)”**.

Dengan selesainya Skripsi ini, atas peran serta dari semua pihak-pihak yang mendukung dan berkompeten dalam membantu kami, untuk itu diucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. H. Nopriadi, S.K.M., M.Kes., selaku Rektor Universitas Islam Kuantan Singingi.
2. Bapak Chitra Hermawan, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik

Universitas Islam Kuantan Singingi.

3. Bapak ADE Irawan, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil.
4. Bapak Chitra Hermawan, S.T., M.T., Selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak Ade Irawan, S.T., M.T., Selaku Dosen Pembimbing II.
6. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi.
7. Orang Tua yakni Ayah dan Ibu tercinta beserta saudara-saudara tercinta yang tidak henti-hentinya memberikan dukungan dan motivasi terus menerus.
8. Angkatan tahun 2016 Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi.
9. Sahabat dan Rekan-rekan seperjuangan yang telah memberikan motivasi dan bantuan serta dia yang selalu membuat saya termotivasi.
10. Semua pihak yang terlibat dalam pembuatan proposal skripsi ini.

Kami menyadari dalam penulisan proposal skripsi ini masih banyak terdapat kekurangannya, untuk itu saran dan pendapat demi kesempurnaan Proposal Skripsi ini kami terima dengan senang hati.

Teluk Kuantan, Oktober

2022

Penulis,

DIKI NANDA PUTRA

NPM : 160204008

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN DEPAN SKRIPSI	
LEMBAR PENGESAHAN.....	
LEMBAR TIM PENGUJI.....	
HALAMAN PENGESAHAN.....	
LEMBAR PERSETUJUAN.....	
LEMBAR ORISINALITAS	
MOTTO.....	
SURAT PERNYATAAN.....	
PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS.....	
ABSTRAK.....	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR NOTASI	vii
DAFTAR LAMPIRAN	
BAB I PENDAHULUAN.....	1

	1.1	Latar Belakang.....	1
	1.2	Rumusan Masalah.....	2
	1.3	Tujuan Penelitian.....	2
	1.4	Batasan Masalah.....	3
BAB II		TINJAUAN PUSTAKA.....	4
	2.1	Daerah Aliran Sungai.....	4
	2.2	Studi Terdahulu.....	5
	2.3	Penelitian Saat Ini.....	8
BAB III		LANDASAN TEORI.....	9
	3.1	DAS.....	9
	3.2	Bentuk – Bentuk Das.....	9
	3.3	Pola Aliran Sungai.....	10
	3.4	Banjir.....	12
	3.5	Curah Hujan.....	13
	3.6	Analisis Curah Hujan.....	14
	3.7	Perhitungan Curah Hujan Rancangan.....	15
	3.8	Distribusi Frekuensi.....	16
	3.9	Metode Rasional.....	25
	3.10	Dimensi Tanggul.....	28
BAB IV		METODE PENELITIAN.....	30
	4.1	Waktu Dan Tempat Penelitian.....	30
	4.2	Teknik Pengumpulan Data.....	30
	4.3	Tahap Penelitian.....	31
	4.4	Teknik Analisis Data.....	31
	4.5	Bagan Alir Penelitian.....	31
	4.6	Jadwal Penelitian.....	33
BAB V		ANALISA PEMBAHASAN.....	34
	5.1	Penentuan Daerah Aliran Sungai.....	34
	5.2	Data Curah Hujan Maksimum.....	35
	5.3	Analisis Frekuensi Hujan Rencana.....	36
	5.4	Analisis Debit Banjir.....	41
	5.5	Debit Banjir.....	42

	5.6	Aplikasi Hec-Ras.....	42
	5.7	Desain Tanggul.....	46
BAB VI		KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
	6.1	Kesimpulan.....	47
	6.2	Saran.....	48
		DAFTAR PUSTAKA.....	

DAFTAR TABEL

		Halaman
BAB III	LANDASAN TEORI.....	9
	3.11 Reduced Variabel.....	17
	3.12 Reduced Mean.....	17
	3.13 Reduced SN.....	18
	3.14 Faktor Frekuensi.....	18
	3.15 Variabel Standar Log Normal.....	20
	3.16 Variabel Standar Log Person III Positif.....	22
	3.17 Variabel Standar Log Person III Negatif.....	23
	3.18 Syarat Parameter STatistik Distribusi.....	24
	3.19 Koefisien Limpasan.....	25
	3.20 Tinggi Jagaan Tanggul.....	29
	3.21 Lebar Mercu Tanggul.....	29
BAB IV	METODE PENELITIAN.....	30
	4.7 Jadwal Penelitian.....	32
BAB V	ANALISA PEMBAHASAN.....	33
	5.8 Data Curah Hujan Tahunan.....	35

5.9	Hitungan Statistik Hujan Max DAs.....	36
5.10	Syarat Parameter Statistik Distribusi.....	37
5.11	Uji Kecocokan Sebaran.....	37
5.12	Hasil Uji Chi Square.....	38
5.13	Hujan Rencana Berbagai Periode Ulang.....	39
5.14	Perhitungan Koefisien Pengaliran.....	40
5.15	Debit Banjir.....	41

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
BAB III	
LANDASAN TEORI.....	9
3.22 Tipe Das Bulu Burung.....	9
3.23 Tipe Das Radial.....	10
3.24 Tipe Das Paralel.....	10
3.10 Bagian Tanggul.....	28
BAB IV	
METODE PENELITIAN.....	29
4.8 Peta Lokasi Penelitian.....	29
4.9 Bagan Alir.....	31
BAB V	
ANALISA PEMBAHASAN.....	33
5.16 Peta Das Munsalo.....	34

DAFTAR NOTASI

DAS = Daerah Aliran Sungai

Ck = Koefisien Kurtosis

Cv = Koefisien Variasi

Cs = Koefisien

Kemencengan HSS =

Hidrograf Satuan Sintetik A

= Luas Das

SIM = Faktor Simetri

FK = Faktor Keamanan

n = Jumlah Data

Yt = Reduced Variabel

Y_n = Reduced Mean

S_n = Reduced Standart Deviasi

S_x = Standart Deviasi

X_i = Curah Hujan Maksimum

Z = Faktor

Frekuensi

K_t = Standart

Variabel X_{rt} =

Rata-Rata Hitungan

Q = Debit air limpasan ($m^3/detik$)

C = Koefisien run-off

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran yang diperoleh dari peta luasan DAS (ha)

C_i = Keofisien limpasan Sub DASke i

A_i = Luas Tangkapan Daerah (km^2)

I = intensitas hujan (mm/jam)

R = hujan sehari (mm)

T_c = *time of concentrations* (jam)

L = panjang sungai utama (km^2)

H = beda tinggi antara titik tertinggi dengan titik terendah pada *catchment area* (m)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 . Data Curah Hujan, Desain Tanggul

Lampiran 2. Dokumentasi Lapangan

Lampiran 3. Lembar Asistensi

BAB I

PENDAHULAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kabupaten Kuantan Singingi merupakan daerah yang memiliki banyak aliran sungai. Setiap Daerah Aliran Sungai (DAS) memiliki karakteristik pengaliran dan debit banjir yang sangat berbeda-beda. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa hal diantaranya bentuk topografi daerah aliran sungai, tata guna lahan, tipologi sungai (panjang, kemiringan, dan jumlah), tinggi dan durasi curah hujan daerah.

Perencanaan pengendalian banjir, pengamanan sungai, dan struktur bangunan air lainnya di Sungai Kopah dapat dilakukan dengan baik apabila debit banjir rencana disungai tersebut diketahui. Debit banjir rancangan adalah debit banjir maksimum yang mungkin terjadi pada daerah dengan peluang kejadian tertentu. Untuk menaksir banjir rancangan digunakan cara hidrograf banjir yang didasarkan oleh parameter dan karakteristik daerah pengalirannya.

Tujuan utama tanggul adalah untuk mencegah [banjir](#) di dataran yang dilindunginya. Bagaimanapun, tanggul juga mengungkung aliran air sungai, menghasilkan aliran yang lebih cepat dan muka air yang lebih tinggi. Tanggul juga dapat ditemukan di sepanjang pantai, di mana gumuk / gundukan [pasir](#) pantainya tidak cukup kuat, di sepanjang sungai untuk melindungi dari banjir, di sepanjang danau atau [polder](#). Tanggul juga dibuat untuk tujuan empoldering/membentuk batasan perlindungan untuk suatu area yang tergenang serta suatu perlindungan militer. Tanggul bisa jadi hasil pekerjaan tanah yang permanen atau hanya konstruksi darurat, biasanya terbuat dari kantong pasir sehingga dapat dibangun secara cepat saat banjir melanda.

Metode rasional merupakan metode perkiraan limpasan puncak yang populer dan digunakan secara luas karena kesederhanaan dan kemudahan dalam penerapannya, namun hanya efektif untuk luas Daerah Aliran Sungai (DAS) yang kecil. Variabilitas hujan yang cukup tinggi pada DAS dengan luasan yang lebih besar menyebabkan penggunaan metode rasional kurang tepat. Pengembangan metode rasional perlu dilakukan sehingga metode ini dapat diaplikasikan untuk luas DAS yang lebih besar. Besarnya limpasan dengan metode rasional merupakan fungsi dari koefisien limpasan $C(Y)$. Dalam penelitian ini perhitungan $C(Y)$ dianalisis dengan metode rasional probabilistik (Probabilistic Rational Method). Nilai $C(10)$ digunakan sebagai base value dan dibandingkan dengan nilai $C(Y)$ sehingga diperoleh faktor frekuensi wilayah ($F(Y)$). Nilai $F(Y)$ regional yang digunakan adalah nilai meannya. Nilai $C(10)$ kemudian dipetakan/diregresikan sehingga diperoleh penggambaran nilai $C(10)$ secara regional. Besarnya limpasan untuk masing-masing kala ulang ($Q(Y)$) dapat dihitung dan kemudian dibandingkan dengan $Q(Y)$ berdasarkan hasil analisis frekuensi debit terukur, hasil analisis nilai koefisien limpasan berdasarkan tata guna lahan (landuse), hasil analisis regresi nilai $C(Y)$ sebagai fungsi dari luas penggunaan lahan (landuse) dan berdasarkan hujan dan karakteristik morfometri DAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode rasional probabilistik (Probabilistic Rational Method) yang menghasilkan peta nilai $C(10)$ secara regional, dapat digunakan untuk perhitungan perkiraan limpasan dengan luas DAS mencapai 450 Km², dan memiliki rerata penyimpangan yang lebih kecil jika dibandingkan dengan perkiraan limpasan berdasarkan $C(Y)$ landuse, persamaan regresi $C(Y)$ sebagai fungsi dari luas penggunaan lahan (landuse), dan perkiraan limpasan regional berdasarkan morfometri DAS.

1.2 Perumusan Masalah

- a. Bagaimana hasil perhitungan debit banjir menggunakan metode

Rasional ?

- b. Bagaimana dimensi tanggul yang akan dibuat di Daerah Aliran Sungai Munsaloh kopa?

1.3 Tujuan Dan Kegunaan Hasil Penelitian

- a. Menghitung debit banjir menggunakan metode Rasional
- b. Menghitung dimensi tanggul yang akan dibuat di Daerah Aliran Sungai Munsalo kopah.

1.4 Batasan Masalah

- a. Perhitungan debit banjir rancangan pada daerah aliran Sungai Munsalo kopah dengan memanfaatkan data yang ada menggunakan Metode Rasional.
- b. Dalam penulisan ini nantinya penulis hanya sampai pada pendimensian tanggul dalam upaya mengatasi banjir yang terjadi di Daerah Aliran Sungai Munsalo kopah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu wilayah kesatuan ekosistem yang dibatasi oleh pemisah topografi dan berfungsi sebagai pengumpul, penyimpan penyalur air, sedimen dan unsur hara dalam sistem sungai dan mengeluarkannya melalui outlet tunggal. Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah dimana semua airnya mengalir kedalam suatu sungai yang dimaksudkan. Daerah ini umumnya dibatasi oleh batas topografi, yang berarti ditetapkan berdasarkan pada aliran permukaan, dan bukan ditetapkan berdasarkan pada air bawah tanah karena permukaan air tanah selalu berubah sesuai dengan musim dan tingkat kegiatan pemakaian. (Sri Harto, 1993)

Definsi lain menyatakan Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang menerima, menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkan ke laut atau danau melalui satu sungai utama. Dengan demikian suatu DAS akan dipisahkan dari wilayah DAS yang lain disekitarnya oleh batas alam (topografi) berupa punggung bukit atau gunung. Dengan demikian seluruh wilayah daratan habis terbagi

kedalam unit-unit Daerah Aliran Sungai (DAS).

Daerah Aliran Sungai yang diartikan sebagai bentang lahan yang dibatasi oleh pembatas topografi yang menangkap, menampung dan mengalirkan air hujan ke suatu titik putusan (outlet) telah secara luas diterima sebagai satuan unit pengolahan sumber daya alam yang ada didalam DAS. (IPB 2002).

Secara umum DAS mempresentasikan suatu daerah dimana hujan yang jatuh atau aliran permukaan yang terjadi didalam daerah tersebut akan mengalir menuju outlet DAS. Dengan kata lain, hujan atau aliran permukaan yang terjadi di luar DAS yang bersangkutan, tidak akan memberikan kontribusi debit terhadap outlet DAS yang ditinjau tersebut. Batas DAS dapat ditentukan berdasarkan peta topografi, dimana secara umum limpasan bergerak dari lahan dengan elevasi tinggi menuju lahan dengan elevasi rendah, dengan arah pergerakan tegak lurus garis kontur elevasi.

Karakteristik dasar DAS yang memiliki pengaruh terhadap besarnya limpasan antara lain adalah luas DAS, bentuk, panjang saluran, kemiringan, jenis tanah, dan tutupan lahan. Cakupan luas suatu DAS bervariasi mulai dari beberapa puluh meter persegi sampai dengan ratusan ribu hektar yang memiliki komponen-komponen masukan yaitu curah hujan, komponen output yaitu debit aliran dan polusi/sedimen, dan komponen proses yaitu manusia, vegetasi, tanah, iklim dan topografi.

2.2 Studi Terdahulu

1. **Jeffier Andrew (2018)**, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado, dengan judul penelitian *Analisis Debit Banjir Sungai Ranoyapo Menggunakan Metode Hss Gama-I Dan Hss Limantara*. Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah mendapatkan nilai debit banjir rencana menggunakan metode HSS Gama I dan HSS Limantara, selanjutnya akan dilihat metode mana yang memberikan hasil paling mendekati besaran debit banjir rencana dengan menggunakan analisis frekuensi. Dari

hasil analisis, debit banjir rencana dengan berbagai kala ulang di setiap metode, memberikan hasil yang beragam. Hasil terbesar adalah HSS Gama I dan yang terkecil metode Melchior. Dalam perbandingan nilai debit banjir rencana antara HSS dan analisis frekuensi, maka HSS Limantara paling mendekati nilai debit banjir analisis frekuensi.

ktu turun lebih lambat.

2. **Vera Wim Andiese (2019)**, Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu. Dengan judul penelitian, *Pengujian Metode Hidrograf Satuan Sintetik Gamma I Dalam Analisis Debit Banjir Rancangan Das Bangga*. Dalam penelitiannya dijelaskan bahwa dalam merencanakan proyek-proyek teknik sipil yang berkaitan dengan pengaturan dan pemanfaatan air, dibutuhkan suatu analisis hidrologi, sehingga dalam mendesain serta menganalisis faktor-faktor utama dalam pelaksanaan suatu proyek seperti keamanan dan nilai ekonomis, aspek hidrologi tidak dapat diabaikan. Merencanakan bangunan air secara optimal artinya mampu mempertahankan kekuatan dan umur bangunan itu sendiri, sehingga dalam periode penggunaannya, bangunan tersebut diharapkan dapat dilalui dengan aman oleh banjir yang terjadi sampai ketinggian debit maksimum tanpa adanya kerusakan pada bangunan tersebut. Permasalahan yang terjadi adalah berapa besar debit yang harus disalurkan melalui bangunan yang besarnya tidak tentu dan berubah-ubah karena adanya banjir. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan suatu perhitungan hidrologi khususnya analisis banjir rancangan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan nilai debit banjir rancangan Sungai Bangga dengan mengolah data curah hujan dengan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik Gama I dan data debit sungai dengan menggunakan metode distribusi hidrologi yang sesuai dengan parameter statistic untuk mengolah data curah hujan, serta memberikan gambaran bagaimana debit

banjir rancangan yang diperoleh dengan mengolah data curah hujan dan data debit sungai. Sehingga diperoleh kesimpulan dari penelitian tersebut adalah : Terjadi perbedaan yang cukup besar antara Debit Banjir Rancangan hasil olahan data curah hujan dengan menggunakan metode hidrograf Satuan Sintetik Gama I terhadap debit banjir rancangan hasil olahan data debit sungai (terukur) dengan menggunakan metode distribusi log person III. Dimana nilai perbedaan untuk kala ulang berturut-turut 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun yaitu sebesar 2052.9328%, 1633.7338%, 1578.8311%, 1380.4368%, 1251.4076% dan 1136.2231%

Perbedaan yang cukup besar dapat disebabkan oleh :

- a. Jumlah stasiun curah hujan pada DAS Bangga hanya 2 stasiun sehingga asumsi hidrograf satuan tentang hujan merata diseluruh DAS sulit terwakili selain itu data hujan yang manual sehingga data yang diperoleh dalam waktu 24 jam sedangkan analisis hidrologi memerlukan data agihan hujan jam-jaman yang hanya diperoleh dari stasiun pencatat hujan otomatis.
 - b. Luas DAS Bangga yang terlalu kecil (69,04 km²) dibandingkan dengan untuk luas DAS maksimum yang disarankan yakni 3250km².
3. **Muhammad Sofii (2020)**, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember, dengan judul penelitian *Studi Perencanaan Perbaikan Tanggul Sungai Gembolo Kec. Pungging Kab. Mojokerto*. Perencanaan perbaikan tanggul sungai Gembolo ini dimulai dengan analisa hidrologi untuk menentukan debit aliran yang melalui sungai Gembolo. Analisa hidrolika dilakukan untuk mengetahui dimensi penampang sungai Gembolo. Analisa stabilitas lereng tanggul menggunakan program Slope-W dari Geo-Slope, kemudian dilanjutkan dengan disain perkuatan lereng. Hasil analisa hidrologi dengan kala ulang Q25 sebesar 302.355 m³ /dt dan Q50 sebesar 349.060 m³ /dt. Analisa hidrolika menunjukkan bahwa dimensi

penampang sungai pada P.5-P.7 dan P.8-P.4 tidak dapat menampung besarnya debit banjir rencana Q50 sebesar 349.060 m³ /dt. Sedangkan dimensi penampang sungai pada P.9-P.3 tidak dapat menampung besarnya debit banjir rencana Q25 sebesar 302,355 m³ /dt dan Q50 sebesar 349.060 m³ /dt, sehingga seluruh section berpotensi mengalami luapan. Untuk hasil perhitungan analisa stabilitas lereng dengan menggunakan bantuan program Geo-Slope yaitu pada kondisi muka air normal Fs pada patok 5 sebesar 3,503, patok 4 sebesar 2,699 dan patok 3 sebesar 3,295, sedangkan pada kondisi muka air penuh Fs pada patok 5 sebesar 3,904, patok 4 sebesar 3,092 dan patok 3 sebesar 3,813, sehingga diperoleh angka keamanan (safety factor) lebih besar 1,2. Dari hasil perhitungan stabilitas lereng diatas dapat disimpulkan bahwa lereng pada Patok 5, 4 dan 3 dinyatakan aman dari longsor, sehingga longsor yang pernah terjadi di sungai Gembolo disebabkan akibat pukulan arus sungai (water hummer) dengan kecepatan rata-rata 4,839 m/dt. Untuk mengatasi pukulan arus sungai (water hummer) diperlukan disain perkuatan lereng yang baik dan benar dengan cara memperhatikan kondisi lokasi sungainya, sehingga pada perbaikan tanggul Sungai Gembolo ini didapat hasil dimensi perkuatan lereng untuk penempatan pondasi perkuatan lereng berada 1,5 m dibawah batas dasar sungai. Pondasi yang digunakan adalah pondasi rendah (standar), selain itu juga dibuat konsolidasi pondasi ringan guna mencegah kerusakan-kerusakan akibat gerusan arus sungai untuk masa yang akan datang. Untuk kemiringan perkuatan lereng dibuat sama kemiringan perkuatan lereng pada lokasi tanggul yang tidak mengalami kerusakan yaitu 1 : 2. Bahan yang digunakan adalah pasangan batu dengan pengikat dari adukan semen pasir dengan ketebalan perkuatan lerengnya untuk bagian atas 30 cm dan bagian bawah 100 cm

4. Penelitian Saat Ini

Setelah penulis mempelajari penelitian-penelitian terdahulu, maka **Diki Nanda Putra (2022)** mengambil judul "*Perencanaan Tanggul Pada Tebing Sungai Batang Kuantan*" untuk mengetahui besar debit banjir rancangan pada DAS tersebut dengan periode ulang tertentu menggunakan persamaan sesuai dengan Metode Hidrograf Satuan Sintetik yang digunakan dan mengetahui perencanaan dimensi tanggul untuk Daerah Aliran Sungai Munsalo.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 DAS

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang di batasi punggung-punggung gunung dimana air hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan ditampung oleh punggung gunung tersebut dan akan dialirkan melalui sungai-sungai kecil ke sungai utama (Asdak, 1995). DAS termasuk suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. (PP No 37 tentang Pengelolaan DAS, Pasal 1.

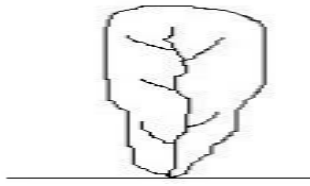
Daerah aliran sungai (Watershed) atau dalam skala luasan kecil disebut Catchment Area adalah suatu wilayah daratan yang dibatasi oleh punggung bukit atau batas-batas pemisah topografi, yang berfungsi menerima, menyimpan dan mengalirkan curah hujan yang jatuh di atasnya ke alur-alur sungai dan terus mengalir ke anak sungai dan ke sungai utama, akhirnya bermuara ke danau/waduk atau ke laut.

3.2 Bentuk-Bentuk Daerah Aliran Sungai (DAS)

Bentuk-bentuk DAS dapat dibagi dalam empat macam antara lain:

1. Bulu Burung

Aliran air dari anak sungai mengalir ke sungai utama, aliran dari masing-masing anak sungai tersebut tidak saling bertemu pada titik yang sama. Dengan demikian potensi terjadinya banjir kecil karena aliran air tidak langsung bertemu pada satu titik.



Gambar 3.1 Tipe DAS Bulu Burung

Sumber : (*Sri Harto, 1993*)

2. Radial

Bentuk DAS menyerupai lingkaran, aliran sungai dari tiap-tiap anak sungai berkumpul menuju satu titik. Banjir sering pada titik-titik pertemuan anak sungai.

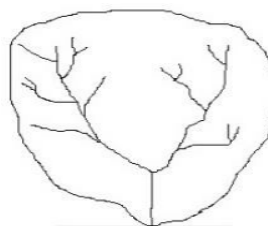


Gambar 3.2 Tipe DAS Radial

Sumber : (*Sri Harto, 1993*)

3. Paralel

DAS dengan bentuk paralel memiliki dua jalur aliran sungai utama yang kemudian bersatu di bagian hilir, Potensi banjir sangat tinggi dikarenakan aliran air bertemu pada satu titik.



Gambar 3.3 Tipe DAS Paralel

Sumber :(*Sri Harto, 1993*)

4. Kompleks

DAS berbentuk kompleks maksudnya dapat terdiri dari beberapa tipe DAS di atas dalam satu DAS.

3.3 Pola Aliran Sungai

DAS berbentuk kompleks maksudnya dapat terdiri dari beberapa tipe DAS di atas dalam satu DAS. Pola aliran suatu sungai dapat terbentuk oleh sungai-sungai yang lainnya secara bersama-sama. Dalam suatu DAS sungai-sungai (baik utama maupun cabang) secara keseluruhan membentuk suatu pola jaringan. Umumnya dipengaruhi oleh struktur geologi daerah.

Arthur D.Howard telah mengklasifikasikan pola aliran sungai dalam beberapa kategori meliputi pola dasar, modifikasi pola dasar dan gabungan modifikasi pola dasar. Adapun pola aliran sungai yang diksifikasikan menurut Arthur D.Howard adalah sebagai berikut:

1. Dendritik

Pola berbentuk cabang/mendaun ini umumnya terbentuk pada lapisan sedimen mendatar, sedimen-sedimen yang satu jenis atau batuan yang mempunyai resistensi yang sama. Bentuk pola ini menyerupai pelebaran bentuk silang pohon beringin. Pola ini berkembang di bebatuan yang cenderung homogen dan tidak melalui kontrol struktur.

2. Paralel

Pola yang berbentuk sejajar ini umumnya berbentuk pada daerah dengan kemiringan umum lereng menengah sampai terjal, atau pada singkapan batuan yang lebar dan sejajar serta miring.

3. Tredis

Pola berbentuk pagar ini terbentuk pada daerah batuan sedimen yang miring atau terlipat pada daerah batuan sedimen yang terubah. Dapat juga pada daerah dengan patahan yang saaling tegak lurus

atau pada daerah dengan bukit-bukit sejajar.

4. Rectangular

Pola berbentuk menyudut ini hampir sama dengan trellis, hanya jumlah sungai yang lebih sedikit.

5. Radial

Pola yang berbentuk memencar ini muncul pada daerah dengan bentuk berhubungan atau bentuk kerucut, dan biasanya dijumpai pada daerah pegunungan. Pola pengaliran radial memiliki dua karakteristik yaitu:

- a. Sistem sentripugal (menyebar keluar dari titik pusat), berarti bahwa daerah tersebut berbentuk kerucut.
- b. Sistem sentripetal (menyebar ke arah titik pusat), memiliki arti bahwa daerah tersebut berbentuk cekungan.

6. Annular

Pola berbentuk cincin ini terletak di daerah sekitar bubungan (kubah) terutama bila terdapat percampuran batuan yang lunak dan keras, sehingga sungai ini mengalir sejajar arah lapisan, anak-anak sungai searah dengan kemiringan lapisan.

7. Multibasinal

Pola dengan banyak cekungan ini muncul pada basement berbagai variasi dengan kondisi geologinya. Dapat terjadi pada daerah dengan banyak cekungan akibat pelarutan, atau daerah gunung api sekarang. Atau daerah yang belum ditemukan sebab-sebab cekungannya.

8. Kontorted

Pola ini muncul pada daerah dengan struktur geologi yang kompleks. Umumnya berasosiasi dengan batuan metamorfik kompleks dengan lipatan yang intensif, intrusi, kekar, dan sebagainya.

3.4 Banjir

Pola ini muncul pada daerah dengan struktur geologi yang kompleks. Umumnya berasosiasi dengan batuan metamorfik kompleks dengan lipatan yang intensif, intrusi, kekar, dan sebagainya. Banjir merupakan fenomena alam yang biasa terjadi di suatu kawasan yang banyak dialiri oleh aliran sungai. Secara sederhana banjir dapat didefinisikan sebagainya hadirnya air di suatu kawasan luas sehingga menutupi permukaan bumi kawasan tersebut. Dalam cakupan pembicaraan yang luas, kita bisa melihat banjir sebagai suatu bagian dari siklus hidrologi, yaitu pada bagian air di permukaan Bumi yang bergerak ke laut. Dalam siklus hidrologi kita dapat melihat bahwa volume air yang mengalir di permukaan Bumi dominan ditentukan oleh tingkat curah hujan, dan tingkat peresapan air ke dalam tanah.

Aliran Permukaan = Curah Hujan - (Resapan ke dalam tanah + Penguapan ke udara).

Air hujan sampai di permukaan Bumi dan mengalir di permukaan Bumi, bergerak menuju ke laut dengan membentuk alur-alur sungai. Alur-alur sungai ini di mulai di daerah yang tertinggi di suatu kawasan, bisa daerah pegunungan, gunung atau perbukitan, dan berakhir di tepi pantai ketika aliran air masuk ke laut. Secara sederhana, segmen aliran sungai itu dapat kita bedakan menjadi daerah hulu, tengah dan hilir.

1. Daerah hulu

Terdapat di daerah pegunungan, gunung atau perbukitan. Lembah sungai sempit dan potongan melintangnya berbentuk huruf "V". Di dalam alur sungai banyak batu yang berukuran besar (bongkah) dari runtuh tebing, dan aliran air sungai mengalir di sela-sela batu-batu tersebut. Air sungai relatif sedikit. Tebing sungai sangat tinggi. Terjadi erosi pada arah vertikal yang dominan oleh aliran air sungai.

2. Daerah tengah

Umumnya merupakan daerah kaki pegunungan, kaki gunung atau kaki bukit. Alur sungai melebar dan potongan melintangnya berbentuk huruf "U". Tebing sungai tinggi. Terjadi erosi pada arah

horizontal, mengerosi batuan induk. Dasar alur sungai melebar, dan didasar alur sungai terdapat endapan sungai yang berukuran butir kasar. Bila debit air meningkat, aliran air dapat naik dan menutupi endapan sungai yang di dalam alur, tetapi air sungai tidak melewati tebing sungai dan keluar dari alur sungai.

3. Daerah hilir

Umumnya merupakan daerah dataran. Alur sungai lebar dan bisa sangat lebar dengan tebing sungai yang relatif sangat rendah dibandingkan lebar alur. Alur sungai dapat berkelok-kelok seperti huruf "S" yang dikenal sebagai "meander". Di kiri dan kanan alur terdapat dataran yang secara teratur akan tergenang oleh air sungai yang meluap, sehingga dikenal sebagai "dataran banjir". Di segmen ini terjadi pengendapan di kiri dan kanan alur sungai pada saat banjir yang menghasilkan dataran banjir. Terjadi erosi horizontal yang mengerosi endapan sungai itu sendiri yang diendapkan sebelumnya.

3.5 Curah Hujan

Curah hujan yaitu jumlah air hujan yang turun pada suatu daerah dalam waktu tertentu. Alat untuk mengukur banyaknya curah hujan disebut *rain gauge*. Curah hujan diukur dalam harian, bulanan, dan tahunan. Pengertian curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) milimeter artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter. Intensitas hujan adalah banyaknya curah hujan persatuan jangka waktu tertentu. Apabila dikatakan intensitasnya besar berarti hujan lebat dan kondisi ini sangat berbahaya karena berdampak dapat menimbulkan banjir, longsor dan efek negatif terhadap tanaman.

Hujan itu termasuk salah satu bentuk dari "curahan (*precipitation*)".. Curahan adalah butir-butir air atau kristal es yang keluar dari awan. Bila curahan dapat mencapai bumi disebut hujan; apabila setelah keluar dari dasar awan tidak sampai ke bumi karena penguapan disebut virga. Butir air yang dapat keluar dari

awan dan mencapai bumi sekurang-kurangnya bergaris tengah 200 mikrometer; bila kurang dari 200 mikrometer, butir-butir air tersebut sudah habis menguap sebelum mencapai bumi (1 mikrometer = 0,001 cm).

Hujan diberi nama menurut ciri-cirinya. Hujan yang berupa es dinamakan hujan batu; umumnya berasal dari awan kumulonimbus yang tinggi. Hujan yang butir-butir airnya kecil disebut hujan gerimis; umumnya berasal dari awan stratus atau altostratus. Hujan yang turun sangat deras dan berlangsung sekejap dinamakan hujan curah (*shower*); umumnya berasal dari awan kumulonimbus.

3.6 Analisis Curah Hujan

Analisis frekuensi adalah prosedur memperkirakan frekuensi suatu kejadian pada masa lalu atau masa yang akan datang. Prosedur tersebut dapat digunakan menentukan hujan rancangan dalam berbagai kala ulang berdasarkan distribusi yang paling sesuai antara distribusi hujan secara teoritik dengan distribusi hujan secara empirik. Hujan rancangan ini digunakan untuk menentukan intensitas hujan yang diperlukan dalam perhitungan debit banjir menggunakan metode rasional. Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi metode yang dipakai dalam analisis frekuensi data curah hujan harian maksimum adalah sebagai berikut:

1. Distribusi Gumbel
2. Distribusi Log Pearson Tipe III
3. Distribusi Normal
4. Distribusi Log Normal

3.7 Perhitungan Curah Hujan Rancangan

Dalam analisis statistik data, terdapat parameter-parameter yang akan digunakan membantu dalam menentukan jenis sembaran yang tepat dalam menghitung besarnya hujan rencana.

Analisis parameter statistik yang digunakan dalam analisis data hidrologi yaitu: *central tendency* (mean), *simpangan baku* (standar deviasi), *koefisien variasi*, *kemencengan* (skewness) dan *koefisien puncak* (kurtosis).

3.7.1 Pengukuran Central Tendency (Mean)

Pengukuran central tendency adalah pengukuran yang mencari nilai rata-

rata kumpulan variabel (*mean*). Persamaan untuk mencari mean atau nilai rata-rata, diperlihatkan pada persamaan :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

3.7.2 Simpangan Baku (Standar Deviasi)

Standar deviasi adalah suatu nilai pengukuran dispersi terhadap data yang dikumpulkan. Standar deviasi adalah parameter pengukuran variabilitas yang paling cocok dalam analisis statistik. Standar deviasi dapat dihitung dengan rumus:

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{0,5}$$

3.7.3 Koefisien Kemencengan (*Skewness*)

Kemencengan (*Skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidak-simetrisn dari suatu bentuk distribusi. Dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3$$

3.7.4 Koefisien Variasi

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

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}}$$

3.7.5 Koefien Kurtosis

Kurtosis merupakan kepuncakan (*paekedmess*) distribusi. Biasanya hal

ini dibandingkan dengan distribusi normal yang mempunyai $C_k = 3$ dinamakan mesokurtik, $C_k < 3$ berpuncak tajam dinamakan leptokurtik, sedangkan $C_k > 3$ berpuncak datar dinamakan platikurtik.

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^4$$

- X_i = Nilai Varian Ke-i
- \bar{X} = Rerata
- S = Simpangan Baku
- C_s = Koefisien Asimetri
- C_v = Koefisien Variasi
- C_k = Koefisien Kurtosis
- n = Jumlah Data

3.8 Distribusi Frekuensi

Analisis frekuensi dapat dilakukan dengan seri data yang diperoleh dari rekaman data (data historik) baik data hujan maupun data debit. Dalam statistik dikenaaal beberapa jenis distribusi frekuensi. Yang banyak dikenal dalam hidrologi antara lain :

1. Distribusi Gumbel
2. Distribusi Normal
3. Distribusi Log Normal
4. Distribusi Log Person III

3.8.1 Distribusi Gumbel

$$X_t = \bar{x} + \left| \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n} \right| \times S_x$$

Dimana :

X_t = curah hujan rencana dalam periode ulang T tahun (mm/hari)

\bar{x} = curah hujan rata-rata hasil pengamatan (mm/hari)

Y_t = reduced variabel, parameter Gumbel untuk periode T tahun

Y_n = reduced mean, merupakan fungsi dari banyaknya data (n)

S_n = reduced standar deviasi, merupakan fungsi dari banyaknya data (n)

S_x = standar deviasi

X_i = curah hujan maksimum (mm)

Tabel 3.1 Reduced Variabel (Y_t) untuk Metode Gumbel

Periode Ulang	Reduced Variate
2	0.3665
5	1.5004
10	2.2510
20	2.9709
25	3.1993
50	3.9028
100	4.6012
200	5.2969
500	6.2149
1.000	6.9087
5.000	8.5188
10.000	9.2121

Sumber : (Suripin, 2004)

Tabel 3.2 Reduced Mean (Y_n) untuk Metode Gumbel

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5225	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5402	0,5402	0,5410	0,5418	0,5424	0,5432
40	0,5436	0,5422	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5519	0,5518
60	0,5521	0,5534	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5552	0,5555	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5595	0,5598	0,5599
100	0,5600									

Sumber : (Soewarno, 1995)

Tabel 3.3 Reduced Standar Deviasi (Sn)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	0,0696	1,0696	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1086
30	1,1124	1,1159	1,1159	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1436	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1623	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1759	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1859	1,1863	1,1863	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1945	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065									

Sumber : (Soewarno, 1995)

3.8.2 Distribusi Normal

$$X_t = \bar{x} + z S_x$$

Dimana :

X_t = curah hujan rencana (mm/hari)

\bar{x} = curah hujan maksimum rata-rata (mm/hari)

S_x = standar deviasi

z = faktor frekuensi

Tabel 3.4 Faktor Frekuensi Kt Untuk Metode Normal

No	Periode Ulang, T (tahun)	Peluang	Kt
1	1.001	0.999	-3.05
2	1.005	0.995	-2.58
3	1.01	0.990	-2.33
4	1.05	0.950	-1.64
5	1.11	0.900	-1.28
6	1.25	0.800	-0.84
7	1.33	0.750	-0.67
8	1.43	0.700	-0.52
9	1.67	0.600	-0.25
10	2	0.500	0
11	2.5	0.400	0.25
12	3.33	0.300	0.52
13	4	0.250	0.67
14	5	0.200	0.84
15	10	0.100	1.28
16	20	0.050	1.64
17	50	0.020	2.05
18	100	0.010	2.33
19	200	0.005	2.58

20	500	0.002	2.88
21	1.000	0.001	3.09

Sumber : (Suripin, 2004)

3.8.3 Distribusi Log Normal

$$X_t = \bar{x} + K_t \cdot S_x$$

Dimana :

X_t = besarnya curah hujan yang mungkin terjadi pada periode ulang T
= tahun (mm/hari)

S_x = standar deviasi

\bar{x} = curah hujan rata-rata (mm/hari)

K_t = standar variabel untuk periode T ulang tahun

Tabel 3.5 Variabel Standart Kt Untuk Log Normal

Koefisien Variasi (Cv)	Peluang Kumulatif P (%)					
	50	80	90	95	98	99
	Periode Ulang (Tahun)					
	2	5	10	20	50	100
0,0500	-0.0250	0.8334	1,2965	1,6863	2,1341	2,4570
0,1000	-0.0496	0.8222	1,3078	1,7247	2,2130	2,5489
0,1500	-0.0738	0.8085	1,3156	1,7598	2,2899	2,2607
0,2000	-0.0971	0.7926	1,3200	1,7911	2,3640	2,7761
0,2500	-0.1194	0.7746	1,3209	1,8183	2,4318	2,8805
0,3000	-0.1406	0.7646	1,3183	1,8414	2,5015	2,9866
0,3500	-0.1604	0.7333	1,3126	1,8602	2,5638	3,0890
0.4000	-0.1788	0.7100	1,3037	1,8746	2,6212	3,1870
0,4500	-0.1957	0.6870	1,2920	1,8848	2,6731	3,2799
0,5000	-0.2111	0.6626	1,2778	1,8909	2,7201	3,3673
0,5500	-0.2251	0.6379	1,2613	1,8931	2,7613	3,4488
0,6000	-0.2375	0.6129	1,2428	1,8915	2,7971	3,5211
0,6500	-0.2485	0.5879	1,2226	1,8866	2,8279	3,3930
0,7000	-0.2582	0.5631	1,2011	1,8786	2,8532	3,3663
0,7500	-0.2667	0.5387	1,1784	1,8677	2,8735	3,7118
0,8000	-0.2739	0.5118	1,1548	1,8543	2,8891	3,7617
0,8500	-0.2801	0.4914	1,1306	1,8388	2,9002	3,8056
0,9000	-0.2852	0.4686	1,1060	1,8212	2,9071	3,8137
0,9500	-0.2895	0.4466	1,0810	1,8021	2,9103	3,8762
1,0000	-0.2929	0.4254	1,0560	1,7815	2,9098	3,9035

Sumber : (Soemarto, 1999)

3.8.4 Distribusi Log Person III

Bentuk distribusi Log Person III merupakan hasil transformasi dari Distribusi Pearson tipe III dengan menggantikan variat nilai logaritma.

$$\text{Log } X_n = \sum_{i=1}^n \frac{\text{Log } x_i}{n}$$

Dimana :

X_i = titik tengah tiap interval kelas (mm)

X_{rt} = rata-rata hitungan (mm)

n = Jumlah

Hitung harga simpangan baku :

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \text{Log } X_{rt})^{0,5}}{n-1} \right]^{0,5}$$

Dimana :

S = standar deviasi

X_i = titik tengah tiap interval kelas (mm)

X_{rt} = rata-rata hitungan (mm)

n = jumlah kelas

Hitung koefisien kemencengan (C_s):

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \text{Log } X_{rt})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

Dimana :

C_s = koefisien kemencengan

S = standar deviasi

X_i = titik tengah tiap interval kelas (mm)

X_{rt} = rata-rata hitungan (mm)

n = jumlah kelas

Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus :

$$\text{Log } X_i = \text{Log } X_{rt} + k.S$$

Dimana :

S = standar deviasi

X_i = titik tengah tiap interval kelas (mm)

X_{rt} = rata-rata hitungan (mm)

K = variabel standar (standardized variable), tergantung C_s

Tabel 3.6 Variabel Standar K_t Untuk Log Person III Dengan Koefisien Skewness (C_s) Positif

Kemencengan (C_s)	Periode Ulang (Tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3,0	-0.360	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2,5	-0.360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,853	4,652	6,600
2,2	-0.330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200
2,0	-0.307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910

1,8	-0.282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,660
1,6	-0.254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	5,390
1,4	-0.225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110
1,2	-0.195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1,0	-0.164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540
0,9	-0.148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8	-0.132	,780	1,336	1,998	2,453	2,891	3,312	4,250
0,7	-0.116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0,6	-0.099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,960
0,5	-0.083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-0.066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949	3,670
0,3	-0.050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,2	-0.033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,380
0,1	-0.017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0,0	0.000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,362	2,576	3,090

Sumber : (Suripin, 2004)

Tabel 3.7 Variabel Standar Kt Untuk Log Person III Dengan Koefisien Skewness (Cs) Negatif

	Periode Ulang (Tahun)
--	-----------------------

Kemencengan (Cv)	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
-0.1	0,017	0,836	1,270	1,761	2,000	2,252	2,482	3,950
-0.2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,545	2,178	2,388	2,810
-0.3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0.4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
-0.5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0.6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0.7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150
-0.8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837	2,035
-0.9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
-1.0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-1.2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1.4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,465
-1.6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,216	1,280
-1.8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097	1,130
-2.0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	1,095	1,000

-2.2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907	0,910
-2.5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800	0,802
-3.0	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

Tabel 3.8 Syarat Parameter Statistik Distribusi

Jenis Distribusi	Persyaratan
Normal	$C_s = 0$
Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$
Gumbel	$C_s = 1,14$
Log Person tipe III	Selain nilai diatas

Sumber : (Departemen Pekerjaan Umum, 2010)

3.9 Metode Rasional

Intensitas hujan adalah tinggi curah hujan dalam periode tertentu yang dinyatakan dalam satuan mm/jam. Durasi adalah lamanya suatu kejadian hujan. Intensitas hujan yang tinggi pada umumnya berlangsung dengan durasi pendek dan meliputi daerah yang tidak sangat luas. Hujan yang meliputi daerah yang luas, jarang sekali dengan intensitas yang tinggi, tetapi dapat berlangsung dengan durasi cukup panjang. Kombinasi dari intensitas hujan yang tinggi dengan durasi yang panjang jarang terjadi, tetapi apabila terjadi berarti sejumlah besar volume air bagaikan ditumpahkan dari langit (Sudjarwadi, 1987 dalam Suroso & Hery, 2006) Dalam hal ini dapat mewakili total curah hujan atau periode hujan yang disingkat dengan curah hujan yang relatif seragam (Asdak, 1995). Intensitas hujan diartikan sebagai pengukuran curah hujan dilakukan untuk mengetahui jumlah dan lama curah hujan.

Dalam studi ini, rumus empiris untuk menghitung intensitas hujan dalam menentukan debit puncak dengan metode Rasional, digunakan rumus mononobe seperti persamaan berikut :

$$Q = 0,278 C \cdot I \cdot A$$

Dimana :

Q = Debit air limpasan (m³/detik)

C = Koefisien run-off

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran yang diperoleh dari peta luasan DAS (ha).

Tabel 3.9 Koefisien Limpasan untuk Metode Rasional

Deskripsi lahan/karakter permukaan	Koefisien aliran, C
Business	
Perkotaan	0.70-0.95
Pinggiran	0,50-0,70
Perumahan	
rumah tinggal	0,30-0,50
multiunit, terpisah	0,40-0,60
multiunit,tergabung	0,60-0,75
Perkampungan	0,25-0,40
Apartemen	0,50-0,70
Industri	
Berat	0,50-0,80

Bringan	0,60-0,90
Perkerasan	
Aspal Dan beton	0,70-0,95
batu bata, Paving	0,50-0,70
Atap	0,75-0,95
Deskripsi lahan/karakter permukaan	Koefisien aliran, C
Halaman tanah berpasir	
datar 2%	0,05-0,10
Rata-rata 2-7%	0,10-0,15
Curam 7%	0,15-0,20
Halaman tanah berat	
datar 2%	0,13-0,17
Rata-rata 2-7%	0,18-0,22
Curam 7%	0,25-0,35
Halaman Kereta Api	0,10-0,35
Taman,tempat bermain	0,20-0,35
Taman, perkuburan	0,10-0,25
Hutan	
Datar 0-5%	0,10-0,40
Bergelombang 5-10%	0,25-0,50
Berbukit 10-30%	0,30-0,60

Sumber : (McGuen 1989)

Koefisien Pengaliran adalah persentase jumlah air yang dapat mengalir melalui permukaan tanah dari keseluruhan air hujan yang jatuh pada suatu daerah. Semakin kedap suatu permukaan tanah, maka akan semakin tinggi nilai koefisien pengalirannya

$$C = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A_i}$$

Dimana

C_i = Koefisien limpasan Sub DAS ke i

A_i = Luas Tangkapan Daerah (km^2)

Intensitas curah hujan adalah besarnya air hujan yang jatuh ke permukaan bumi pada satuan luas (Kensaku Takeda dan Suyono.S). Dengan demikian apabila

diketahui curah hujan 1 mm berarti curah hujan tersebut adalah sama dengan 1 liter/ m^2 . Jadi curah hujan merupakan jumlah air hujan yang jatuh pada satu satuan luas. Satuan curah hujan dinyatakan dalam mm sedangkan derajat curah hujan dinyatakan dalam curah hujan per-satuan waktu dan disebut juga dengan intensitas hujan. Intensitas hujan (I) didapat dari persamaan :

$$I = \frac{R}{T_c} \quad (24)^{2/3}$$

I = intensitas hujan (mm/jam)

R = hujan sehari (mm)

T_c = *time of concentrations* (jam)

Menurut Suripin (2004), waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke tempat keluaran DAS (titik kontrol) setelah tanah menjadi jenuh. Dalam hal ini diasumsikan bahwa jika durasi hujan sama dengan waktu konsentrasi, maka setiap bagian DAS secara serentak telah menyumbangkan aliran terhadap titik

kontrol.

Pada saat waktu konsentrasi ini, seluruh daerah tangkapan telah memberikan sumbangan aliran pada titik kontrol. Waktu konsentrasi tergantung pada karakteristik daerah tangkapan, tata guna lahan, dan jarak lintasan air dari titik terjauh sampai di titik yang ditinjau.

Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$T_c = \frac{(0,869 \times L^0,385)}{H}$$

H

Dimana :

T_c = *time of concentrations* (jam)

L = panjang sungai utama (km²)

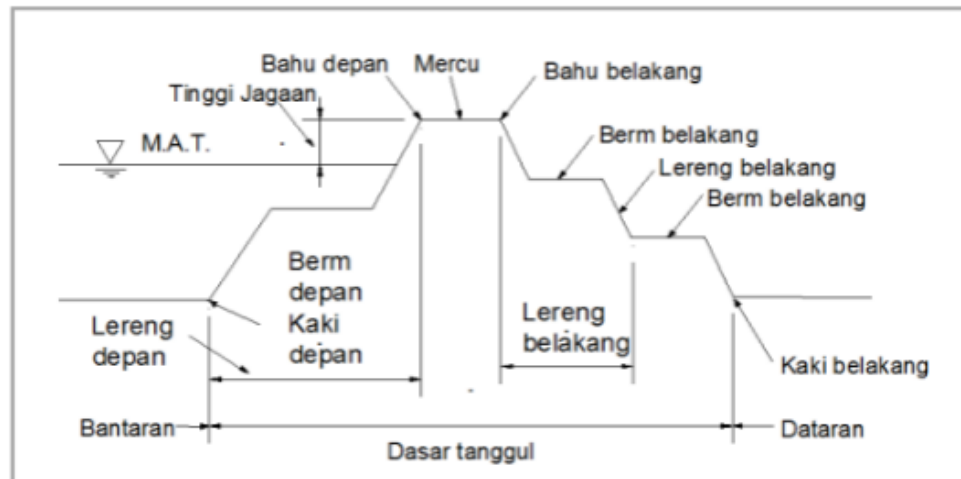
H = beda tinggi antara titik tertinggi dengan titik terendah pada *catchment area* (m)

Di wilayah DAS Jenelata, luas daerah pengaliran pada umumnya terdiri dari beberapa daerah yang mempunyai karakteristik permukaan tanah yang berbeda (subarea), sehingga koefisien pengaliran untuk masing-masing subarea nilainya berbeda, dan untuk menentukan koefisien pengaliran pada wilayah tersebut dilakukan penggabungan dari masing-masing subarea.

3.10 Dimensi Tanggul

Tanggul disepanjang sungai adalah bangunan yang paling utama dan paling penting dalam usaha melindungi kehidupan dan harta benda masyarakat Daerah Aliran Sungai terhadap genangan-genangan yang disebabkan oleh banjir. Tanggul dibangun terutama dengan konstruksi urugan tanah.

a. Bagian Tanggul



Gambar 3.4 Bagian Tanggul

Sumber : (Sosrodarsono,1994)

b. Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan merupakan tambahan tinggi pada tanggul untuk menampung loncatan air dari permukaan air sungai yang mengalir.

Tabel 3.10 Tinggi Jagaan Tanggul

No	Debit Banjir Rencana (m ³ /dtk)	Jagaan (m)
1	< 200	0,6
2	200-500	0,8
3	500-2000	1,0
4	2000-5000	1,2
5	5000-10000	1,5
6	>10000	2,0

Sumber : (Sosrodarsono, 1994)

c. Lebar Mercu Tanggul

Tabel 3.11 Lebar Mercu Tanggul

No	Debit Banjir Rencana (m ³ /dtk)	Lebar (m)
1	<500	3.0
2	500-2000	4.0
3	2000-5000	5.0
4	5000-10000	6.0
5	>10000	7.0

Sumber : (Sosrodarsono, 1994)

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penulis melakukan penelitian di Daerah Aliran Sungai Munsalo kopah Kecamatan Kuantan Tengah. Penelitian direncanakan dimulai dari bulan Juni sampai dengan bulan Oktober 2022.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

Sumber : (*Dokumentasi Lapangan*)

4.2 Teknik Pengumpulan Data

4.2.1 Studi Literatur

Data-data yang diperoleh dari perpustakaan dan data-data yang diperoleh dari media internet yang sesuai dan berkaitan dengan penelitian dengan mentelaah dan mengutip secara cermat data-data tersebut.

4.2.2 Data Primer

Data primer dapat berupa data-data yang diperoleh langsung dari lapangan

1. Foto dokumentasi lapangan
2. Panjang sungai

3. Deras aliran sungai
4. Kedalaman sungai

4.2.3 Alat Yang Diperlukan

1. Alat pengukur arus sungai : Pelampung
2. Alat pengukur kedalaman sungai : Kayu & Meteran
3. Alat Pengukur Panjang sungai : Meteran

4.2.4 Data Sekunder

Pengumpulan data dengan memakai data sekunder, dimana data sekunder umumnya berupa bukti, catatan atau laporan yang telah tersusun dalam arsip.

1. Data Curah Hujan

4.3 Tahap Penelitian

Adapun tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut :

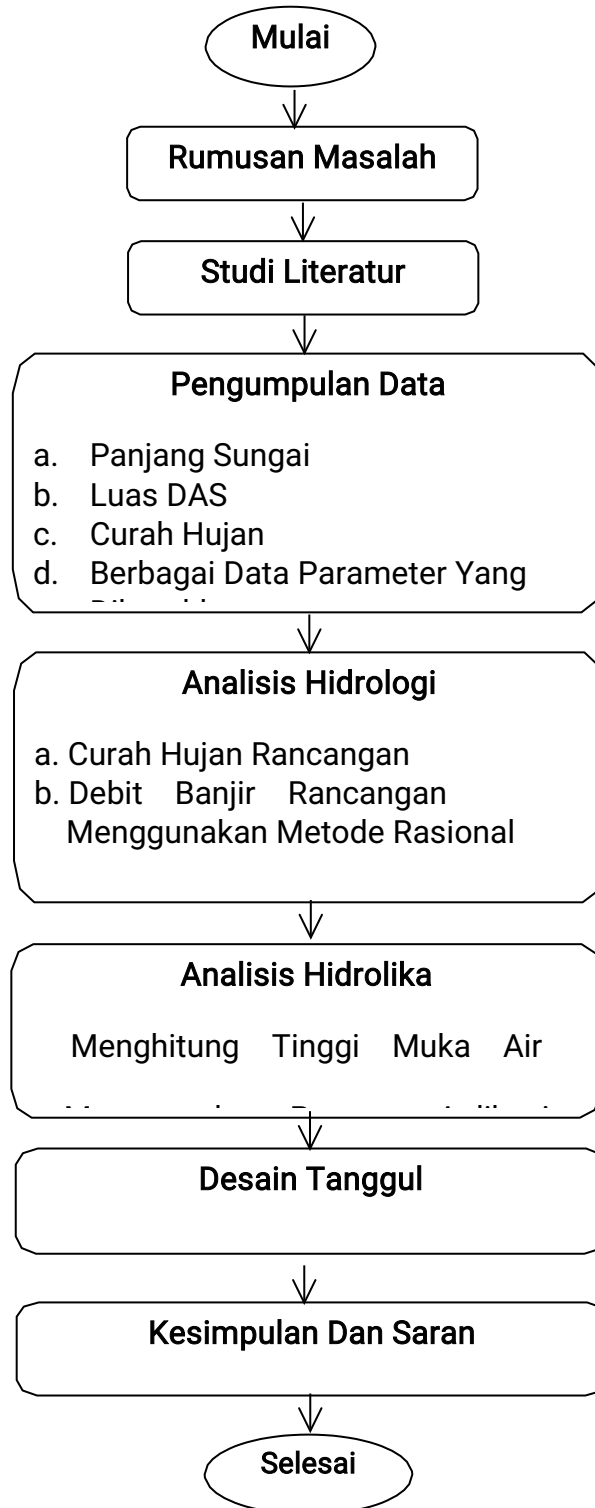
1. Menentukan batas-batas DAS dengan mengacu pada stasiun hidrometri di titik control pada DAS yang ditinjau.
2. Mengukur luas DAS.
3. Mengukur panjang sungai..
4. Menghitung parameter DAS.
5. Menganalisis frekuensi hujan sesuai dengan jenis sebarannya berdasarkan parameter statistic.
6. Menentukan curah hujan rancangan.
7. Melakukan uji kesesuaian distribusi frekuensi.
8. Menghitung debit banjir rancangan dengan menggunakan metode Rasional.
9. Menghitung tinggi muka air dengan menggunakan program aplikasi Hec-Ras
10. Menentukan tinggi tanggul yang dibutuhkan untuk penanggulangan banjir yang terjadi didaerah Desa Munsalo kopah.

4.4 Teknik Analisis Data

Untuk menganalisa data yang telah diperoleh menggunakan persamaan dari metode yang digunakan yaitu metode Rasional. Untuk mempermudah proses pengolahan data nantinya dapat menggunakan

perangkat lunak yaitu Microsoft excel, Arc-gis, Hec-ras, Geo.slope.

4.5 Bagan Alir Penelitian



4.6 Jadwal Penelitian

NO	KEGIATAN	BULAN							
		4	5	6	7	8	9	10	11
1	Survey Pendahuluan								
2	Pembuatan Proposal & Asistensi								
3	Seminar Proposal								
4	Survey								

	Lapangan							
5	Pembuatan Skripsi & Asistensi							
6	Sidang Skripsi							

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Penentuan Daerah Aliran Sungai

Besarnya daerah aliran sungai sangat menentukan besarnya debit yang dihasilkan oleh suatu sungai, maka perlu ditinjau lebih awal adalah data luasan daerah aliran sungai untuk mengetahui banyaknya air (debit air) yang tersedia. Dalam praktek, penetapan batas DAS ini sangat diperlukan untuk menetapkan batas-batas DAS yang akan dianalisis penetapan ini mudah dilakukan dari peta topografi untuk bagian sungai sebelah hulu. Peta topografi merupakan peta yang memuat keterangan tentang suatu wilayah tertentu.

Dalam menentukan batas daerah aliran sungai, pada peta dapat

ditarik garis yang menghubungkan titik-titik yang memiliki elevasi kontur tertinggi disekeliling sungai utama yang dimaksudkan, dan masing-masing titik tersebut dihubungkan satu dengan yang lainnya hingga membentuk garis utuh yang bertemu ujung pangkalnya. Garis tersebut merupakan batas daerah aliran sungai yang ditinjau tersebut.

Dilapangan batas daerah aliran sungai ini berupa punggung-punggung bukit dimana awal air hujan mengalir menuju sungai tersebut. Daerah Aliran Sungai Munsalo ditentukan dengan mengambil titik-titik tertinggi disekeliling sungai utama. Peta topografi Daerah Aliran Sungai Munsalo datanya diambil menggunakan GPS (*Global Position System*) kemudian didigitasi menggunakan software *ArcGis*

Peta dilihat

DAS pada



Munsalo dapat gambar berikut :

Gambar 5.1 Peta DAS Munsalo

Sumber : (Google Maps, 2022)

5.2 Data Curah Hujan Maksimum Tahunan DAS

Daerah Aliran Sungai Munsalo merupakan DAS yang relatif kecil dan juga disebabkan oleh jumlah stasiun pengamatan hujan yang terbatas serta jarak antar stasiun pengamatan yang cukup jauh, sehingga dalam hasil pengamatan hanya terdapat stasiun hujan pada desa Sentajo yang memberikan pengaruh pada lokasi studi serta didukung oleh kelengkapan dari data curah hujan pada stasiun tersebut.

Sebelum menghitung besarnya curah hujan rencana, data yang dibutuhkan harus diperoleh terlebih dahulu. Data yang dibutuhkan adalah luas DAS dan data curah hujan maksimum tahunan yang diperoleh dari stasiun hujan terdekat dengan daerah aliran sungai. Data hujan diambil dari arsip Balai Pertanian Sentajo dengan data terlengkap pada pengamatan hujan yang berada di daerah Sentajo yaitu sejak tahun 2008 hingga tahun 2017. Setiap tahun data hujan diambil 1 data hujan maksimum sehingga dimiliki 10 data hujan maksimum selama 10 tahun terakhir.

Tabel 5.1 Data Curah Hujan Maksimum Tahunan DAS Munsalo

Data curah hujan harian maksimum										
Bulan	Tahun (Hujan dalam mm)									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Januari	303	296	152	316	276	201,6	326	53	144	336
Februari	604	375	169	235	327	169,2	195	380	229	414
Maret	490	236	286	57	153	239,6	424	162	185	182
April	468	331	270	393	479	222,8	113	385	230	403
Mei	140	184	451	247	235	324,2	136	394	221	214
Juni	139	169	71	223	298	12,9	73	137	139	491
Juli	91	142	233	40	192	123	388	84	195	86
Agustus	374	60	240	175	201	206,9	111	292	132	94
September	555	100	161	120	449	15,9	226	258	200	85
Oktober	299	400	269	135	646	17	226	176	371	173
November	223	857	491	164	453	601,6	341	357	480	237
Desember	147	677	198	426	676	183,9	231	216	221	290
Curah hujan max	604	857	491	426	676	601,6	424	394	480	491

Sumber : Balai Pertanian Sentajo

5.3 Analisis Frekuensi Hujan Rencana

5.3.1 Analisis Statistik

Dalam analisis statistik data, terdapat parameter-parameter yang akan membantu dalam menentukan jenis sebaran yang tepat dalam menghitung besarnya hujan rencana. Analisis parameter statistik yang digunakan dalam analisis data hidrologi yaitu : *central tendency (mean)*, *simpangan baku (standar deviasi)*, *koefisien variasi*, *koefisien skewness*, dan *koefisien puncak (kurtosis)*. Dari perhitungan statistik data hujan maksimum maka diperoleh parameter statistik sebagai berikut :

Hitungan Statistik Hujan Maksimum DAS Sungai Munsalo

m	tahun	xi = Hujan (mm)	(xi-x)^2	(xi-x)^3	(xi-x)^4
1	2010	604	249310,476	124483213,8	62155713493
2	2011	857	565970,336	425785143,6	3,20322E+11
3	2012	491	149235,416	57651133,59	22271209419
4	2013	426	103240,116	33172081,7	10658521572
5	2014	676	326395,116	186472793,8	1,06534E+11
6	2015	601,6	246919,548	122696792,6	60969263234
7	2016	424	101958,876	32556488,73	10395612416
8	2017	394	83700,2761	24215326,88	7005736219
9	2018	480	140857,596	52865264,39	19840862379
10	2019	491	149235,416	57651133,59	22271209419
jumlah		5444,6	2116823,17	1117549373	6,42424E+11

jumlah data 10

Nilai Rata-Rata 544,46

Standar Deviasi 484,97688

Koefisien

Skewness 1,360727 cs

Koefisien Variasi 0,8907484 cv

Koefisien Kurtosis 2,3041317 ck

Untuk pemilihan jenis sebaran dari hasil perhitungan parameter statistik data hujan maka sesuai dengan tabel syarat parameter statistik distribusi dengan diketahui nilai $C_v = 0,8907484$; $C_s = 1,360727$; dan $C_k = 2,3041317$ maka diasumsikan data terdistribusi Log person tipe III. Berikut adalah tabel persyaratan parameter statistik distribusi :

Tabel 5.3 syarat parameter statistik distribusi

jenis distribusi	persyaratan	Hasil
Normal	$C_s = 0$	$C_s = 1,36$
	$C_k = 3$	$C_k = 2,30$
Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$	$C_s = 1,36$
	$C_k = C_v^8 + 6C_v^6$	$C_k = 2,30$
	$+15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	
Gumbel	$C_s = 1,14$	$C_s = 1,74$
	$C_k = 5,4$	$C_k = 2,12$

Log Person Tipe III	selain data diatas
---------------------	--------------------

5.3.2 Uji Kecocokan (*Goodness of Fit Test*)

Dari distribusi yang telah diketahui, maka dilakukan uji statistik untuk mengetahui kesesuaian distribusi yang dipilih dengan hasil empiris. Pada penelitian ini, uji statistik dilakukan dengan metode *Chi-Square*. Hasil perhitungan *Chi-square* hujan maksimum kawasan daerah pengaliran desa petapahan dapat dilihat pada tabel berikut :

5.4 Uji Kecocokan Sebaran (Uji Chi Square)

Jumlah Kelas	4,322
Frekuensi yg diharapkan	2,5
interval kelas	-143,6667
Nilai Batas Bawah Kelas	850
Nilai Batas Atas Kelas	864
DK	1

Tabel 5.5 Hasil Uji Chi-Square

No	Kemungkinan	Ef	Of	Ef-Of	(Ef-Of)/Ef
1	$68 < x < 82$	2,5	2	0,5	0,2
2	$82 < x < 96$	2,5	0	2,5	1

3	96 < x < 110	2,5	5	-2,5	-1
4	110 < x < 124	2,5	5	-2,5	-1
		10	12	Chi Kuadrat =	-0,8
				DK =	1
				Chi Kritis =	3,481

Dari hasil perhitungan uji kecocokan metode *Chi-square* dengan menggunakan persamaan :

$$X^2 = \sum_{i=1}^k + \left[\frac{(Ef - Of)^2}{Ef} \right]$$

Sesuai dengan syarat uji chi-square dimana $X^2 < X^2_{kritik}$ yang besarnya tergantung pada derajat kebebasan (DK) dan derajat nyata (α), metode distribusi yang paling mendekati adalah distribusi log person tipe III dengan nilai $X^2 = 0 : X^2_{kritik} = 3,481 : DK = 1 : \alpha = 5\%$

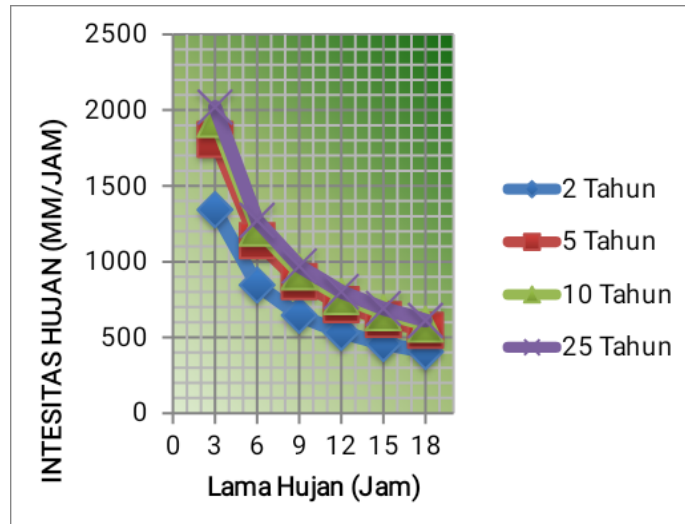
5.3.3 Perhitungan Curah Hujan Rencana

Hasil perhitungan curah hujan dengan metode *Distribusi log person tipe III* dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5.6 Hujan Rencana Berbagai Periode Ulang

Kala Ulang				
T	2	5	10	25
Menit				
3	1740,1	2380,6	2561,4	2672,9
6	1096,2	1499,7	1613,6	1683,8
9	836,5	1144,5	1231,4	1285,0
12	690,6	944,7	1016,5	1060,7
15	595,1	814,1	876,0	914,1
16	527,0	721,0	775,7	809,5

Hasil analisis berupa intensitas hujan dengan durasi dan periode ulang tertentu dihubungkan kedalam sebuah kurva *Intensity Duration Frequency* (IDF). Kurva IDF menggambarkan hubungan antara dua parameter penting hujan yaitu durasi dan intensitas hujan selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk menghitung debit banjir/rencana dengan metode rasional. Hal ini sesuai dengan persyaratan Sosrodarsono dan Takeda (2003), yang mengatakan bahwa lengkung IDF ini digunakan dalam menghitung debit banjir/rencana dengan metode rasional untuk menentukan intensitas curah hujan rata-rata dari waktu konsentrasi yang dipilih dari tabel diatas dapat dibuat kurva IDF seperti gambar dibawah ini :



Gambar 5.1 Kurva IDF (Intensity Duration Frequency)

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari kurva IDF diatas terlihat bahwa intensitas hujan yang tertinggi berlangsung dengan durasi pendek. Hal ini menunjukkan bahwa hujan deras pada umumnya berlangsung dalam jangka waktu singkat, namun hujan tidak deras berlangsung dalam waktu lama. Interpretasi kurva IDF diperlukan untuk menentukan debit banjir rencana menggunakan metode rasional.

5.4 Analisis Debit Banjir

5.4.1 Koefisien Pengaliran

Dalam perhitungan debit banjir menggunakan metode rasional diperlukan data koefisien pengaliran. Koefisien pengaliran ini diperoleh dengan menghitung data luasan dari masing-masing tata guna lahan yang ada. Luas masing-masing tata guna lahan untuk kawasan daerah pengaliran desa Munsalo diperoleh dari pengukuran langsung oleh peneliti dilapangan.

Berdasarkan tabel 5.1 dapat dihitung koefisien pengaliran untuk masing-masing luasan, seperti tabel dibawah ini :

Tabel 5.7 Perhitungan Koefisien Pengaliran

No	Jenis Penutup Tanah	A (km ²)	C
1	Perkebunan	3,988597	0,4
2	Perumahan	0,781509	0,15
3	Sawah	1,143403	0,6
4	Sungai	0,333969	0,63
Jumlah		1,283000	0,445

Dari nilai koefisien pengaliran ini dapat diketahui bahwa dari air hujan yang akan turun akan mengalir/melimpas kepermukaan yang kemudian akan mengalir ke daerah hilir.

Nilai koefisien pengaliran dapat juga digunakan untuk menentukan kondisi fisik kawasan daerah pengaliran (Subdas). Hal ini sesuai dengan pernyataan Kodoatie dan Syarief (2005), yang menyatakan bahwa angka koefisien aliran permukaan ini merupakan indikator untuk menentukan kondisi fisik suatu kawasan pengaliran. Nilai C berkisar antara 0-1. Nilai C=0 menunjukkan semua air hujan terintersepsi dan terinfiltrasi kedalam tanah, sebaliknya untuk C=1 menunjukkan bahwa air hujan mengalir sebagai aliran permukaan.

Perubahan tata guna lahan yang terjadi secara langsung mempengaruhi debit banjir rencana. Untuk itu kondisi di daerah desa Munsalo harus ada upaya pelestarian lingkungan sehingga air hujan bisa terintersepsi guna koefisien aliran tidak naik drastis.

5.5 Debit Banjir

Berdasarkan data yang diperoleh diatas maka dapat dihitung debit banjir/rencana di kawasan daerah pengaliran Munsalo dengan metode rasional sesuai persamaan $Q = 0,278 CIA$ untuk berbagai kala ulang tertentu. Lama hujan dengan intensitas hujan tertentu sama dengan waktu konsentrasi. Sehingga diperoleh seperti pada tabel berikut :

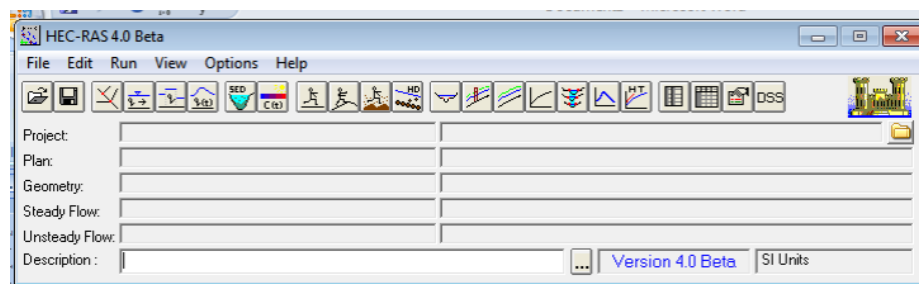
Tabel 5.8 Debit Banjir

No	Kala Ulang	C	I	A	Q
1	2	0.445	526.993	1.283	84
2	5	0.445	720.959	1.283	114
3	10	0.445	775.74	1.283	123.1
4	25	0.445	809.502	1.283	128

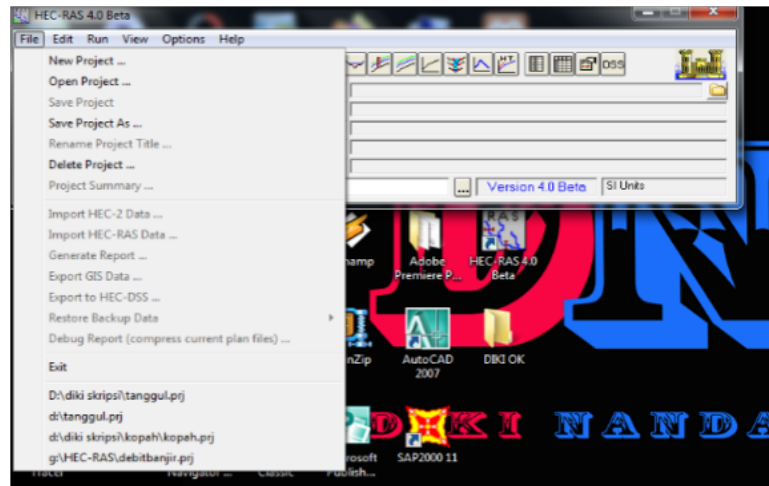
5.6 Perhitungan Menggunakan Aplikasi *Hec-Ras*

Setelah mendapatkan debit banjir rancangan menggunakan metode rasional maka selanjutnya dilakukan perhitungan menggunakan program aplikasi *Hec-Ras*, data yang digunakan adalah debit banjir dengan kala ulang 10 tahun 123.1 m³/detik Seperti pada gambar dibawah ini :

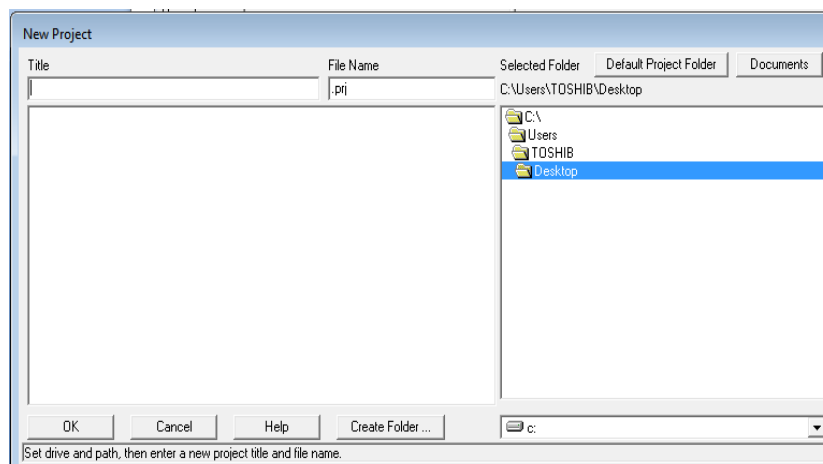
A. Jalankan aplikasi Hec-Ras



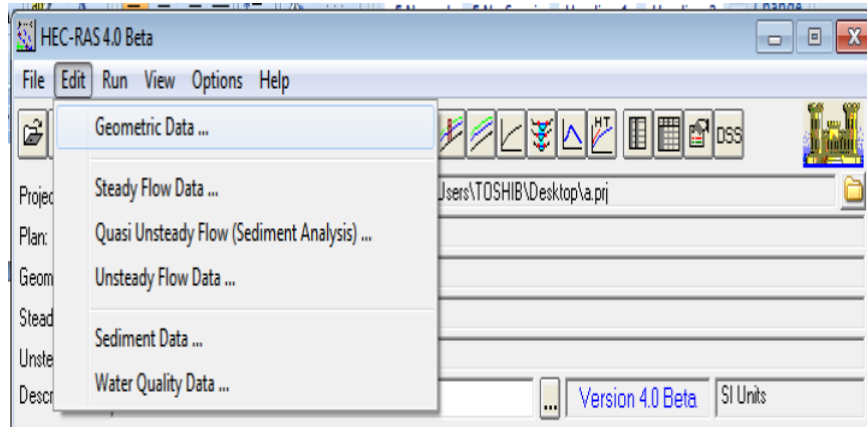
B. Pilih menu File, kemudian New Project



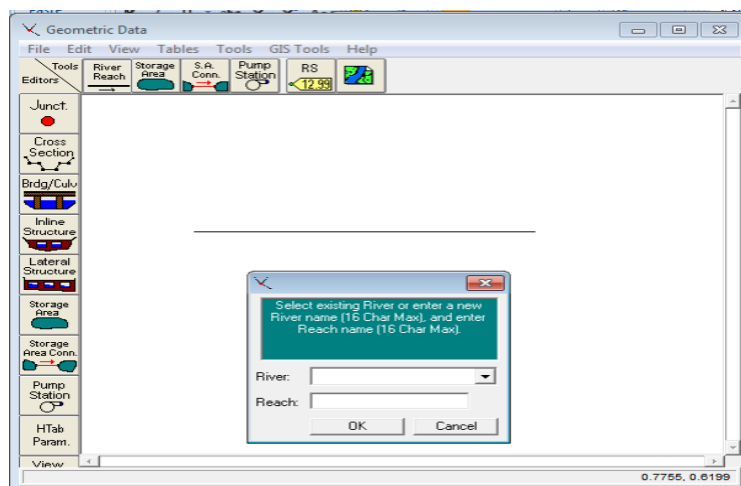
C. Masukkan nama file yang akan disimpan



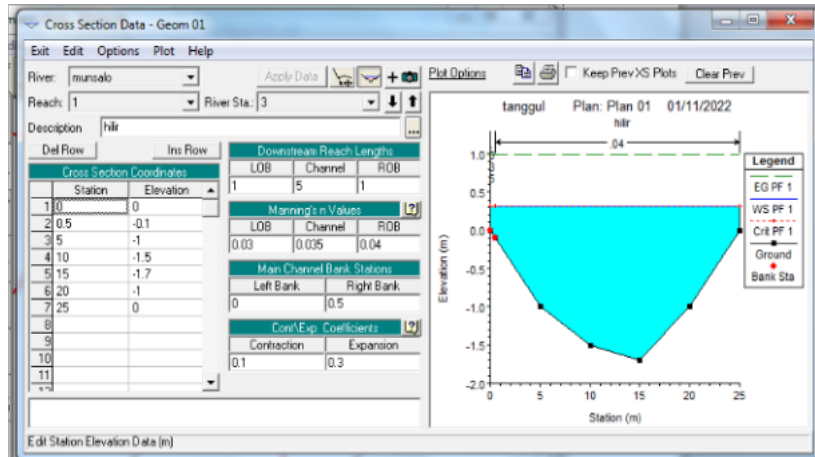
D. Kemudian pilih menu edit, dan pilih Geometric Data



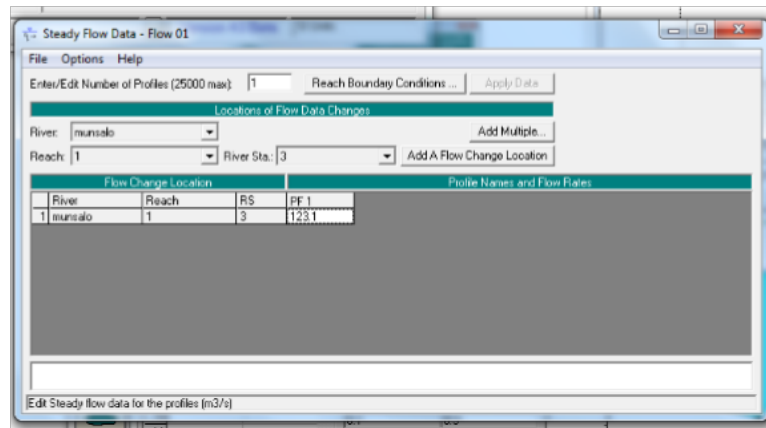
E. Setelah itu gambarkan sungai dengan memilih River Reach, dan masukkan nama sungai.



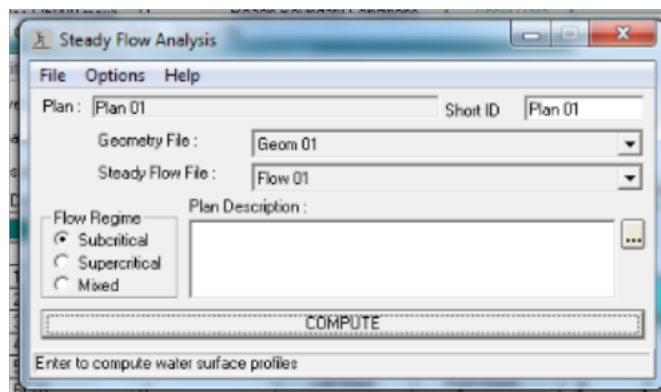
F. Selanjutnya pilih cross section dan masukkan data elevasi sungai lalu apply data.



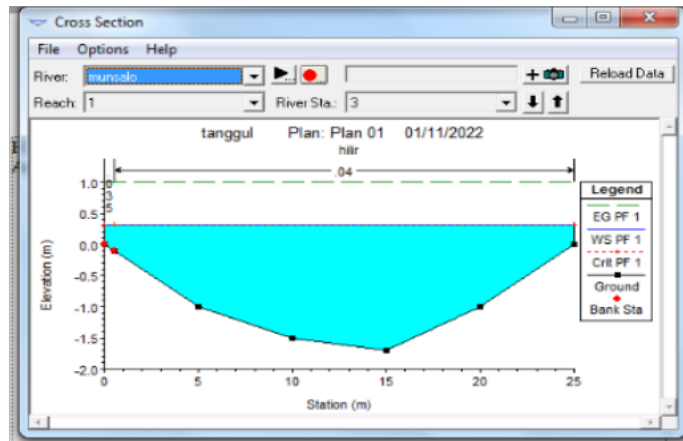
G. Lalu pilih menu edit, dan pilih steady flow data kemudian masukkan data debit banjir rancangan dan apply data.



H. Kemudian lakukan analisis data dengan memilih menu Run, pilih Steady Flow Analysis lalu klik Compute.



I. Untuk melihat hasil analisis pilih menu View lalu klik Cross Section



5.7 Desain Tanggul

Berdasarkan hasil perhitungan aplikasi *Hec-Ras* diketahui tinggi muka air yang melewati tebing sebesar 30 cm dimana tinggi tebing sungai munsalo 100 cm. Maka untuk pembangunan tanggul penahan banjir dapat diketahui dimensi nya sebagai berikut :

Tinggi tanggul : tinggi muka air + tinggi jagaan

: 30 cm + 60 cm

: 90 cm \approx 1 m

Lebar mercu : 3 m

Kemiringan : 1:2

6.1 Kesimpulan

1. Dari hasil perhitungan data curah hujan maksimum tahunan untuk DAS Munsalo didapat hujan rancangan untuk kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun adalah 526,10 mm, 720,10 mm, 775,74 mm, 809,50 mm.
2. Berdasarkan perhitungan curah hujan rancangan untuk debit banjir rancangan DAS Munsalo berdasarkan kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun adalah 84 m³/detik, 144 m³/detik, 123,1 m³/detik, 128 m³/detik.
3. Koefisien pengaliran untuk masing-masing luasan Perkebunan, Peumahan, Sawah, Sungai adalah 0,4 C, 0,15 C, 0,6 C, 0,63 C.
4. Desain Tanggul untuk sungai Munsalo didapat Tinggi Muka Air 30 m, Tinggi jagaan 60 cm, Lebar Mercu 3m, Kemiringan 1:2.

6.2 Saran

Perhitungan sudah sampai pada dimensi tanggul dan dapat dilanjutkan pada perhitungan untuk bagian struktur tanggul itu sendiri pada penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- BR, Sri Harto.(1993). *Analisis Hidrologi*.Jakarta:Gramedia Pustaka
Utama. Linsley, et.Al.(1982).*Hidrologi Untuk Insinyur*. Edisi
ketiga.Penerbit
Erlangg
a.Jakart
a
- Seyhan E.(1997).*Fundamentals of Hydrology*.
Terjemahan.S.Subagyo. 1993. *Dasar-Dasar Hidrologi*.Cetakan
kedua.Gajah Mada Univ. Press. Yogyakarta.280 pp
- Sherman, L K.(1932).*Streamflow from Rainfall by the Unit-Graph
Method*,Eng. News-Rec.,vol108,pp.501-505
- Suripin. (2004).*Sistem Drainase Yang Berkelanjutan*.Penerbit
Andi Offet, Yogyakarta
- Soemarto, C.D.(1999).*Hidrologi Teknik*. Penerbit
Erlangga, Jakarta
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk
Analisa Data*. Penerbit Nova. Bandung
- Sosrodarsono, Suyono.(1994).*Mekanika Tanah dan Teknik
Pondasi*.PT PradyaParamita, Jakarta
- Triatmodjo, Bambang. (2008). *Hidrologi Terapan*. Beta Offet.
Yogyakarta
- Viessman, et.Al.(1989). *Introduction to Hydrology,3rd
Edition* .Harpercollins
Publisher.New
York.
- Wilson,E.(1990).*Postmodernism and Society*.London-
UK:Macmilan

