

TUGAS AKHIR

EVALUASI KEMAMPUAN PENAMPANG SUNGAI BATANG BAYANG TERHADAP BANJIR DI KABUPATEN PASAMAN BARAT

Disusun guna memenuhi persyaratan mata kuliah Tugas Akhir pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta

Oleh:

NAMA : MORKYLIUS

NPM : 1810015211140



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2025**

PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

EVALUASI KEMAMPUAN PENAMPANG SUNGAI BATANG BAYANG TERHADAP BANJIR DI KABUPATEN PASAMAN BARAT

Oleh :

Nama : Morkylius
NPM : 1810015211140
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam ujian komprehensif guna mencapai gelar Sarjana Teknik Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta – Padang.

Padang, 9 September 2025

Menyetujui :
Pembimbing

(Dr. Ir. Lusi Utama, M.T.)

Dekan FTSP

(Dr. Rini Mulyani, S.T., M.Sc (Eng.))

Ketua Jurusan Teknik Sipil

(Dr. Eng. Khadavi, S.T., M.T.)

PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

EVALUASI KEMAMPUAN PENAMPANG SUNGAI BATANG BAYANG TERHADAP BANJIR DI KABUPATEN PASAMAN BARAT

Oleh :

Nama : Morkylius
NPM : 1810015211140
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam ujian komprehensif guna mencapai gelar Sarjana Teknik Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta – Padang.

Padang, 9 September 2025

Menyetujui :

Pembimbing

(Dr. Ir. Lusi Utama, M.T.)

Penguji I

(Ir. Mawardi Samah, Dipl.HE)

Penguji II

(Zufrimar, S.T., M.T.)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala berkat yang telah diberikan-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

Tugas Akhir ini ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar sarjana Teknik Sipil Strata Satu Universitas Bung Hatta dengan judul “ Evaluasi Kemampuan Penampang Sungai Batang Bayang Terhadap Banjir di Kabupaten Pasaman Barat “.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan masukan, bantuan, dukungan, bimbingan, dan arahan dari berbagai pihak, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini, yaitu kepada:

- 1) Ibu Dr. Rini Mulyani, S.T., M.Sc (Eng.), selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta.
- 2) Bapak Dr. Eng. Khadavi, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Bung Hatta.
Ibu Zufrimar S.T., M.T. selaku Sekretaris Proqram Studi Teknik Sipil Universitas Bung Hatta.
- 3) Ibu Dr. Ir. Lusi Utama M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada Penulis.
- 4) Ayah, Ibu, adik, Pasangan serta teman-teman yang telah memberikan dukungan moral, doa, dan kasih sayang.
- 5) Semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam Tugas Akhir ini mengingat terbatasnya pengetahuan, kemampuan, dan pengalaman

penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Padang, 7 Agustus 2025

Morkylius

ABSTRAK

Sungai Batang Bayang yang terletak di Kecamatan Lembah Malintang, Kabupaten Pasaman Barat, sering mengalami banjir tahunan yang menimbulkan kerugian bagi masyarakat sekitar. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan penampang sungai Batang Bayang dalam mengalirkan debit banjir serta merencanakan dimensi penampang baru yang lebih optimal dengan mempertimbangkan stabilitas tebing. Analisis dilakukan melalui pengolahan data curah hujan dari Stasiun Ujung Gading dan Stasiun Silaping selama 10 tahun (2015-2024). Curah hujan rencana dihitung menggunakan metode distribusi probabilitas (Normal, Log Normal, Gumbel, Log Person III) serta diuji dengan Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov. Debit banjir rencana ditentukan dengan metode hasper, sedangkan analisis hidraulika digunakan untuk menilai kemampuan penampang eksisting dan rencana.

Kata Kunci: Banjir, debit rencana, penampang sungai, stabilitas tebing, Batang Bayang

ABSTRACT

Batang Bayang River, located in Lembah Malintang District, Pasaman Barat Regency, frequently experiences annual flooding that causes significant losses to the surrounding communities. This study aims to evaluate the capacity of the Batang Bayang River cross-section in conveying flood discharge and to design a more optimal cross-section dimension while considering riverbank stability. The analysis was carried out using rainfall data from Ujung Gading and Silaping station over a 10-year period (2015-2024). The design rainfall was calculated using several probability distributions (Normal, Log Normal, Gumbel, and Log-person III) and tested with Chi-Kuadrat and Smirnov Kolmogorov Methods. The design Flood discharge was determined using the Hasper method, while hydraulic analysis was applied to assess both the existing and planned river cross-section

Keyword: author guidelines; accounting journal; article template

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	IV
KATA PENGANTAR.....	IV
ABSTRAK.....	VI
DAFTAR ISI	VIII
DAFTAR TABEL	VII
BAB II PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II6 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tinjauan Umum	6
2.1.1 Banjir	6
2.2 Normalisasi Sungai	9
2.3 Daerah Aliran Sungai (DAS)	9
2.4 Analisa Hidrologi.....	10
2.8 Intensitas Curah Hujan.....	17
2.11 Analisa Kemampuan Dimensi Sungai.....	21
2.12 Analisa Dimensi Penampang Rencana.....	22
BAB III25 METODE PENELITIAN	25

3.1	Tinjauan Umum Kawasan.....	25
3.3	Pengumpulan data	27
3.4	Alat dan Bahan Penelitian.....	27
3.5	Analisa Data	28
BAB IV31 ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		31
4.1	Analisa Ketersediaan Data.....	31
4.2.2	Analisis Curah Hujan dengan Metode Polygon Thiessen	31
4.3	Analisa Distribusi Frekuensi	31
4.3.1	Metode Distribusi Probbilitas Normal.....	31
4.3.2	Metode Distribusi Log Normal.....	31
4.3.3	Metode Gumbel	31
4.3.4	Metode Distribusi Log Person Tipe III	31
4.3	Uji Distribusi Probabilitas.....	31
4.3.1	Metode Chi-Kuadrat	31
4.3.2	Metode Smirnov - Kolmogorof.....	31
4.4	Analisa Debit Banjir Rencana.....	31
4.5	Analisa Debit Banjir Lapangan	31
4.6	Perhitungan Tinggi Muka Air Banjir.....	31
4.7	Penampang Melintang Sungai Ekisting	31
4.8	Analisa Dimensi Penampang Sungai Rencana.....	31
4.9	Perkuatan Tebing Sungai.....	31
4.9.1	Akibat Berat Sendiri	31
4.9.2	Akibat Gaya Gempa	31
4.9.3	Akibat Tekanan Tanah dan Beban Merata	31
4.10	Kontrol Stabilitas Terhadap Tebing	31
4.10.1	Kontrol Terhadap Guling.....	31

4.10.2	Kontrol Terhadap Geser	31
BAB V31 PENUTUP.....		31
5.1	Kesimpulan.....	31
5.2	Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA		31

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Perhitungan Hujan Maksimum Harian Rata-Rata.....	31
Tabel 4. 2 Hujan Maksimum Harian Rata-Rata.....	31
Tabel 4. 3 Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Normal.....	31
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Normal .	31
Tabel 4. 5 Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Log Normal ...	41
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Log Normal.....	31
Tabel 4. 7 Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Gumbel.....	31
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Gumbel	31
Tabel 4. 9 Curah Hujan Rencana Metode Log Person III.....	31
Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Log Person III.....	31
Tabel 4. 11 Data Hujan yang telah diurutkan dari besar ke kecil	31
Tabel 4. 12 Perhitungan Nilai XT untuk Distribusi Normal.....	31
Tabel 4. 13 Perhitungan Nilai X2 untuk Distribusi Normal.....	31
Tabel 4. 14 Perhitungan Nilai XT untuk Distribusi Gumbel.....	31
Tabel 4. 15 Perhitungan Nilai X2 untuk Distribusi Gumbel.....	31
Tabel 4. 16 Perhitungan Nilai X2 untuk Distribusi Log Normal	31
Tabel 4. 17 Perhitungan Nilai XT untuk Distribusi Log Pearson Tipe III	31
Tabel 4. 18 Perhitungan Nilai KT untuk Distribusi Log Pearson Tipe III.....	47
Tabel 4. 19 Perhitungan Nilai X2 untuk Distribusi Log Pearson Tipe III	31
Tabel 4. 20 Rekapitulasi Perhitungan Uji Chi Kuadrat (Nilai X2 dan X2cr).....	31
Tabel 4. 21 Perhitungan Uji Distribusi Normal dengan Metode Smirnov- Kolmogorov	31
Tabel 4. 22 Perhitungan Uji Distribusi Log Normal dengan Metode Smirnov Kolmogorov	31
Tabel 4. 23 Perhitungan Uji Distribusi Log Pearson Tipe III dengan Metode Smirnov Kolmogorov.....	31
Tabel 4. 24 Perhitungan P'X dengan cara Interpolasi.....	31

Tabel 4. 25 Perhitungan Uji Distribusi Gumbel dengan Metode Smirnov Kolmogorov	31
Tabel 4. 26 Perhitungan Nilai T dengan Cara Coba-coba	31
Tabel 4.27 Hasil Uji Smirnov Kolmogorof	31
Tabel 4. 28 Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Rencana	31
Tabel 4.29 Rekapitulasi Uji Distribusi Probabilitas.....	31
Tabel 4. 30 Perhitungan Curah Hujan untuk Lama Hujan Tertentu	58
Tabel 4. 31 Perhitungan Nilai r	31
Tabel 4. 32 Perhitungan Nilai Intensitas Hujan dengan Periode Ulang.....	31
Tabel 4. 33 Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana dengan Metode Hasper	31
Tabel 4. 34 Perhitungan Nilai $t_1 = t$ dengan Cara Coba-coba.....	31
Tabel 4. 35 Perhitungan Debit Maksimum dengan Periode Ulang.....	31
Tabel 4. 36 Perhitungan Nilai T_c Metode Rasional.....	31
Tabel 4. 37 Perhitungan Nilai I Metode Rasional.....	31
Tabel 4. 38 Perhitungan Debit Banjir Metode Rasional	31
Tabel 4. 39 Rekapitulasi Perhitungan Debit Banjir Rencana.....	31
Tabel 4. 40 Perhitungan Tinggi Air Banjir	31
Tabel 4. 41 Momen Akibat Berat Sendiri	31
Tabel 4. 42 Harga Koefisien Gempa n dan m	31
Tabel 4. 43 Periode Ulang dan Percepatan Gempa Dasar	31
Tabel 4. 44 Harga Koefisien Gempa.....	31
Tabel 4. 45 Persyaratan Angka Keamanan Minimal Terhadap Gaya Gempa	31
Tabel 4. 46 Momen Akibat Gaya Gempa	31
Tabel 4. 47 Momen Tekanan Tanah dan Beban Merata	31
Tabel 4. 48 Resume Gaya	31

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir adalah bencana alam yang disebabkan oleh intensitas hujan yang sangat tinggi dan tidak didukung dengan kesiapan tampungan air yang baik atau suatu kondisi dimana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (palung sungai) dan terhambatnya aliran air di dalam sungai, sehingga meluap menggenangi daerah (Suripin, 2003).

Ada beberapa faktor penyebab terjadinya banjir, diantaranya adalah curah hujan yang tinggi dan banjir dari pertemuan beberapa sungai, terjadinya sedimentasi penyebab naiknya muka air sungai pada waktu banjir (Ardiansyah, dkk). Persoalan ini muncul karena daya tampung Daerah Aliran Sungai (DAS) lebih rendah dari debit banjir dan daya tampung saluran sungai lebih kecil dari debit banjir. Untuk mengatasi persoalan di atas perlu ditinjau seberapa kemampuan suatu DAS dapat menampung limpasan puncak yang terjadi dan kapasitas tampung sungai dalam menahan debit banjir tersebut. Rendahnya daya dukung Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat diamati dengan semakin mengecilnya luas area hutan, menurunnya lahan pertanian, semakin luasnya lahan untuk hunian dan prasarana dan semakin banyaknya tanah terbuka (Maryono, 2005).

Permasalahan bencana banjir di daerah Kawasan Lembah Malintang merupakan kejadian yang relatif singkat dengan durasi hujan 3 jam per hari tetapi dengan intensitas hujan yang cukup tinggi berkisar 48 mm per hari nya dan 3.500 – 4.500 pertahunnya, dimana badan sungai yang ada yaitu sungai Batang Bayang tidak dapat mengalirkan air banjir kehilir dikarenakan debit air sungai yang meningkat dan meluap hingga ke jalan raya. Kejadian banjir tersebut terjadi di dua puncak hujan setiap tahunnya, yaitu bulan April dan November. Dengan demikian, bencana banjir tahunan merupakan permasalahan serius dan harus segera ditangani dengan seksama dengan memperhatikan aspek-aspek yang berkaitan.

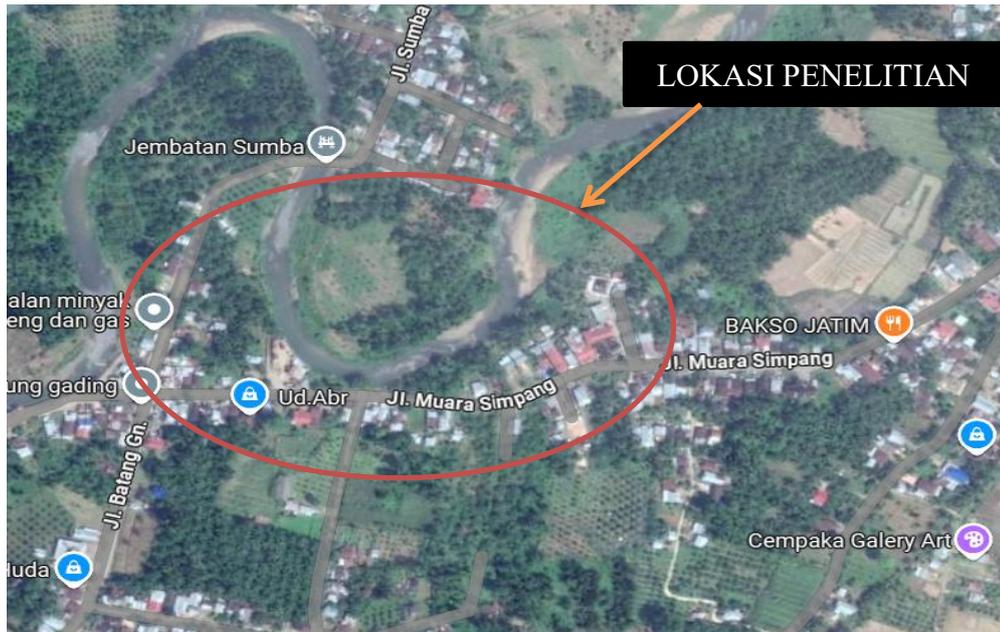


Gambar 1.1 Banjir Kawasan Ujung Gading Lembah Melintang

Sumber : Antaranews.com

Berdasarkan sumber berita dari Antaranews.com, banjir melanda daerah Ujung Gading Kecamatan Lembah Melintang Kabupaten Pasaman Barat pada Kamis (16/4/2020) sore mengakibatkan ratusan rumah terendam air. Dari keterangan Camat Lembah Melintang yaitu bapak Awfan, “banjir itu disebabkan luapan air Sungai Batang Bayang karena hujan yang melanda daerah Ujung Gading, Lembah Melintang mengakibatkan air sungai meluap dan merendam rumah warga setinggi 50 cm – 1 m sejak sore”.

Salah satu komponen hidrologi yang sangat penting dalam penyelesaian masalah hidrologi suatu DAS adalah debit sungai. Namun dilain pihak, pencatatan debit sungai yang teratur masih kurang. Untuk mengatasi kekurangan data pengukuran ini, maka debit sungai dapat diperkirakan melalui analisis kesetimbangan air dengan menggunakan berbagai model hidrologi yang ada. Berdasarkan kondisi di atas penulis mengangkat masalah ini sebagai bahan untuk pembuatan Tugas Akhir dengan judul **“Evaluasi Kemampuan Penampang Sungai Batang Bayang Terhadap Banjir di Kabupaten Pasaman Barat”**.



Gambar 1.2 Lokasi penelitian
(sumber : Google Earth, 2025)

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penulisan ini adalah :

- a. Berapa hujan rencana
- b. Berapa debit banjir rencana
- c. Berapa ukuran penampang eksisting sungai Batang Bayang
- d. Berapa dimensi penampang sungai rencana
- e. Berapa kekuatan tebing sungai pada sungai Batang Bayang

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dalam penulisan ini adalah untuk mengendalikan banjir di kawasan sungai Batang Bayang Kabupaten Pasaman Barat. Dengan maksud tersebut, tujuannya adalah untuk mengevaluasi kemampuan penampang sungai Batang Bayang dalam mengalirkan debit banjir dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Menghitung hujan rencana
- b. Menghitung debit banjir rencana
- c. Mengukur ukuran penampang eksisting sungai Batang Bayang
- d. Menghitung dimensi penampang sungai rencana

- e. Menghitung kekuatan tebing sungai Batang Bayang

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, perlu dilakukan pembatasan masalah sehingga penelitian ini akan lebih jelas dan terarah dan sesuai dengan tuntutan yang ingin dicapai. Lingkup pembahasan dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah :

- a. Tidak menghitung Rancangan Anggaran Biaya (RAB)
- b. Tidak dilakukan pengukuran langsung debit sungai saat banjir, hanya pendekatan teoritis
- c. Tidak menghitung sedimentasi
- d. Tidak mencakup analisis struktur pengendali banjir seperti bendung, sabo dam, dan tanggul secara terperinci

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

- a. Sebagai bahan pembelejaran dan pengembangan keilmuan mahasiswa dalam bidang hidrologi dan hidraulika, khususnya terkait evaluasi penampang sungai terhadap banjir
- b. Dapat digunakan sebagai data pendukung perencanaan pengendalian banjir, seperti normalisasi sungai, pembangunan tanggul, atau pelebaran penampang sungai
- c. Mendukung program pemerintah daerah dalam upaya mitigasi bencana banjir di wilayah Kecamatan Lembah Malintang dan sekitarnya
- d. Dapat digunakan sebagai bahan masukan dan perbandingan bagi peneliti selanjutnya

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, penulis membagi laporan penulisan dengan sistematika sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan Latar Belakang, Rumusan Masalah, Maksud dan Tujuan Penulisan, Batasan Masalah, Manfaat Penelitian, dan Sistematika Penulisan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini menjelaskan defenisi tentang banjir, DAS, Siklus Hidrologi, Analisa Hidrologi, dan landasan teori lainnya yang berkaitan dengan evaluasi daya tampung sungai

BAB III METODE PENELITIAN

Berisi tentang data yang dibutuhkan dalam evaluasi kemampuan tampung dan langkah-langkah yang ditempuh dalam pembuatan Tugas Akhir yang menuntut penyusunannya secara sistematis

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini berisi tentang perhitungan-perhitungan yang dilakukan dalam evaluasi kemampuan tampung Batang Maransi Kota Padang

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan tentang kesimpulan berupa hasil yang diperoleh dari bab sebelumnya serta saran yang dianggap perlu dalam menganalisa tugas akhir

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

2.1.1 Banjir

a. Pengertian Banjir

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), banjir artinya berair banyak dan deras kadang-kadang meluap, atau peristiwa terbenamnya daratan karena peningkatan volume air secara tiba tiba. Biasanya banjir terjadi karena adanya peningkatan volume air di sebuah badan air contohnya sungai dan danau, sehingga menjebol bendungan serta air keluar dari batasnya.

Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2002), banjir dapat didefinisikan sebagai aliran yang relatif tinggi dan tidak tertampung lagi oleh alur sungai atau saluran. Definisi banjir adalah suatu kondisi dimana air tidak tertampung dalam saluran pembuang (palung sungai) atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang, sehingga meluap menggenangi daerah (dataran banjir) sekitarnya (Suripin, 2003).

Menurut Raharjo (2009) banjir merupakan suatu keluaran (output) dari hujan (input) yang mengalami proses dalam sistem lahan yang berupa luapan air yang berlebih. Banjir merupakan debit aliran air sungai yang secara relatif lebih besar dari biasanya/normal akibat hujan yang turun di hulu atau di suatu tempat tertentu secara terus menerus, sehingga tidak dapat ditampung oleh aliran sungai yang ada, maka air melimpah keluar dan menggenangi daerah sekitarnya (Pramono,dkk:2009).

Banjir merupakan peristiwa dimana daratan yang biasanya kering (bukan daerah rawa) menjadi tergenang oleh air, hal ini disebabkan oleh curah hujan yang tinggi dan kondisi topografi wilayah berupa dataran rendah hingga cekung. Selain itu, terjadinya banjir juga dapat disebabkan oleh limpasan air permukaan (*runoff*) yang meluap dan volumenya melebihi kapasitas pengaliran sistem drainase atau

sistem aliran sungai. Terjadinya bencana banjir juga disebabkan oleh rendahnya kemampuan infiltrasi tanah, sehingga menyebabkan tanah tidak mampu lagi menyerap air. Banjir dapat terjadi akibat naiknya permukaan air lantaran curah hujan yang di atas normal, perubahan suhu, tanggul/ bendungan yang bobol, pencairan salju yang cepat, terhambatnya aliran air di tempat lain (Ligal, 2008).

Sedikitnya ada lima faktor penting penyebab banjir di Indonesia yaitu faktor hujan, faktor hancurnya retensi Daerah Aliran Sungai (DAS), faktor kesalahan perencanaan pembangunan alur sungai, faktor pendangkalan sungai, dan faktor kesalahan tata wilayah dan pembangunan sarana dan prasarana (Maryono, 2005).

Berdasarkan beberapa defenisi banjir di atas dapat disimpulkan bahwa banjir adalah bencana alam yang terjadi karena meningkatnya debit air pada sungai hingga sungai tidak mampu menampung debit yang mengalir dan meluap ke luar sungai sehingga menggenangi daerah di sekitar sungai tersebut

b. Penyebab Banjir

Faktor umum penyebab terjadinya banjir ada 2 yaitu banjir yang disebabkan oleh faktor alami dan banjir yang disebabkan oleh faktor manusia. Menurut Kodoatie dan Sugiyanto, 2002 (dalam Kodoatie 2013:416) penjelasan tentang faktor-faktor banjir disuatu wilayah diantaranya adalah:

- 1) Banjir yang disebabkan oleh Faktor Alami
 - a) Curah hujan. Intensitas curah hujan yang sangat tinggi akan mengakibatkan debit air sungai lebih besar dan melebihi kapasitas sungai. Hal ini sesuai dengan pendapat Soetoto (2016:140) faktor penyebab banjir salah satunya intensitas hujan yang sangat tinggi (hujan lebat dalam waktu yang lama).
 - b) Pengaruh fisiografi/geofisik sungai seperti bentuk, fungsi dan kemiringan daerah aliran sungai (DAS), geometrik hidrolis seperti bentuk penampang, lebar, kedalaman, potongan memanjang, material dasar sungai, lokasi sungai dan hal-hal yang mempengaruhi terjadinya banjir.

- c) Kapasitas sungai, pengurangan kapasitas aliran banjir pada sungai dapat disebabkan oleh pengendapan yang berasal dari erosi DAS dan erosi tanggul sungai yang berlebihan.
 - d) Pengaruh air pasang, air pasang laut akan memperlambat aliran air sungai ke laut. Pada waktu banjir bersamaan dengan air pasang yang tinggi maka tinggi banjir menjadi besar karena terjadi aliran balik (backwater).
 - e) Penurunan tanah dan rob, penurunan tanah terjadi akibat konsolidasi tanah, pembebanan bangunan berat, dan pengambilan air tanah secara berlebihan.
 - f) Kerusakan bangunan pengendalian banjir yang diakibatkan oleh bencana alam.
 - g) Erosi dan sedimentasi berpengaruh terhadap pengurangan kapasitas penampang sungai. Erosi dan sedimentasi menjadi problem klasik sungai-sungai di Indonesia. Besarnya sedimentasi akan mengurangi kapasitas saluran sehingga timbul genangan dan banjir di sungai.
- 2) Banjir yang disebabkan oleh faktor manusia
- a) Perubahan tata guna lahan, beralih fungsinya lahan yang tadinya lahan terbuka hijau menjadi lahan pertanian dan permukiman akan menyebabkan erosi dan sedimentasi sungai.
 - b) Pembuangan sampah, sungai yang banyak sampah akan tersumbat dan daya tampung saluran berkurang.
 - c) Kawasan kumuh disepanjang sungai/drainase, banyaknya bangunan yang dibangun di daerah sempadan sungai sehingga dapat menghambat daya tampung sungai.
 - d) Perencanaan dan sistem pengendalian banjir tidak tepat, sistem pengendalian yang tidak tepat akan mengakibatkan jebolnya tanggul sungai sehingga menimbulkan bencana banjir.
 - e) Menurunnya fungsi DAS di bagian hulu sebagai daerah resapan kemampuan DAS, khususnya di bagian hulu untuk meresapkan air/menahan air hujan semakin berkurang oleh berbagai sebab, seperti penggundulan hutan, usaha pertanian yang kurang tepat, perluasan kota,

dan perubahan tata guna lahan lainnya. Hal tersebut dapat memperburuk masalah banjir karena dapat meningkatkan kuantitas dan kualitas banjir.

- f) Kerusakan bangunan pengendali banjir. Pemeliharaan yang kurang memadai dari bangunan pengendali banjir sehingga menimbulkan kerusakan dan akhirnya menjadi tidak berfungsi dapat meningkatkan kuantitas banjir.

2.2 Normalisasi Sungai

Normalisasi sungai merupakan usaha untuk memperbesar kapasitas pengaliran sungai yang terutama dilakukan berkaitan dengan pengendalian banjir. Hal ini dimaksudkan untuk menampung debit banjir yang terjadi untuk selanjutnya disalurkan ke sungai yang lebih besar atau langsung menuju ke laut. Normalisasi sungai bertujuan untuk mencegah terjadinya limpasan atau luapan pada saat terjadi banjir.

Penanganan banjir dengan cara normalisasi dilakukan pada penampang sungai yang kapasitasnya sudah tidak memenuhi terhadap debit banjir yang melewati. Pekerjaan normalisasi yang dilakukan tergantung dari bentuk penampangnya. Perhitungan penampang disesuaikan dengan debit banjir rencana yang kemudian dapat ditentukan dimensi penampang yang mampu menampung debit banjir rencana. Dimensi saluran yang akan ditentukan adalah lebar, tinggi penampang basah, kemiringan, dan tinggi jagaan.

2.3 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Menurut Asdak (2010), Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang mampu menampung dan menyimpan air hujan hingga kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama. Pendapat lain yang dikemukakan oleh Kodoatie dan Sugiyanto (2002), DAS adalah suatu kesatuan daerah/wilayah/kawasan tata air yang terbentuk secara alami dimana air tertangkap yang berasal dari curah hujan akan mengalir dari daerah/wilayah/kawasan tersebut menuju ke sungai.

Selain pengertian diatas, Daerah Aliran Sungai menurut PP No. 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, DAS merupakan suatu wilayah daratan berupa satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungai yang berfungsi

menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau laut secara alami, dimana batas di darat adalah pemisah topografis dan batas di laut hingga daerah perairan yang masih terpengaruh oleh aktivitas daratan.

Wilayah daratan secara topografik dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan yang nantinya akan mengalir melalui lereng-lereng bukit dan bergerak menuju aliran sungai utama kemudian menyalurkannya ke laut disebut Daerah Tangkapan Air (DTA) atau *Catchment Area*.

2.3.1 Pembagian Titik Aliran Sungai

- a. Bagian hulu sungai dicirikan sebagai daerah konservasi dengan kemiringan besar, arus kuat, memiliki kondisi tutupan vegetasi lahan DAS, kualitas air, kemampuan menyimpan air serta curah hujan.
- b. Bagian tengah sungai berfungsi sebagai wilayah pemanfaatan air sungai bagi kepentingan ekonomi dan sosial. Ciri area ini mempunyai kuantitas dan kualitas air yang baik, kemampuan menyalurkan air, serta ketinggian muka air tanah. Selain itu juga berkaitan dengan prasarana perairan seperti pengelolaan sungai, waduk dan danau.
- c. Bagian hilir sungai merupakan area yang kebanyakan digunakan untuk kawasan pertanian. Bentuknya juga lebih landai dibandingkan area tengah, sehingga kecepatan aliran air relatif lambat. Terdapat batuan kerikil halus dan pasir serta banyak terjadi sedimentasi.

2.4 Analisa Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air di bumi, baik mengenai terjadinya, peredaran dan penyebarannya, sifat-sifatnya, dan hubungan dengan lingkungannya terutama dengan makhluk hidup. Penerapan ilmu hidrologi dapat dijumpai dalam beberapa kegiatan seperti perencanaan dan operasi bangunan air, penyediaan air untuk berbagai keperluan, pembangkit listrik tenaga air, pengendalian banjir, pengendalian erosi dan sedimentasi, transportasi air, drainase, pengendali polusi, air limbah, dsb (Triatmojo, 2010).

Data hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi (*hydrologic phenomena*). Contoh dari fenomena hidrologi seperti

besarnya curah hujan, temperatur, penguapan, lama penyinaran matahari, kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air sungai, kecepatan aliran dan konsentrasi sedimen sungai akan selalu berubah menurut waktu. Dengan demikian suatu nilai dari sebuah data hidrologi itu hanya dapat terjadi lagi pada waktu yang berlainan sesuai dengan fenomena pada saat pengukuran nilai itu dilaksanakan (Harto, S. 1993).

Analisis hidrologi merupakan satu bagian analisis awal dalam perancangan bangunan-bangunan hidraulik. Informasi dan besaran-besaran yang diperoleh dalam analisis hidrologi merupakan masukan penting dalam analisis selanjutnya. Ukuran dan karakter bangunan-bangunan sangat tergantung dari tujuan pembangunan dan informasi yang diperoleh dari analisis hidrologi. Sebelum informasi yang jelas tentang sifat-sifat dan besaran hidrologi diketahui, hampir tidak mungkin dilakukan analisis untuk menetapkan berbagai sifat dan besaran hidrauliknya.

Adapun langkah-langkah dalam analisis hidrologi adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan Daerah Aliran Sungai (DAS) beserta luasnya.
- b. Menentukan luas pengaruh daerah stasiun-stasiun hujan.
- c. Menentukan curah hujan maksimum harian rata-rata DAS dari data curah hujan yang ada.
- d. Menganalisis curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun.

Menghitung debit banjir rencana berdasarkan besarnya curah hujan rencana di atas pada periode ulang T tahun.

2.4.1 Presipitasi

Presipitasi merupakan peristiwa alami berupa perubahan bentuk dari uap air di atmosfer menjadi curah hujan sebagai akibat dari proses kondensasi.

Presipitasi juga bisa diartikan sebagai turunnya air dari atmosfer menuju permukaan bumi dalam bentuk air hujan, salju, kabut, dan embun.

Curah hujan merupakan jumlah air yang jatuh di permukaan tanah dasar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi milimeter di atas permukaan horizontal. Dalam penjelasan lain curah hujan juga dapat diartikan sebagai ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir.

2.4.2 Curah Hujan Terpusat (*Point Rainfall*)

Curah hujan terpusat (*point rainfall*) adalah curah hujan yang didapat dari hasil pencatatan alat pengukur hujan atau data curah hujan yang akan diolah berupa data kasar atau data mentah yang tidak dapat langsung dipakai.

Data curah hujan yang dihasilkan berupa kesimpulan data yaitu:

- a. Besarnya curah hujan perjam
- b. Jumlah hujan perhari dan lamanya
- c. Jumlah hujan perbulan
- d. Jumlah curah hujan pertahun

Besarnya hujan harian maksimum dalam satu tahun selama pengamatan periode tertentu

2.5. Analisa Curah Hujan

Pada penentuan analisa curah hujan diperlukan curah hujan kawasan. Curah hujan kawasan (*areal rainfall*) adalah curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir yaitu curah hujan rata-rata diseluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu yang dinyatakan dalam mm. Bila dalam suatu daerah terdapat beberapa stasiun atau pos pencatat curah hujan, maka untuk mendapatkan curah hujan areal adalah dengan mengambil nilai rata-ratanya.

Curah hujan kawasan diolah menggunakan beberapa metode seperti metode rata-rata aljabar, metode poligon thiessen, dan metode isohyet.

2.5.1 Metode Rata-Rata Aljabar

Perhitungan dengan metode ini adalah dengan menjumlahkan curah hujan dari semua tempat pengukuran selama satu periode tertentu dan membaginya dengan banyaknya tempat pengukuran. Penggunaan metode rata-rata aljabar hanya disarankan untuk wilayah yang relatif mendatar dan memiliki sifat hujan yang relatif homogen dan tidak terlalu besar.

Bentuk persamaan dari metode ini sebagai berikut:

$$\bar{P} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{n} \dots\dots\dots(2.1)$$

2.5.2 Metode Poligon Thiessen

Metode ini dikenal dengan metode rata-rata timbang (*weighted mean*), masing-masing stasiun curah hujan ditentukan luas daerah pengaruhnya berdasarkan poligon yang dibentuk. Hasil dari metode Polygon Thiessen biasanya lebih akurat dibandingkan dengan metode rata-rata aljabar karena memasukkan faktor luas areal yang diwakili oleh setiap stasiun hujan pada persamaannya (Sharma R.K., 1984 ; Triadmojo B., 2009 dan Sdak C., 2020). Dalam perhitungan menggunakan Metode Poligon Thiessen ini stasiun curah hujan yang berada diluar DAS dapat digunakan secara efektif (Subramanya K., 2008).

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam metode ini antara lain :

- a. Jumlah stasiun pengamatan minimal tiga buah stasiun
- b. Penambahan stasiun akan mengubah jaringan
- c. Topografi daerah tidak akan diperhitungkan
- d. Stasiun hujan tidak tersebar merata

Persamaan yang digunakan sebagai berikut :

$$\bar{P} = \frac{P_1 A_1 + P_2 A_2 + \dots + P_n A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots(2.2)$$

Metode Poligon Thiessen ini cocok digunakan untuk memnentukan tinggi hujan rata-rata kawasan, apabila stasiun curah hujannya tidak banyak dan tinggi hujannya tidak merata (SNI 03-2415-1991).

2.5.3 Metode Isohyet

Cara ini memperhitungkan secara aktual pengaruh tiap-tiap pos penakar hujan. Metode ishoyet menganggap bahwa tiap-tiap pos penakar yang mencatat kedalaman yang sama untuk daerah sekitarnya dapat dikoreksi. Metode ini merupakan metode yang paling akurat untuk menentukan hujan rata-rata karena mempertimbangkan relief, aspek, dan lain-lain, namun dibutuhkan keahlian dan pengalaman. Metode ini cocok untuk daerah yang berbukit dan pegunungan (SNI 03-2415-1991). Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\bar{P} = \frac{\sum \left[A \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right) \right]}{\sum A} \dots\dots\dots(2.3)$$

2.6 Analisa Frekuensi dan Curah Hujan Rencana

Dalam penentuan distribusi frekuensi ada persyaratan yang perlu dipenuhi, yaitu mengenai nilai parameter-parameter statistiknya. Parameter yang digunakan dalam perhitungan analisis frekuensi meliputi parameter nilai rata-rata (\bar{X}), simpangan baku (S), koefisien variasi (Cv), koefisien kemiringan (Cs), dan koefisien kurtosis (Ck). Analisis frekuensi adalah suatu analisa data hidrologi dengan menggunakan statistika yang bertujuan untuk memprediksi suatu besaran hujan atau debit dengan masa ulang tertentu. Kata ulang (*return period*) diartikan sebagai waktu dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui sekali dalam jangka waktu tersebut.

Parameter statistik dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

- a. Nilai rata-rata (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \dots\dots\dots(2.4)$$

- b. Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.5)$$

- c. Koefisien Variasi

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} \dots\dots\dots(2.6)$$

- d. Koefisien Kemencengan (*Coefficient of Skewness*)

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum (X_i - \bar{X})^3 \dots\dots\dots(2.7)$$

- e. Koefisien Kurtosis

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}) \dots\dots\dots(2.8)$$

Menurut Arifin, MS (2010), curah hujan ialah jumlah air yang jatuh pada permukaan tanah selama periode tertentu bila tidak terjadi penghilangan oleh proses evaporasi, pengaliran dan peresapan yang diukur dalam satuan tinggi. Curah hujan rencana adalah hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menghitung intensitas hujan.

Analisis frekuensi hujan dihitung dengan metode jenis distribusi atau sebaran seperti metode Distribusi Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Pearson tipe III (Kamiana, 2011)

2.6.1 Metode Distribusi Normal

Metode ini digunakan untuk menganalisis frekuensi curah hujan, analisis statistik dari distribusi curah hujan tahunan, dan debit rata-rata tahunan. Data hujan yang digunakan dalam perhitungan berupa sampel (populasi terbatas) yang dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$X_T = \bar{X} + K_T S \dots\dots\dots(2.9)$$

2.6.2 Metode Distribusi Log Normal

Merupakan metode yang apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik menjadi persamaan garis lurus dimana nilai variabel X diubah menjadi nilai logaritmik varian X, sehingga dapat dinyatakan sebagai model matematika (Soewarno, 1995). Persamaan distribusi log normal sebagai berikut:

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K_T \times S \text{ Log } X \dots\dots\dots(2.10)$$

Persamaan dari standar deviasi adalah sebagai berikut

$$S \text{ Log } X = \sqrt{\frac{(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.11)$$

2.6.3 Metode Gumbel

Metode ini dipergunakan untuk mengulas data maksimum, yang biasanya digunakan untuk penganalisisan frekuensi banjir. Metode Gumbel dilakukan dengan menggunakan harga-harga ekstrim sebagai fungsi distribusi eksponensial ganda menurut suripin (2004).

Persamaan dari metode Gumbel ini adalah sebagai berikut:

$$X_T = \bar{X} + S \times K \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana rumus untuk mencari nilai K adalah sebagai berikut:

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots(2.13)$$

$$Y_t = -\ln \left\{ -\ln \frac{T-1}{T} \right\} \dots\dots\dots(2.14)$$

2.6.4 Metode Distribusi Log Pearson Tipe III

Metode ini sering dipergunakan untuk mengkaji hidrologi terutama dalam hal analisis data maksimum dan data minimum dengan nilai ekstrim.

Persamaan yang digunakan dalam Log Pearson Tipe III adalah sebagai berikut :

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K_T \times S \text{ Log } X \dots\dots\dots(2.15)$$

2.7 Uji Distribusi Probabilitas

Untuk memilih metode yang memenuhi di lakukan Uji Distribusi probabilitas. Uji distribusi probabilitas dilakukan dengan maksud untuk mengetahui apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang di analisis. Ada dua metode pengujian, yaitu metode Chi Kuadrat (X^2) dan metode Smirnov-Kolmogorov. (Kamiana, 2011).

2.7.1 Metode Chi Kuadrat

Persamaan dari uji Chi Kuadrat menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$X = \sum_{i=1}^n \frac{(Of-Ef)^2}{Ef} \dots\dots\dots(2.16)$$

Derajat kepercayaan (α) tertentu yang sering diambil adalah 5 %. Persamaan dari derajat kebebasan (Dk) adalah sebagai berikut:

$$Dk = K - (p+1) \dots\dots\dots(2.17)$$

$$\text{Dimana : } K = 1 + 3,3 \text{ Log } n \dots\dots\dots(2.18)$$

Curah hujan rencana ditentukan oleh distribusi probabilitas yang memiliki simpangan maksimum terkecil dan lebih kecil dari simpangan kritis, atau dirumuskan sebagai berikut :

$$X^2 < X_{cr}^2 \dots\dots\dots(2.19)$$

2.7.2 Metode Smirnov Kolmogorov

Pengujian dengan metode smirnov kolmogorov tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu, tetapi dengan memperhatikan kurva serta penggambaran data pada kertas probabilitas. Dengan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut :

1. Urutkan data (X_i) dari besar kecil atau sebaliknya.
2. Tentukan peluang empiris masing-masing data yang sudah diurut tersebut P (X_i) dengan rumus :

$$P(X_i) = \frac{i}{n+1} \dots\dots\dots(2.20)$$

3. Tentukan peluang teoritis masing-masing data yang sudah diurut tersebut $P(X_i)$ berdasarkan persamaan distribusi probabilitas yang dipilih.
4. Hitung selisih (ΔP_i) antara peluang empiris dan teoritis untuk setiap data yang sudah diurut :

$$\Delta P_i = P(X_i) - P'(X_i) \dots\dots\dots(2.21)$$

5. Tentukan $\Delta P_i < \Delta P$ kritis, jika “tidak” artinya Distribusi Probabilitas yang dipilih tidak dapat diterima, demikian sebaliknya.

Perbandingan nilai Δ_{cr} dan Δ_{maks} dengan ketentuan sebagai berikut:

$\Delta_{maks} < \Delta_{cr}$, maka distribusi dapat diterima, dan jika $\Delta_{maks} > \Delta_{cr}$, maka distribusi tidak dapat diterima.

2.8 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan merupakan besarnya curah hujan dalam jangka waktu yang relatif singkat dalam satuan mm/jam. Besar intensitas curah hujan tergantung pada lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Apabila tersedia data curah hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan persamaan Mononobe :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(2.22)$$

2.9 Debit Banjir Yang Pernah Terjadi

Debit banjir yang pernah terjadi merujuk pada pendekatan atau metode untuk menghitung debit puncak banjir (*Peak Discharge*) berdasarkan data yang kejadian banjir yang telah terjadi dimasa lalu. Debit banjir yang pernah terjadi di Kecamatan Lembah Melintang, Kabupaten Pasaman Barat, Sumatera Barat, telah terjadi di beberapa peristiwa signifikan.

2.10 Metode Analisa Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah debit maksimum dari suatu sungai atau saluran yang besarnya didasarkan / terkait dengan periode ulang tertentu. Penetapan masing-masing metode dalam perhitungan debit rencana secara umum bergantung

pada ketersediaan data antara lain data hujan, karakteristik daerah aliran, dan data debit. Terdapat beberapa metode yang termasuk ke dalam kelompok metode empiris, antara lain :

2.10.1 Metode rasional

Metode Rasional adalah metode empiris. Metode rasional dapat digunakan untuk menghitung debit puncak sungai atau saluran namun dengan daerah aliran yang terbatas. Dalam Departemen PU, SK SNI M-18-1989-F (1989), dijelaskan bahwa Metode Rasional dapat digunakan untuk ukuran daerah pengaliran < 5000 Ha.

Metode ini digunakan dengan asumsi sebagai berikut :

- 1) Hujan yang terjadi mempunyai intensitas seragam dan merata di seluruh daerah pengaliran selama paling sedikit sama dengan waktu konsentrasi daerah pengaliran.
- 2) Periode ulang debit sama dengan periode ulang hujan
- 3) Koefisien pengaliran dari daerah pengaliran yang sama adalah tetap untuk berbagai periode ulang.

Persamaan metode rasional adalah sebagai berikut :

$$Q=0,278.C.I.A \dots\dots\dots(2.23)$$

Langkah – langkah perhitungan debit banjir rencana dengan metode Rasional sebagai berikut :

- a. Menghitung kemiringan aliran S

$$S = \frac{\Delta H}{L} \dots\dots\dots(2.24)$$

- b. Menghitung kecepatan aliran V

$$V = 72 \times (S')^{0,6} \dots\dots\dots(2.25)$$

- c. Menghitung waktu konsentrasi t

$$t = \frac{L'}{V} \dots\dots\dots(2.26)$$

- d. Menghitung intensitas hujan periode ulang dengan persamaan Mononobe

$$I = \frac{R}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(2.27)$$

2.10.2 Metode Weduwen

Perhitungan debit banjir pada daerah pengaliran sungai yang mempunyai luas kurang dari 100 km^2 dapat ditentukan dengan metode Weduwen.

Rumus dari metode Weduwen adalah sebagai berikut :

$$Q_t = \alpha \times \beta \times I \times A \dots\dots\dots(2.28)$$

Rumus – rumus lain yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\alpha = 1 - \frac{4,1}{\beta \times qn + 7} \dots\dots\dots(2.29)$$

$$\beta = \frac{120 + \frac{t+1}{t+9} \times A}{120 + A} \dots\dots\dots(2.30)$$

$$qn = \frac{Rn}{240} \times \frac{67,65}{t + 1,45} \dots\dots\dots(2.31)$$

$$t = \frac{0,476 \times A^{\frac{3}{8}}}{(\alpha \times \beta \times qn)^{\frac{1}{8}} \times S^4} \dots\dots\dots(2.32)$$

2.10.3 Metode Hasper

Metode hasper digunakan untuk mengestimasi debit rancangan. Metode ini mempertimbangkan berbagai faktor seperti luas daerah tangkapan air, panjang sungai, kemiringan, dan elevasi, serta data curah hujan untuk menghitung debit banjir. Menurut Kamiana & made (2011) Persamaan umum yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Q_r = \alpha \times \beta \times I \times A \dots\dots\dots(2.33)$$

Koefisien pengaliran (α) dinyatakan dengan rumus :

$$\alpha = \frac{1 + 0,012(A)^{0,7}}{1 + 0,075(A)^{0,7}} \dots\dots\dots(2.34)$$

Koefisien reduksi (β) dinyatakan dengan rumus :

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t + 3,7 \times 10^{-0,4t}}{t^2 + 15} \times \frac{A^{3/4}}{12} \dots\dots\dots(2.35)$$

Waktu konsentrasi (t_c) dinyatakan dengan rumus :

$$t_c = 0,1 \times L^{0,8} \times S^{-0,3} \dots\dots\dots(2.36)$$

Intensitas hujan (I) periode ulang dinyatakan dengan rumus :

$$I = \frac{r}{3,6 \times t} \dots\dots\dots(2.37)$$

Untuk $t < 2$ jam

$$R_t = \frac{t \times R_{24}}{t+1-0,0008 \times (260-R_{24}) \times (2-t)^2} \dots\dots\dots(2.38)$$

Untuk $2 \text{ jam} < t < 19 \text{ jam}$

$$R_t = \frac{t \times R_{24}}{t+1} \dots\dots\dots(2.39)$$

Untuk $19 \text{ jam} < t < 30 \text{ hari}$

$$R_t = 0,707 \times R_{24} \times (t+1)^{0,5} \dots\dots\dots(2.40)$$

2.10.4 Metode Melchior

Metode Melchior adalah metode perhitungan debit banjir untuk luas tangkapan hujan (*catchment area*) $> 100 \text{ km}^2$.

- 1) Menentukan koefisien pengaliran (α)

Koefisien pengaliran merupakan angka perbandingan antara limpasan dan curah hujan total. Besarannya tergantung dari kemiringan, vegetasi, keadaan tanah, temperatur, angin, dan lama penguapan. Pada umumnya koefisien pengaliran bernilai antara 0,42-0,62.

- 2) Menentukan koefisien reduksi (β)

$$\text{Nilai } \beta = \beta_1 \times \beta_2 \dots\dots\dots(2.41)$$

Nilai β_1 ditentukan dengan rumus :

$$F = \frac{1970}{\beta_1} - 3960 + (1720 \times \beta_1) \dots\dots\dots(2.42)$$

- 3) Menentukan nilai intensitas hujan

$$I = \frac{10 \times \beta \times R_{24 \text{ maksimum}}}{36 \times t_c} \dots\dots\dots(2.43)$$

$$t_c = \frac{10 \times L}{36 \times V} \dots\dots\dots(2.44)$$

$$V = 1,31 \times (Q \times S^2)^{0,2} \dots\dots\dots(2.45)$$

$$Q = \beta_1 \times I_{\text{coba}} \times F \dots\dots\dots(2.46)$$

4) Mengitung debit banjir rencana (Q_t)

$$Q_t = \alpha \times I \times A \times \frac{R_t}{200} \dots\dots\dots(2.47)$$

2.11 Analisa Kemampuan Dimensi Sungai

Kemampuan dimensi sungai perlu dihitung untuk menentukan besaran debit rencana yang akan digunakan serta dalam menentukan umur rencana. Persamaan yang digunakan dalam perhitungan debit aktual sebagai berikut :

$$A = b.h + m.h^2 \dots\dots\dots(2.48)$$

$$P = b + 2h\sqrt{m^2 + 1} \dots\dots\dots(2.49)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots(2.50)$$

$$V = K.R^{\frac{2}{3}} . S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(2.51)$$

$$Q = A.V \dots\dots\dots(2.52)$$

2.11.1 Pengukuran Penampang Eksisting Sungai

Penampang eksisting merupakan bentuk dan ukuran penampang sungai sebagaimana kondisi aktual dilapangan saat dilakukan pengamatan. Penampang ini mencerminkan geometri alami atau buatan dari sungai, termasuk lebar, kedalaman, dan bentuk penampangnya (persegi, trapesium, atau tidak beraturan).

Evaluasi terhadap penampang eksisting sangat penting untuk mengetahui kemampuan aktual sungai dalam mengalirkan debit banjir serta untuk menentukan apakah diperlukan perbaikan, pelebaran, atau normalisasi sungai.

Untuk menghitung kemampuan penampang eksisting dalam menglirkan air, digunakan persamaan Manning :

$$Q = \frac{1}{n} . A . R^{2/3} . S^{1/2} \dots\dots\dots(2.53)$$

Penampang eksisting dinilai cukup apabila :

$$Q_{eksisting} \geq Q_{banjir\ rencana}$$

Namun jika :

$$Q_{eksisting} < Q_{banjir\ rencana}$$

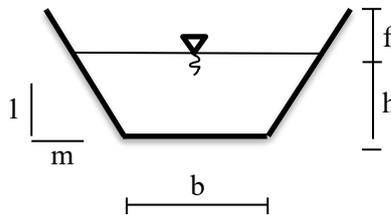
Maka penampang sungai tidak mampu mengalirkan debit banjir rencana dan berpotensi menyebabkan banjir.

2.12 Analisa Dimensi Penampang Rencana

Analisa dimensi sungai dihitung berdasarkan hasil perhitungan debit rencana. Penampang saluran yang direncanakan dapat berupa :

a. Penampang Sungai Trapesium

Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar. Sifat alirannya terus menerus dengan fluktuasi yang kecil. Bentuk saluran ini dapat digunakan pada daerah masih cukup tersedia lahan.



Gambar 2. 1 Penampang Trapesium

Persamaan yang digunakan adalah :

$$A = (b + m.h)h \dots\dots\dots (2.54)$$

$$P = b + 2h\sqrt{m^2 + 1} \dots\dots\dots (2.55)$$

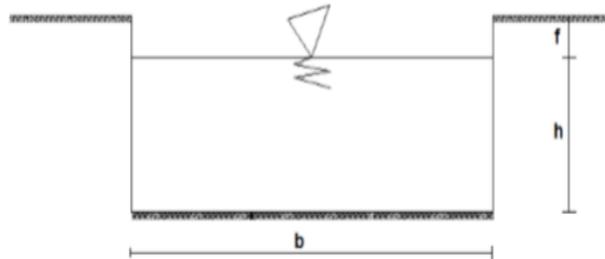
$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \dots\dots\dots (2.56)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (2.57)$$

$$Q = V.A \dots\dots\dots (2.58)$$

b. Penampang Sungai Persegi

Penampang ini merupakan salah satu bentuk geometri saluran yang umum digunakan dalam saluran buatan. Meskipun jarang ditemukan secara alami disungai, bentuk ini tetap digunakan dalam pemodelan atau desain ulang yang mempertimbangkan efisiensi konstruksi dan kestabilan aliran.



Gambar 2.2 Penampang Persegi

Persamaan yang digunakan adalah :

$$A = b \cdot h \dots\dots\dots(2.59)$$

$$P = b + 2h \dots\dots\dots(2.60)$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{b \cdot h}{b + 2h} \dots\dots\dots(2.61)$$

2.13 Perencanaan Revetmen

Revetmen merupakan bangunan yang diletakkan pada permukaan lereng yang berguna untuk melindungi tebing alur sungai atau permukaan lereng tanggul kemudian secara keseluruhan berperan meningkatkan stabilitas alur sungai yang dilindunginya. Selain itu diadakan pengaman-pengaman terhadap kemungkinan kerusakan terhadap bangunan ini, karena disaat terjadinya banjir bangunan tersebut akan tenggelam sepenuhnya.

2.13.1 Perhitungan Stabilitas Tebing

Perhitungan stabilitas bertujuan untuk memeriksa stabilitas perkuatan tebing terhadap geser, guling dan daya dukung tanah yang ditimbulkan oleh beban konstruksi.

Gaya-gaya yang bekerja antara lain :

- a. Akibat Berat Sendiri

Akibat berat sendiri perkuatan tebing merupakan yang diakibatkan oleh bangunan itu sendiri. Berat sendiri perkuatan tebing tergantung kepada bahan yang digunakan untuk membuat bangunan perkuatan tebing tersebut. Dalam tinjauan ini bahan yang digunakan adalah beton bertulang dengan

berat jenis $\gamma = 2,4 \text{ t/m}^3$ dan pasangan batu kali dengan berat jenis $\gamma = 2,2 \text{ t/m}^3$.

b. Akibat Tekanan Tanah

Gaya-gaya yang timbul akibat tekanan tanah dapat dihitung menggunakan rumus :

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H' \cdot K_a \dots\dots\dots(2.62)$$

Tekanan Tanah Aktif :

$$K_a = \tan^2 45 \frac{\phi}{2} \dots\dots\dots(2.63)$$

Tekanan Tanah Pasif :

$$K_p = \tan^2(45 + \frac{\phi}{2}) \dots\dots\dots(2.64)$$

$$P_p = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_p \dots\dots\dots(2.65)$$

c. Akibat Gaya Gempa

Gaya yang di akibatkan oleh gempa harus diperhitungkan kedalam kekuatan bangunan. Gaya gempa ini bekerja secara horizontal dengan garis kerja melewati titik bangunan. Pada peta zona gempa Indonesia dapat dilihat pembagian wilayah gempa yang berbeda. Koefisien gempa dapat menggunakan rumus :

$$A_d = n (a_c \times Z)^m \dots\dots\dots(2.66)$$

$$K = a_d / g \dots\dots\dots(2.67)$$

2.13.2 Kontrol Stabilitas Terhadap Tebing

a. kontrol terhadap guling

$$S_f = \frac{M_t}{M_g} \geq 1,5 \dots\dots\dots(2.68)$$

b. Kontrol terhadap geser (*sliding*)

$$S_f = \frac{\sum V}{\sum V} \geq 1,5 \dots\dots\dots(2.69)$$

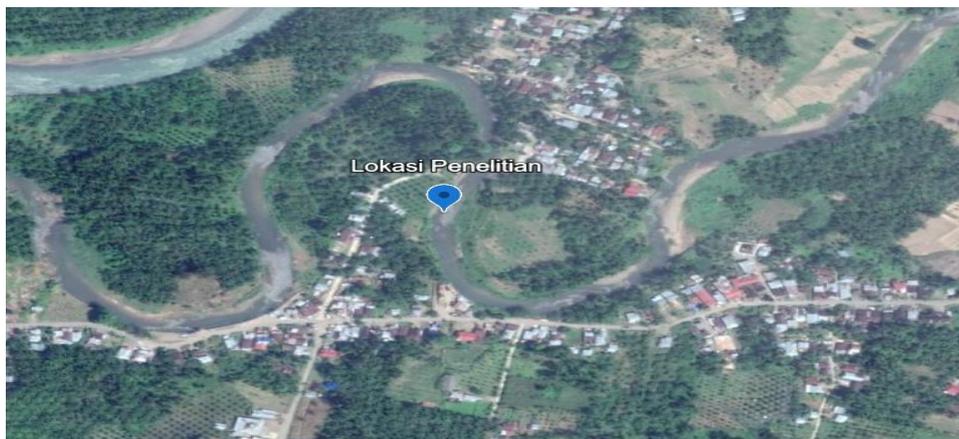
BAB III

METODE PENELITIAN

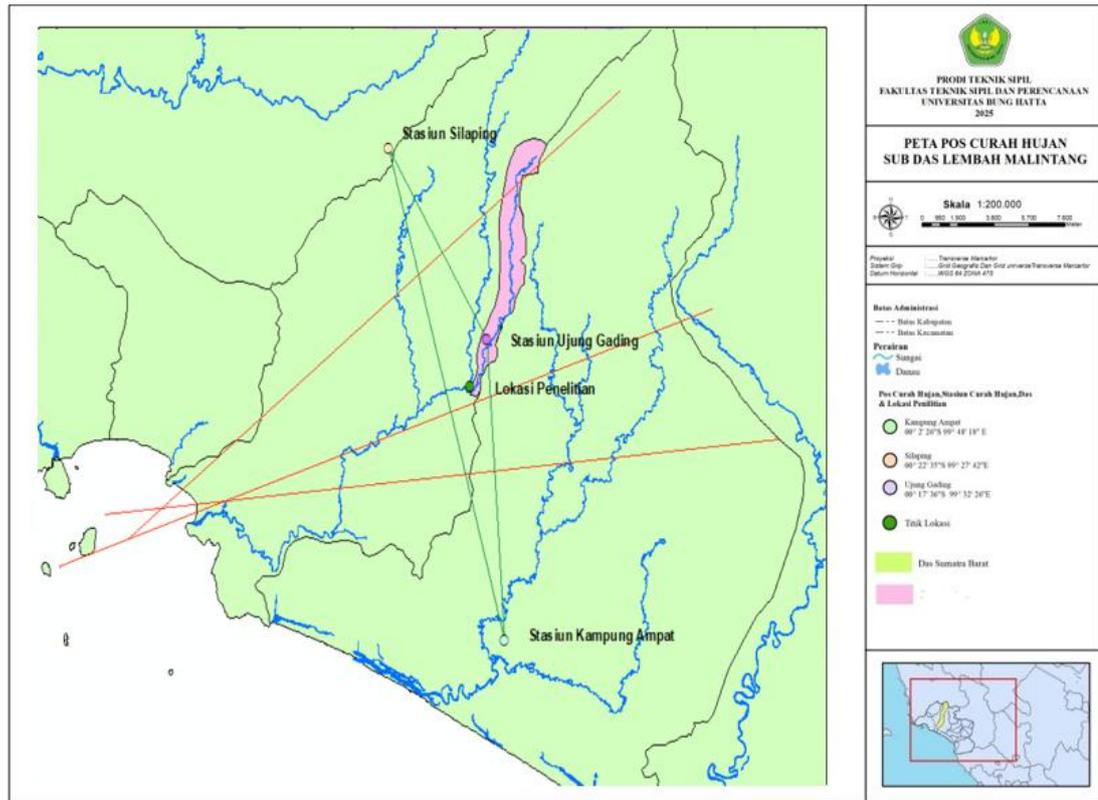
3.1 Tinjauan Umum Kawasan

Batang Bayang Nagari Ujung Gading yang terletak di Kecamatan Lembah Malintang, Kabupaten Pasaman Barat, Provinsi Sumatera Barat, merupakan salah satu sungai yang memiliki peranan penting dalam mendukung kehidupan masyarakat dan pembangunan infrastruktur wilayah. Batang Bayang ini tidak hanya menjadi sumber air bagi kebutuhan rumah tangga dan pertanian, tetapi juga berperan dalam sistem drainase alami kawasan sekitarnya.

Namun demikian, dalam beberapa tahun terakhir, wilayah sekitar aliran Sungai Batang Bayang, khususnya di Nagari Ujung Gading, dan sekitarnya, sering mengalami banjir tahunan yang berdampak pada pemukiman penduduk, lahan pertanian, dan infrastruktur jalan. Salah satu kejadian banjir besar yang tercatat pada 22 April 2024, dimana hujan deras dengan intensitas sekitar 48 mm/hari mengguyur wilayah tersebut dalam waktu relatif singkat (sekitar 3 jam). Akibatnya, Sungai Batang Bayang meluap dan merendam beberapa wilayah rendah yang berada disekitar alirannya. Pada koordinat $0^{\circ}15'42''N$ $99^{\circ}33'12''E$, berikut merupakan Lokasi Penelitian dilakukan pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian
(Sumber : Google Earth, 2025)



Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian Terhadap Curah Hujan
(Sumber : ArcMap 10.3)

Dalam situasi ini, Sungai Batang Bayang sebagai objek kajian perlu dianalisis dari segi hidrologi dan hidraulika untuk memperoleh informasi kuantitatif yang dapat dijadikan dasar dalam penanganan banjir dan perencanaan pengelolaan sungai. DAS Batang Bayang mempunyai luas *catchment area* sebesar 22,69 km²

3.2 Tahapan Persiapan

Tahapan persiapan adalah tahapan untuk melakukan identifikasi mengenai penelitian yang akan kita lakukan. Adapun kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah sebagai berikut :

- Melakukan survei ke sungai Batang Bayang, Kabupaten Pasaman Barat sebagai gambaran awal melakukan penelitian dilokasi.
- Pengumpulan data-data yang diperlukan untuk menghitung debit banjir rencana dan perhitungan perkuatann tebing.

- c. Mencari referensi melalui jurnal dan buku-buku mengenai penampang eksisting sungai sesuai penampang yang ada di lapangan.

3.3 Pengumpulan data

Pengumpulan data dibedakan atas dua macam antara lain :

- a. Data Primer

Merupakan data yang diperoleh dari sumber pertama dari individu seperti hasil wawancara atau hasil pengisian kuesioner yang biasa dilakukan peneliti. Data primer yang diperoleh berupa foto-foto di lapangan, tinggi banjir yang terjadi, serta ukuran penampang sungai.

- b. Data Sekunder

Merupakan data primer yang telah diolah lebih lanjut dan disajikan oleh pihak pengumpul data primer kepada pihak lain (lembaga atau instansi) dalam bentuk tabel-tabel atau diagram-diagram. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan dan peta topografi.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Untuk kelancaran dalam melakukan penelitian ini maka alat-alat yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

- a. Perangkat keras (hardware) ;
 - 1) 1 unit komputer
 - 2) 1 unit Printer
- b. Perangkat Lunak (Software);
 - 1) Google Earth

Bahan yang dibutuhkan :

- a. Lokasi penelitian diperoleh dari survey langsung ke lokasi .
- b. Data curah hujan harian tahunan, yang diperoleh dari Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air (PSDA) Provinsi Sumatera Barat.
- c. Peta Topografi yang diperoleh dari Dinas Pengelolaan Sumber Daya air (PSDA) Provinsi Sumatera Barat.
- d. Peta dari Google Earth.

3.5 Analisa Data

Untuk melakukan analisa data terdapat langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut :

a. Observasi lapangan dan pengukuran

Observasi lapangan dilakukan untuk mengetahui kondisi dan dimensi penampang dilapangan dimana pada saat proses pengukuran dimensi untuk mendapatkan data penampang digunakan alat berupa meteran untuk mendapatkan data dimensi sungai yang kemudian data tersebut dapat di olah dan kemudian dibandingkan dengan hasil pengolahan data yang telah dilakukan.

b. Analisa Peta

- 1) Analisa Peta DAS (Daerah Aliaran Sungai)
- 2) Analisa Polygon Thiessen

Analisa metode ini memberikan bobot tertentu untuk setiap stasiun hujan dengan pengertian bahwa setiap stasiun hujan mewakili hujan dalam satu daerah dengan luas tertentu termasuk faktor koreksi bagi hujan distasiun yang bersangkutan.

c. Melakukan perhitungan Analisis Hidrologi

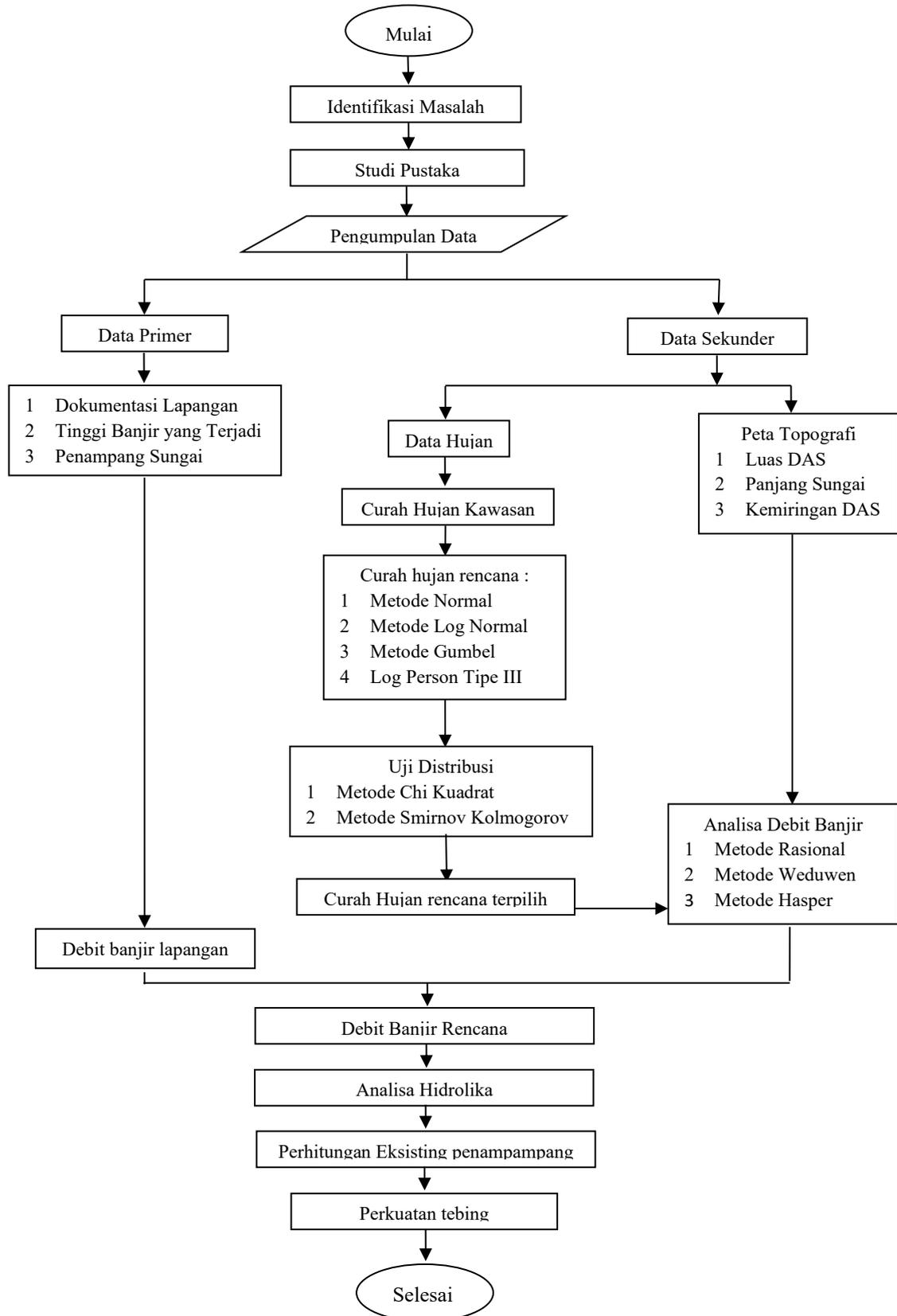
Dalam menghitung analisa hidrologi, langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut :

- 1) Mencari hujan maksimum tahunan dari pos stasiun hujan
- 2) Menghitung hujan rencana berdasarkan analisis frekuensi dengan menggunakan distribusi :
 - a) Metode Distribusi Normal
 - b) Metode Distribusi Log-Normal
 - c) Metode Distribusi Log-Person
 - d) Metode Gumbel
- 3) Menghitung uji distribusi probabilitas menggunakan :
 - a) Metode Chi-Kuadrat (X^2)
 - b) Metode Smirnov-Kolmogorov
- 4) Menghitung debit banjir rencana
- 5) Analisa Hidraulika

6) Analisa sungai Batang Bayang

Dari hasil pengamatan dilapangan didapatkan data lebar sungai (b), tinggi muka air (h), dan tinggi jagaan (f). Dari data lapangan yang didapatkan debit banjir sesaat yang pernah terjadi, misalnya Q_b . Kemudian dihitung kapasitas tampung dimasing-masing dimensi atau penampang melintang sungai misalnya didapatkan Q_1 . Selanjutnya dibandingkan Q_b dengan Q_1 , bila $Q_b > Q_1$ maka terjadi limpasan.

3.6 Diagram Alir



Gambar 3.3 Bagan Alir Rencana Kerja Tugas Akhir

