

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah Aliran Sungai atau sering disingkat dengan DAS adalah suatu wilayah yang dibatasi oleh batas alam, seperti punggung bukit – bukit atau gunung, maupun batas batuan, seperti jalan atau tanggul, dimana air hujan turun di wilayah tersebut memberi kontribusi aliran ke titik kontrol (outlet) (Suripin, 2002). Kodoatie dan Sugiyanto (2002) mendefinisikan DAS sebagai suatu kesatuan daerah/wilayah/kawasan tata air yang terbentuk secara alamiah dimana air tertangkap (berasal dari curah hujan), dan akan mengalir dari daerah/wilayah/kawasan tersebut menuju ke arah sungai dan sungai yang bersangkutan.

Asdak (2010) mendefinisikan Daerah Aliran Sungai (DAS) sebagai suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama. Wilayah daratan tersebut dinamakan daerah tangkapan air (DTA atau catchment area) yang merupakan suatu ekosistem daerah unsur utamanya terdiri atas sumber daya alam (tanah, air, dan vegetasi) dan sumberdaya manusia sebagai pemanfaat sumberdaya alam.

Mengingat begitu pentingnya penataan lingkungan dan pengembangan DAS Arang Dalu maka perlu dilakukan studi hidrologi Sungai Arang Dalu. Hasil studi hidrologi berupa aliran puncak (debit banjir). Dengan demikian fungsi dan manfaat sungai dapat tetap terjaga, penduduk yang tinggal di bantaran sungai terselamatkan, serta kelestarian lingkungan terjaga. Dalam mempelajari ekosistem DAS, daerah aliran sungai biasanya dibagi menjadi tiga bagian yaitu daerah hulu, tengah, dan hilir. Asdak (2010), menyatakan bahwa secara biogeofisik, daerah hulu. Pada umumnya sungai yang ada di Kecamatan Hampan Perak, cenderung mengalami banjir pada saat terjadi curah hujan yang intensitasnya cukup tinggi, hal ini bisa terjadi karena kapasitas atau penampang sungai yang terbatas.

Keterbatasan daya tampung ini menimbulkan permasalahan di dalam sungai, sering menyebabkan debit air yang besar sampai meluap keluar dari sungai. Melihat topografi dari Kecamatan Hamparan Perak tergolong dataran yang berada pada daerah hilir sungai-sungai tersebut, sangat memungkinkan apabila aliran sungai pada kondisi banjir akan menimbulkan luapan pada wilayah Kecamatan Hamparan Perak. Salah satu sungai yang sering mengakibatkan banjir adalah luapan air yang berasal dari sungai Arang dalu. Dampak yang diakibatkan luapan air sungai Arang dalu ini adalah kerugian gagalnya panen tanaman di daerah persawahan dan kawasan pertanian lainnya, dan bagi masyarakat sangat dirugikan karna berdampak juga terhadap kesehatan lingkungan di Kecamatan Hamparan Perak, sebagian masyarakat yang ingin bekerja jadi terhalang apa bila terjadi luapan air dari sungai Arang dalu yang mengakibatkan banjir dan semua akses jalan jadi tertutup oleh luapan air yang tinggi.

Oleh karena itu, maka penulis berniat melakukan penelitian dengan judul “DEBIT BANJIR RENCANA SUNGAI ARANG DALU KECAMATAN HAMPARAN PERAK KABUPATEN DELI SERDANG (STUDI KASUS).

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Berapa besaran debit banjir rencana sungai Arang dalu untuk periode ulang 50 tahun.
2. Untuk mengetahui besaran kapasitas penampang aliran sungai Arang dalu.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dalam penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui debit banjir rencana pada sungai Arang Dalu untuk periode ulang 50 tahun.
2. Mengetahui besaran kapasitas penampang aliran sungai Arang dalu.

1.4 BATASAN MASALAH

Agar penelitian ini mempunyai arah yang jelas sesuai dengan tujuan penelitian, maka penelitian ini di berikan batasan masalahnya yaitu:

1. Lokasi penelitian dilakukan disungai Arang dalu Kecamatan Hampan Perak Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara .
2. Debit banjir rencana ditetapkan untuk periode ulang 50 tahun.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Sebagai dasar pertimbangan dalam mencegah debit banjir di sungai Arang Dalu.
2. Sebagai rekomendasi teknis dalam penanganan banjir sungai Arang Dalu.

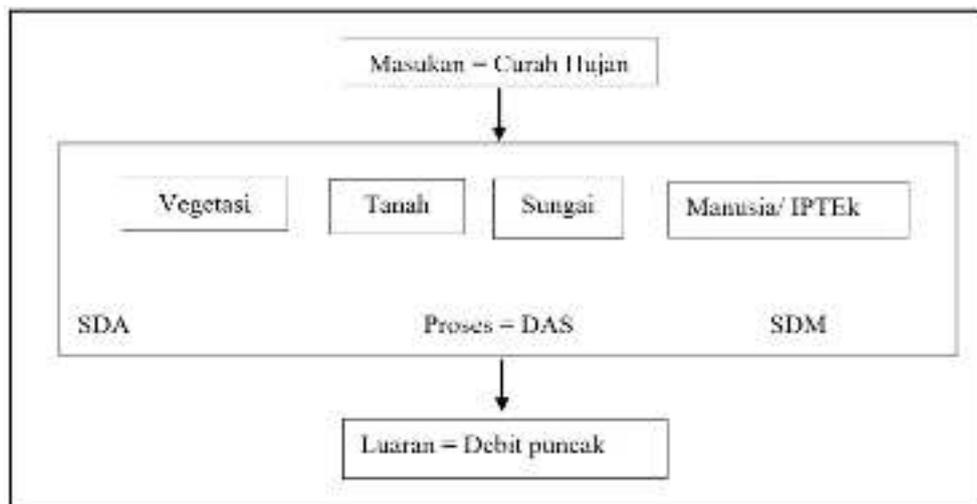
BAB II TINJAUAN

PUSTAKA

2.1 Deskripsi Teoritis

2.1.1 Sistem Hidrologi DAS

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama. Wilayah daratan tersebut dinamakan daerah tangkapan air (DTA atau *catchment area*) yang merupakan suatu ekosistem dengan unsur utamanya terdiri atas sumber daya alam (tanah, air, dan vegetasi). Sumberdaya manusia sebagai pemanfaatan sumberdaya alam (Asdak, 2010:4). Kegiatan-kegiatan manusia di muka bumi sering mengganggu keseimbangan ekosistem DAS, misalnya perubahan penggunaan lahan akibat penggundulan hutan untuk permukiman, lahan pertanian.



Gambar 2.1 Sistem Hidrologi DAS

Sumber : (Asdak, 2010:18)

Sistem hidrologi DAS terdiri dari masukan, proses dan luaran pada Gambar 2.1 menjelaskan bahwa curah hujan sebagai masukan nantinya akan diproses oleh unsur sumberdaya alam (SDA) dan sumberdaya manusia (SDM). Setyowati (2010:6) menjelaskan bahwa sumberdaya alam bertindak sebagai obyek terdiri dari

vegetasi, tanah dan sungai sedangkan unsur manusia sebagai pelaku pendayagunaan dari unsur-unsur sumberdaya alam. Unsur-unsur tersebut terjadi proses hubungan timbal balik dan saling mempengaruhi menghasilkan suatu luaran berupa debit puncak. Sistem hidrologi adalah gambaran dari interaksi antara curah hujan sebagai masukan, diproses oleh unsur vegetasi, tanah, dipihak lain manusia sebagai pendayagunaan sumberdaya alam melakukan aktivitas perubahan sehingga berpengaruh pada besar kecilnya hasil luaran yaitu debit. Vegetasi yang rapat sebagian air hujan akan tertahan oleh tajuk tumbuhan, sehingga dapat menurunkan laju air hujan yang akan menjadi aliran permukaan langsung daripada lahan dengan yang tidak ada atau kurang disertai serasah tumbuhan diatasnya.

Jenis tanah mempengaruhi air hujan yang akan menjadi aliran permukaan. Kemampuan tanah dalam proses infiltrasi pada kondisi tanah dengan tekstur dominan pasir mempunyai kemampuan dalam menyerap air lebih tinggi daripada jenis tanah yang mempunyai karakteristik tekstur tanah berlempung. Karakteristik daerah aliran sungai ikut mempengaruhi besar kecilnya air hujan yang akan menjadi aliran permukaan, aktivitas manusia dalam melakukan perubahan penggunaan lahan dari lahan yang seharusnya menjadi kawasan resapan air di daerah tangkapan air menjadi lahan pertanian, permukiman akan memperbesar jumlah aliran permukaan langsung yang mempengaruhi besar kecilnya debit yang di hasilkan pada suatu DAS. DAS sebagai sistem hidrologi menunjukkan proses berlangsungnya suatu masukan berasal dari curah hujan sedangkan luaran berupa debit puncak. Dalam DAS terdiri dari vegetasi, tanah, sungai, dan manusia/IPTEK sebagai prosesor dan air hujan yang jatuh di suatu DAS akan mengalami interaksi, sehingga menjadi luaran berupa besarnya debit yang akan dihasilkan.

2.1.2 Debit Banjir Rencana

Harto (1993:235) menjelaskan bahwa metode Rasional dikembangkan sejak 1837 oleh Mulvaney. Metode prakiraan debit puncak secara tidak langsung ini menggunakan data pendukung terkait koefisien aliran permukaan, intensitas hujan dan luas DAS untuk menetapkan debit puncak. Waktu konsentrasi tercapai ketika

seluruh bagian DAS telah memberikan kontribusi aliran di outlet. Debit puncak adalah besarnya volume air maksimum yang mengalir melalui suatu penampang melintang suatu sungai per satuan waktu, dalam satuan m³/dtk (Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia No. P. 61/Menhut-II, 2014). Amri (2014) menjelaskan bahwa debit suatu aliran sungai sangat bergantung dengan curah hujan yang turun dalam suatu DAS. Semakin besar curah hujan yang turun, maka semakin besar pula debit yang mengalir pada suatu penampang sungai, dan begitu sebaliknya. Harto (1993:145) menjelaskan bahwa besaran debit puncak dapat dipergunakan sebagai petunjuk tentang kepekaan sistem DAS terhadap pengaruh masukan hujan.

Perkiraan besarnya debit puncak menggunakan metode Rasional salah satu teknik yang dianggap memadai Wanielista dalam Suroso (2006) menjelaskan bahwa beberapa asumsi dasar untuk menggunakan metode Rasional adalah :

$$Q_r = 0.278.C_s.C.I.A \quad 2.1$$

Keterangan:

Q = Debit puncak dengan kala ulang tertentu (m³/dt).

I = Intesitas hujan rata-rata dalam t jam (mm/jam).

C = Koefisien limpasan.

A = Luas daerah pengaliran (Km²).

C_s = Koefisien tampungan.

0,0278 = Faktor konversi.

- a. Curah hujan yang terjadi dengan intensitas tetap dalam satu jangka waktu tertentu, setidaknya sama dengan waktu konsentrasi.
- b. Aliran permukaan langsung mencapai maksimal ketika durasi hujan dengan intensitas yang tetap, sama dengan waktu konsentrasi.
- c. Koefisien aliran permukaan dianggap tetap selama durasi hujan.
- d. Luasan DAS tidak berubah selama durasi hujan.

Menurut Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Dan Perhutanan Sosial Nomor: P. 3/VSet/2013 tentang pedoman identifikasi

karakteristik Daerah Aliran Sungai, metode Rasional dapat digunakan pada DAS di pulau Jawa dengan luas kurang dari 5000 ha, dengan asumsi luas DAS tersebut, apabila DAS yang berukuran kurang dari 5000 ha menunjukkan bahwa intensitas hujan yang lamanya sama dengan waktu konsentrasi (t_c).

Perhitungan debit puncak pada penelitian ini menggunakan metode Rasional dengan mengintegrasikan tiga variabel koefisien aliran permukaan, intensitas hujan, dan luas DAS.

a. Koefisien Aliran Permukaan (C)

Tabel 2.1 Koefisien pengaliran C

Deskripsi	Koefisien
Daerah pegunungan dengan kemiringan tinggi (berlereng terjang)	0.75-0.90
Daerah pegunungan tersiera	0.70-0.80
Daerah bergelombang dan bersemak-semak	0.50-0.75
Daerah daratan yang digarap	0.45-0.60
Daerah persawahan irigasi	0.70-0.80
Sungai di daerah pegunungan	0.75-0.85
Sungai kecil di daerah daratan	0.45-0.75
Sungai yang besar dengan wilayah perairan pengaliran yang lebih dari serpadunya terdiri dari daratan	0.50-0.75

Sumber: *Suyono Sosrodarsono, Kensaku Takeda*

Koefisien aliran merupakan bilangan tanpa satuan besarnya 0 sampai dengan 1 yang menunjukkan perbandingan antara aliran permukaan langsung dengan curah hujan. Koefisien aliran merupakan salah satu indikator untuk menentukan kondisi fisik suatu DAS. Nilai C berkisar antara 0 sampai 1. Nilai C = 0 menunjukkan bahwa semua air hujan terintersepsi dan terinfiltrasi ke dalam tanah, sebaliknya untuk nilai C = 1 menunjukkan semua air hujan mengalir sebagai aliran permukaan.

DAS yang masih baik, harga C mendekati nol dan semakin rusak suatu DAS, maka harga C makin mendekati satu (Suripin, 2004:74). Suripin (2002:184) menjelaskan bahwa koefisien aliran permukaan merupakan bilangan yang menyatakan perbandingan antara besarnya aliran permukaan terhadap jumlah curah hujan. $C = 0,65$ artinya 65% dari curah hujan akan mengalir secara langsung menjadi aliran permukaan. Faktor utama yang mempengaruhi nilai C, berdasarkan pada penelitian Hassing menyajikan cara penentuan faktor untuk memperoleh nilai C yang mengintegrasikan beberapa faktor karakteristik DAS, yaitu faktor kemiringan lereng, tekstur tanah, dan penggunaan lahan (Suripin, 2004:80). Nilai koefisien aliran tersebut merupakan kombinasi dari beberapa faktor berdasarkan konfirmasi dari tabel menurut Hassing.

1. Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng dinyatakan dalam derajat atau persen. Dua titik berjarak 100 m yang mempunyai selisih tinggi 10 m membentuk lereng 10%. Kecuraman lereng 100% sama dengan kecuraman lereng 45° (Arsyad, 2012:112). Suprayogi (2015:252) menjelaskan bahwa kemiringan lereng merupakan bentuk dari variasi perubahan permukaan bumi secara global, regional dikhususkan dalam bentuk suatu wilayah tertentu variabel yang digunakan dalam mengidentifikasi kemiringan lereng adalah sudut kemiringan lereng, titik ketinggian di atas muka laut. Semakin besar derajat kemiringan lereng, maka akan memperkecil kemampuan penyerapan air hujan atau infiltrasi yang masuk ke dalam tanah, mengakibatkan air hujan langsung menjadi aliran permukaan. Suripin (2004:77) menjelaskan bahwa DAS dengan kemiringan curam akan menghasilkan laju dan volume aliran permukaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan DAS yang landai.

Paimin dalam Suprayogi (2015:207) menjelaskan bahwa kondisi kelerengan yang curam, terdapatnya pada bidang luncur yang kedap air di bawah massa tanah, dan massa tanah tersebut dalam keadaan jenuh air. Karena kondisi yang jenuh air tersebut, maka air hujan akan langsung menjadi aliran permukaan. Kondisi kemiringan lereng pada permukaan lahan yang berbeda tiap wilayah, mempengaruhi besar kecilnya curah hujan yang jatuh menjadi aliran permukaan.

2. Tekstur Tanah

Tjahjono (2007:26) menjelaskan bahwa tekstur tanah adalah sifat fisik tanah yang menunjukkan kasar halusya tanah, berdasarkan atas perbandingan banyaknya butir pasir, debu dan lempung. Definisi tekstur tanah menurut USDA adalah perbandingan relatif antar partikel tanah yang terdiri atas fraksi lempung, debu, pasir. Kondisi tanah dan batuan yang menentukan besarnya bagian curah hujan yang mengalami peresapan ke dalam lapisan tanah dan batuan yang dikenal dengan infiltrasi tanah. Nilai C yang kecil menunjukkan bahwa sebagian air ditampung untuk sementara waktu tertentu. Sementara tanah daerah dengan nilai C besar menunjukkan bahwa hampir semua air hujan akan menjadi aliran permukaan.

Aliran permukaan pada tanah pasir lebih kecil daripada aliran permukaan pada tanah lempung (Sutanto, 2005:79). Arsyad (2010:134) menjelaskan bahwa tanah bertekstur kasar seperti pasir mempunyai kapasitas infiltrasi yang tinggi. Aris dan Phika dalam jurnalnya tahun 2013 disebutkan bahwa, *“Most soil type in study area have least clay content and higher sand content that characterized by high saturated hydraulic conductivity.”*

Aris dan Phika menjelaskan bahwa secara umum area yang memiliki kadar lempung yang lebih sedikit dan memiliki lebih banyak kadar berpasir yang tinggi, kemudian di kelompokkan dalam tanah yang mempunyai tingkat konduktifitas tak jenuh yang tinggi. Tekstur tanah dominan berpasir, laju infiltrasi besar karena memiliki kemampuan menyerap air yang tinggi dibandingkan dengan tanah yang lempung, kemampuan mengikat air bertekstur lempung sulit untuk meloloskan air, dengan demikian tekstur tanah kasar, seperti pasir cenderung akan menghasilkan nilai koefisien aliran permukaan lebih kecil, sedangkan tekstur tanah yang halus seperti lempung akan mengasikkan nilai koefisien yang lebih besar.

a. Intensitas Hujan (I)

Intensitas hujan adalah ketinggian air persatuan waktu satuan mm/jam, sedangkan lama hujan adalah panjang waktu di mana hujan turun dalam menit atau jam. Pengaruh intensitas hujan terhadap aliran permukaan tergantung kapasitas

infiltrasinya. Jika intensitas melampaui kapasitas infiltrasi, maka besarnya aliran permukaan akan segera meningkat sesuai dengan peningkatan intensitas hujan (Sosrodarsono, 2003:135). Hujan yang deras dalam waktu singkat kecepatan infiltrasi terbatas dan waktu yang tidak seimbang menyebabkan tidak ada waktu untuk air masuk ke dalam tanah, sehingga akan menjadi aliran permukaan langsung. Suripin (2004:75) menjelaskan bahwa dan meliputi daerah yang tidak luas, jarang sekali dengan intensitas tinggi, tetapi dapat berlangsung dengan durasi yang cukup panjang (Sriyono, 2012). Hujan dengan intensitas yang tinggi menghasilkan aliran permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan hujan biasa meliputi seluruh DAS. Intensitas hujan yang tinggi umumnya berlangsung dengan durasi pendek total aliran permukaan untuk suatu hujan secara langsung berhubungan dengan lama waktu hujan untuk intensitas tertentu infiltrasi akan berkurang pada tingkat awal suatu kejadian hujan.

b. Luas DAS

Asdak (2010:155) menjelaskan bahwa semakin besar luas DAS, ada kecenderungan semakin besar jumlah hujan yang diterima. Semakin besar luas DAS, maka semakin besar pula kapasitas yang akan ditampung, sehingga akan meningkatkan debit puncak. Makin besar daerah pengaliran maka makin lama debit puncak mencapai tempat titik (outlet) (Sosrodarsono, 2003:136). Mawardhi (2012:133) menjelaskan bahwa waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh air aliran permukaan untuk mengalir dari titik teratas ke titik terbawah (outlet). Salah satu teknik menghitung waktu konsentrasi menggunakan persamaan matematik yang dikembangkan oleh Kirpich yang berdasarkan panjang maksimum aliran dengan beda ketinggian antara titik pengamatan dengan lokasi terjauh pada DAS dibagi panjang maksimum aliran (Asdak, 2010:167). Ketika tanah sepanjang kedua titik tersebut telah jenuh dan semua cekungan bumi lainnya telah terisi oleh air hujan, diasumsikan bahwa bila lama waktu hujan sama dengan t_c berarti seluruh DAS tersebut telah ikut berperan untuk terjadinya aliran air yang sampai ke outlet (Asdak, 2010:166).

2.2 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu, yang terjadi pada satu kurun waktu air hujan terkonsentrasi. Durasi adalah lamanya suatu kejadian hujan. Intensitas hujan merupakan ketinggian hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu dimana air tersebut terkonsentrasi.

Besarnya intensitas curah hujan tidak sama disegala tempat. Intensitas hujan yang tinggi pada umumnya terjadi dengan durasi pendek dan meliputi daerah yang tidak terlalu luas. Hal ini dipengaruhi oleh topografi, durasi dan frekuensi di tempat atau lokasi yang bersangkutan. Ketiga hal ini dijadikan pertimbangan dalam membuat lengkung IDF (Intensity-Duration-Frequency). Lengkung IDF ini digunakan dalam metode rasional untuk menentukan intensitas curah hujan rata-rata dari waktu konsentrasi yang dipilih.

Namun pembuatan lengkung IDF ini cukup sulit dan membutuhkan banyak data curah hujan sehingga secara periodik perlu diperbaharui bila ada tambahan data dan hal ini akan memakan waktu yang cukup lama bila dilakukan secara manual. Kurva IDF merupakan kurva yang menyajikan hubungan antara frekuensi, intensitas dan lamanya hujan yang dinyatakan dalam bentuk lengkung intensitas hujan dengan kala ulang tertentu. Jika data otomatis tidak tersedia, IDF dapat diturunkan berdasarkan analisis data harian dan dengan rumus pendekatan.

Pembuatan kurva IDF dapat dilakukan dari hasil analisis frekuensi data hujan otomatis (durasi, menit, dan jam). Intensitas hujan (mm/jam) dapat diturunkan dari data curah hujan harian (mm) empiris menggunakan metode mononobe, intensitas curah hujan (I) dalam rumus rasional dapat dihitung berdasarkan rumus:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad 2.4$$

Dimana :

R_{24} = Curah hujan rancangan setempat (mm)

t = Lamanya curah hujan (jam)

I = Intensitas curah hujan (mm/jam) (Loebis, 1992)

2.3 Banjir

Banjir adalah keadaan dimana suatu daerah tergenang oleh air dalam jumlah yang besar. Kedatangan banjir dapat diprediksi dengan memperhatikan curah hujan dan aliran air. Namun kadangkala banjir dapat datang tiba-tiba akibat dari angin badai atau kebocoran tanggul yang biasa disebut banjir bandang. Penyebab banjir mencakup curah hujan yang tinggi, permukaan tanah lebih rendah dibandingkan muka air laut, wilayah terletak pada suatu cekungan yang dikelilingi perbukitan dengan sedikit resapan air, pendirian bangunan disepanjang bantaran sungai, aliran sungai tidak lancar akibat terhambat oleh sampah, serta kurangnya tutupan lahan di daerah hulu sungai.

2.4 Kelengkapan Data

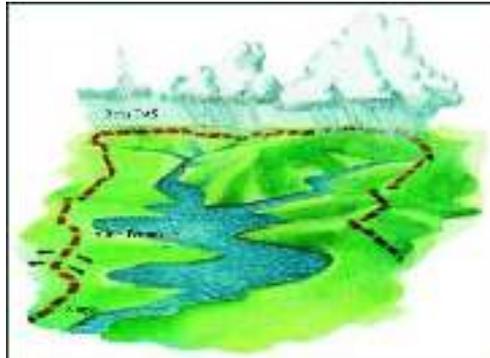
Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data curah hujan dan luasan area tangkapan air hujan atau yang sering disebut Daerah Aliran Sungai (DAS). Selain itu diperlukan juga data panjang sungai, kemiringan sungai dan kondisi di area lahan DAS.

2.4.1 Data Curah Hujan

Data curah hujan yang diperlukan dalam hal ini adalah data curah hujan harian maksimum terbaru selama 10 tahun terakhir yang satuannya ditulis dalam milimeter (mm). Untuk mendapatkan curah hujan rata-rata yang lebih baik, setidaknya terdapat 3 pos stasiun curah hujan sebagai sumber data analisa. Data curah hujan bisa didapatkan dari pencatatan curah hujan dari stasiun curah hujan terdekat yang masuk didalam sekitaran daerah aliran sungai (DAS) yang akan ditinjau. Data curah

hujan tersebut dapat diperoleh dari Badan Meteorologi Krimatologi dan Geofisika (BMKG).

2.4.2 Data Daerah Aliran Sungai (Das)



Gambar 2.1 Contoh Dearah Aliran Sungai

Sumber: <https://bit.ly/3DvOTsy>

Data luasan area tangkapan hujan merupakan area yang menangkap air hujan dan mengalirkannya ke sungai yang ditinjau atau yang disebut dengan Daerah Aliran Sungai (DAS). Untuk menentukan daerah aliran sungai ini diperlukan data topografi yang menggambarkan ketinggian batasan daerah tangkapan hujan di lokasi studi.

2.5 Curah Hujan Rata-Rata

Curah hujan adalah jumlah air hujan yang jatuh pada periode waktu tertentu yang pengukurannya menggunakan satuan tinggi di atas permukaan tanah horizontal yang diasumsikan tidak terjadi infiltrasi, run off, maupun evaporasi. Definisi curah hujan atau yang sering disebut presipitasi dapat diartikan jumlah air hujan yang turun di daerah tertentu dalam satuan waktu tertentu. Jumlah curah hujan merupakan volume air yang terkumpul di permukaan bidang datar dalam suatu periode tertentu (harian, mingguan, bulanan, atau tahunan)

2.5.1 Cara Aljabar

Cara menghitung rata-rata aritmetis (arithmetic mean) adalah cara yang paling sederhana. Metode rata-rata hitung dengan menjumlahkan curah hujan dari semua tempat pengukuran selama satu periode tertentu dan membaginya dengan

banyaknya tempat pengukuran. Jika dirumuskan dalam suatu persamaan adalah sebagai berikut :

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n} \quad 2.5$$

Dimana :

\bar{R} = Curah hujan rata-rata (mm)

$R_1 \dots R_n$ = Besarnya curah hujan pada masing – masing pos (mm)

n = Banyaknya pos hujan

2.5.2 Cara Poligon Thiessen

Cara ini memperhitungkan luas daerah yang mewakili dari pos-pos hujan yang bersangkutan, untuk digunakan sebagai faktor bobot dalam perhitungan curah hujan rata-rata. Persamaannya yaitu :

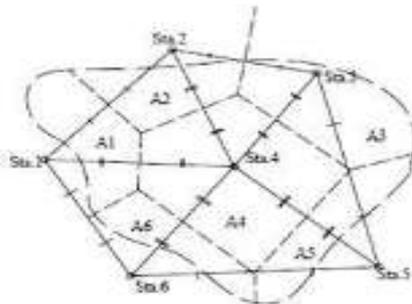
$$\bar{R} = \frac{R_1 W_1 + R_2 W_2 + \dots + R_n W_n}{A_T} \quad 2.6$$

Dimana :

\bar{R} = Curah hujan rata-rata (mm)

R_1, R_2, R_n = Besarnya curah hujan pada masing-masing pos (mm)

W_1, W_2, W_n = Faktor bobot masing-masing stasiun. Yaitu % daerah pengaruh terhadap luas keseluruhan (A_T)



Gambar 2.2 pembagian daerah dengan cara thiessen

Sumber: Soemarto (1987:10)

2.5.3 Cara Garis Isohyet

Isohyet adalah garis yang menghubungkan titik-titik dengan kedalaman hujan yang sama. Pada metode Isohyet, dianggap bahwa hujan pada suatu daerah di antara dua garis Isohyet adalah merata dan sama dengan nilai rata-rata dari kedua garis Isohyet tersebut. Metode Isohyet merupakan cara paling teliti untuk menghitung kedalaman hujan rata-rata di suatu daerah, pada metode ini stasiun hujan harus banyak dan tersebar merata, metode Isohyet membutuhkan pekerjaan dan perhatian yang lebih banyak dibanding dua metode lainnya. (Triatmodjo, 2008). Dalam perhitungan tugas akhir ini stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata dan jumlah stasiun hujan yang dipakai sebanyak tiga buah stasiun hujan, sehingga metode yang digunakan adalah metode Thiessen.

2.6 Distribusi Probabilitas

Dalam analisis frekuensi data hujan atau data debit guna memperoleh nilai hujan rencana atau debit rencana, dikenal beberapa distribusi probabilitas kontinu yang sering digunakan, yaitu: Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Person Type III. Penentuan jenis distribusi probabilitas yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter data tersebut dengan syarat masing – masing jenis distribusi pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Persyaratan parameter statistic suatu distribusi

No.	Distribusi	Persyaratan
1.	Gumbel	$C_s = 1,14$
		$C_k = 5,4$
2.	Normal	$C_v = 0$
		$C_k = 3$
3.	Log Normal	$C_s = 1,33$
		$C_k = 5,4$
4.	Log Person Type III	Selain dari nilai diatas

Sumber : Triatmodjo, 2008

Keterangan table 2.1 adalah sebagai berikut :

- Koefisien kepengcengan (Cs) = $\frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)(S)^3}$ 2.7

- Koefisien Puncak (Ck) = $\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(S)^4}$ 2.8

- Nilai rata-rata dari $\bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i$ 2.9

- Standar Deviasi (s) = $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$ 2.10

- Xi = Data hujan ke-i
- N = Jumlah data

2.7 Metode Distribusi Normal

Perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Normal, jika data yang dipergunakan adalah berupa sampel. Fungsi desitas peluang normal (Normal probability density function) dapat ditulis sebagai berikut :

$$X_T = \bar{x} + K_T \cdot S \quad 2.11$$

Keterangan rumus :

X_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T

\bar{x} = Nilai rata-rata hitung variat

S = Standar deviasi nilai variat

K_T = Faktor frekuensi (lihat tabel variabel reduksi gauss)

Tabel 2.3 faktor frekuensi untuk periode ulang T tahun

Periode ulang T (tahun)	Peluang	K_T
1,0	0,999	-3,05
2,0	0,5	0
2,5	0,4	0,25
5,0	0,2	0,84

10,0	0,1	1,28
20,0	0,05	1,64
50,0	0,02	2,05
100,0	0,01	2,33

Sumber : Bonnier, 1980

2.7.1 Metode Distribusi Log Normal

Distribusi log normal merupakan hasil transformasi dari distribusi normal, yaitu dengan merubah nilai varian X menjadi nilai logaritmik varian X.

$$\text{Log } X_T = \log X + K_T \cdot S_{\log x} \quad 2.12$$

$$S_{\log x} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^2}{n-1}} \quad 2.13$$

Keterangan rumus :

Log xi = nilai varian x yang diharapkan terjadi pada peluang atau periode ulang T tahun

Log \bar{x} = Logaritma rata-rata

$S_{\log x}$ = Standart deviasi dari log x

K_T = Faktor frekuensi , nilainya bergantungan dari T

2.7.2 Metode Distribusi Gumbel

Distribusi gumbel banyak digunakan untuk analisis data maksimum, seperti analisa frekuensi banjir. Distribusi probabilitas gumbel dilakukan dengan rumus berikut :

$$X_T = \bar{x} + S + K \quad 2.14$$

Keterangan rumus :

X_T = Curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun (mm)

\bar{x} = Nilai rata-rata dari data hujan (X)

S = Standar deviasi dan data hujan

K = Faktor frekuensi gumbel $K = \frac{Y_t - 0.001}{0.01}$ 2.15

Y_T = Reduced variate $Y_T = -0.01 - 0.01 \left(\frac{0-1}{0}\right)$ 2.16

Y_n = Reduced Mean

S_n = Reduced standard devisi

Tabel 2.4 Tabel Nilai S_n dan Y_n

N	S_n	Y_n
10	0,9497	0,4952
15	1,0210	0,5128
20	1,0630	0,5236
25	1,0910	0,5390
30	1,1120	0,5362
35	1,1280	0,5403
40	1,1410	0,5436
45	1,1520	0,5463
50	1,1610	0,5485
60	1,1750	0,5521
70	1,1850	0,5548
80	1,1940	0,5567
90	1,2010	0,5586
100	1,2060	0,5600
200	1,2360	0,5672
500	1,2590	0,5724
1000	1,2690	0,5745

Sumber : Suripin. 2004

Tabel 2.5 Tabel Nilai Reduced Variate Y_T

Periode Ulang T (Tahun)	Y_T
2	0,3065
5	1,4999
10	2,2504
20	2,9702
25	3,1255
50	3,9019
100	4,6001

Sumber : Soemarto (1987)

2.7.3 Metode Distribusi Log Person Type III

Metode yang dianjurkan dalam pemakaian distribusi log pearson type III adalah dengan mengkonversikan rangkaian datanya menjadi bentuk logaritma.

Hujan harian maksimum diubah dalam bentuk logaritma.

$$\text{Harga logaritma rata-rata } \log \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n \log x_i}{n} = 1^{\log \bar{x}} \quad 2.17$$

$$\text{Deviasi standar dari } \log x \text{ } s_{\log x} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^2}{n-1}} \quad 2.18$$

Maka didapatkan rumus distribusi log person type III

Keterangan rumus :

X_T = Nilai logaritmis hujan rencana dengan periode ulang T

K_T = Nilainya tergantung koefisien kepencengan

n = Jumlah data

Tabel 2.6 Tabel faktor frekuensi (G atau Cs positif)

Koefisien Cs	2	5	10	25	50	100	200
	Peluang (%)						
	0,5	0,2	0,1	0,04	0,02	0,01	0,05
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970
2,9	-0,390	0,440	1,195	2,277	3,134	4,013	4,013
2,8	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973	3,973
2,7	-0,376	0,479	1,224	2,272	3,097	3,932	3,889
2,6	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	3,889	3,845
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652
2,4	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800	4,584
2,3	-0,341	0,555	1,274	2,248	2,997	3,753	4,515
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444
2,1	-0,319	0,592	1,294	2,240	2,997	3,753	4,515
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298
1,9	-0,294	0,627	1,310	2,207	2,881	3,553	4,223
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147
1,7	-0,268	0,660	1,324	2,179	2,815	3,444	4,069
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990
1,5	0,240	0,690	1,333	2,146	2,743	3,330	3,910
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828
1,3	-0,210	0,719	1,339	2,108	2,666	3,211	3,745
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661
1,1	-0,180	0,745	1,341	2,066	2,585	3,087	3,575
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,998	2,453	2,891	3,312
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670

0	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576
1,3	-0,210	0,719	1,339	2,108	2,666	3,211	3,745
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661
1,1	-0,180	0,745	1,341	2,066	2,585	3,087	3,575
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,998	2,453	2,891	3,312
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670
0	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576

Sumber : Soemarto (1987)

Table 2.7 faktor frekuensi (G atau Cs negatif)

Waktu balik dalam tahun (Periode Ulang)							
Koefisien	2	5	10	25	50	100	200
	Peluang						
Cs	0,5	0,2	0,1	0,04	0,02	0,01	0,05
0	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576
-0,1	0,017	0,836	1,270	1,716	2,000	2,252	2,482
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,89	2,104	2,294
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,72	1,880	2,016
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664
-1,1	0,180	0,848	1,107	1,324	1,435	1,518	1,581
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501
-1,3	0,210	0,838	1,064	1,240	1,324	1,383	1,424
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351
-1,5	0,240	0,825	1,018	1,157	1,217	1,256	1,282

-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,261
-1,7	0,268	0,808	0,970	1,075	1,116	1,140	1,155
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097
-1,9	0,294	0,788	0,920	0,996	1,023	1,037	1,044
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	0,995
-2,1	0,319	0,765	0,869	0,923	0,939	0,346	0,949
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907
-2,3	0,341	0,739	0,819	0,855	0,864	0,867	0,869
-2,4	0,351	0,752	0,795	0,823	0,826	0,832	0,833
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800
-2,6	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769	0,769
-2,7	0,376	0,681	0,724	0,738	0,740	0,740	0,741
-2,8	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714	0,714
-2,9	0,390	0,651	0,681	0,683	0,689	0,690	0,690
-3,0	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667

(Sumber : soemarto ,1987)

2.8 Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah debit maksimum disungai atau saluran dengan periode ulang tertentu yang sudah ditentukan yang dapat dialirkan tanpa membahayakan struktur bangunan sekitarnya. Debit banjir rencana ditetapkan dengan cara menganalisis debit puncak. Melalui periode ulang, yang dapat ditentukan nilai debit rencana.

$$Q_t = 0,278.C.It.A$$

Keterangan :

Q_t = Debit banjir (m^3/dtk).

C = Koefisien pengaliran.

It = Intesitas curah hujan dengan periode T ulang (mm/jam).

A = Luas area (km^2).

2.8.1 Intesitas Hujan

Intesitas curah hujan adalah besarnya air hujan yang jatuh kepermukaan 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 .

$$I = \frac{R_{24}}{2.19} \left(\frac{24}{T} \right)^{2/3}$$

Dimana :

i = Intesitas hujan (mm/jam)

R_{24} = Curah hujan maksimum harian dalam 24 jam (mm/jam)

T = Waktu dari mulai hujan (jam)

2.8.2 Debit Banjir /Debit Puncak Metode HSS Nakayasu

Untuk memperkirakan besarnya debit banjir rancangan dalam suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat digunakan beberapa metode, seperti metode rasional ataupun metode nakayasu.

$$Q_p = \frac{C \times A \times R_o}{2.77 (T_p + T_{0.2})} \quad 2.20$$

Dimana :

Q_p = Debit puncak (m³ /det)

A = Luas daerah aliran sungai (km²)

T_p = Waktu konsentrasi aliran (jam)

R_o = Curah hujan efektif (mm)

C adalah koefisian pengaliran seperti pada Tabel 2.1

Persamaan debit puncak/debit banjir tersebut diatas harus disesuaikan dengan durasi waktu pengalirannya seperti pada persamaan berikut:

$$T_p = 0.00013 \frac{L^{0.7}}{S^{0.385}} \quad 2.21$$

Dimana :

L = Jarak titik terjauh ketitik saluran pengamatan banjir (km)

S = Kemiringan sungai atau saluran

2.8.3 Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran sungai pada satu penampang saluran tidak sama. Kecepatan aliran sungai ditentukan oleh bentuk aliran, geometri saluran dan faktor faktor

lainnya. Kecepatan aliran sungai diperoleh dari rata-rata kecepatan aliran pada tiap bagian penampang sungai tersebut. Idealnya, kecepatan aliran rata-rata diukur dengan mempergunakan 'flow probe' atau 'current meter'. Alat ini dapat mengetahui kecepatan aliran pada berbagai kedalaman penampang. Namun apabila alat tersebut tidak tersedia, kecepatan aliran dapat diukur dengan metode apung

Pengukuran kecepatan aliran sungai dilakukan dengan jalan mengapungkan suatu benda misalnya bola tennis, pada lintasan tertentu sampai dengan suatu titik yang telah diketahui jaraknya. Pengukuran dilakukan oleh tiga orang yang masing masing bertugas sebagai pelepas pengapung di titik awal, pengamat di titik akhir lintasan dan pencatat waktu perjalanan alat pengapung dari awal sampai titik akhir.

Kecepatan aliran merupakan hasil bagi antara jarak lintasan dengan waktu tempuh atau dapat dituliskan dengan persamaan:

$$V = \frac{D}{T} \quad 2.22$$

dengan:

V = Kecepatan (m/detik)

D = Panjang lintasan (m)

T = Waktu tempuh (detik)

Kecepatan yang diperoleh dari metode ini merupakan kecepatan maksimal sehingga perlu dikalikan dengan faktor koreksi kecepatan. Pada sungai dengan dasar yang kasar faktor koreksinya sebesar 0.75 dan pada dasar sungai yang halus faktor koreksinya 0.85, tetapi secara umum faktor koreksi yang dipergunakan adalah sebesar 0.65

BAB III METODOLOGI

PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan penulis dalam penulisan ini adalah metode penelitian kuantitatif. Metode kuantitatif adalah metode yang bersifat sistematis dan menggunakan berbagai metode yang bersifat matematis. Berdasarkan hubungan variabelnya, penelitian kuantitatif sendiri bisa bersifat deskriptif, korelasi atau asosiatif. Proses dan makna (perspektif subjek) lebih ditonjolkan dalam penelitian kuantitatif. Landasan teori dimanfaatkan sebagai pemandu agar fokus penelitian sesuai dengan fakta dilapangan. Selain itu landasan teori ini juga bermanfaat untuk memberikan gambaran umum tentang latar penelitian sebagai bahan pembahasan hasil penelitian. Tujuan penelitian kualitatif adalah untuk menjelaskan suatu fenomena dengan sedalam-dalamnya dengan cara pengumpulan data yang sedalam-dalamnya pula, yang menunjukkan pentingnya kedalaman dan detail suatu data yang diteliti.

3.1.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini di lakukan di Sungai Arang Dalu Kecamatan Hampan Perak Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara



Gambar 3.1 lokasi Penelitian

Sumber :Google earth



Gambar 3.2 Hilir Sungai Arang Dalu

Sumber :Dokumentasi Pribadi

3.1.2 Pengumpulan Data

Studi pustaka dilakukan untuk mengumpulkan data-data dari berbagai dinas dan instansi yang terkait, mempelajari buku-buku, kumpulan jurnal atau literatur lain yang berhubungan dengan judul yang dibahas yang nantinya diperlukan sebagai referensi dalam penelitian ini. Adapun data-data yang dikumpulkan adalah sebagai berikut:

a. Data Primer

Data primer yaitu, data yang diperoleh secara langsung dari lokasi sungai Arang Dalu.

b. Data Sekunder

Data Sekunder Kegiatan yang dilakukan dalam tahap pengambilan data sekunder adalah pengumpulan semua data yang akan digunakan dalam analisis data dari berbagai sumber literatur terhadap beberapa buku, kumpulan-kumpulan jurnal dan data dari berbagai dinas dan instansi terkait. Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta DAS Sungai Arang Dalu, Debit sungai dengan bantuan pengukuran dari google earth dankedalaman air sungai dengan menggunakan PP No 38 Tahun 2011 pasal 11, dan data curah hujan.

3.1.3 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Pengumpulan data sekunder.
- b. Mengolah data curah hujan harian maksimal selama periode data 10 tahun untuk mendapatkan hujan selama 24 jam.
- c. Menentukan nilai Sn, K, Log XTR, dan XTR berdasarkan tabel.
- d. Menghitung data curah hujan maksimal kemudian diturunkan dengan Mononobe.
- e. Menggambarkan kurva IDF berdasarkan data-data yang telah didapat.
- f. Menghitung Q (debit) puncak akibat hujan berdasarkan pengaruh tata guna lahan dengan HSS Nakayasu.
- g. Menghitung debit banjir rencana periode ulang 50 tahun..
- h. Jika debit banjir rencana diperoleh, maka penelitian dianggap selesai.

Setelah semua tahapan tersebut dilakukan maka kesimpulan diambil berdasarkan perbandingan antara Q_p dengan Q_c , kriteria yang digunakan adalah:

Jika $Q_p > Q_c$ maka akan terjadi Banjir dan/atau

$Q_p < Q_c$ maka tidak terjadi Banjir.

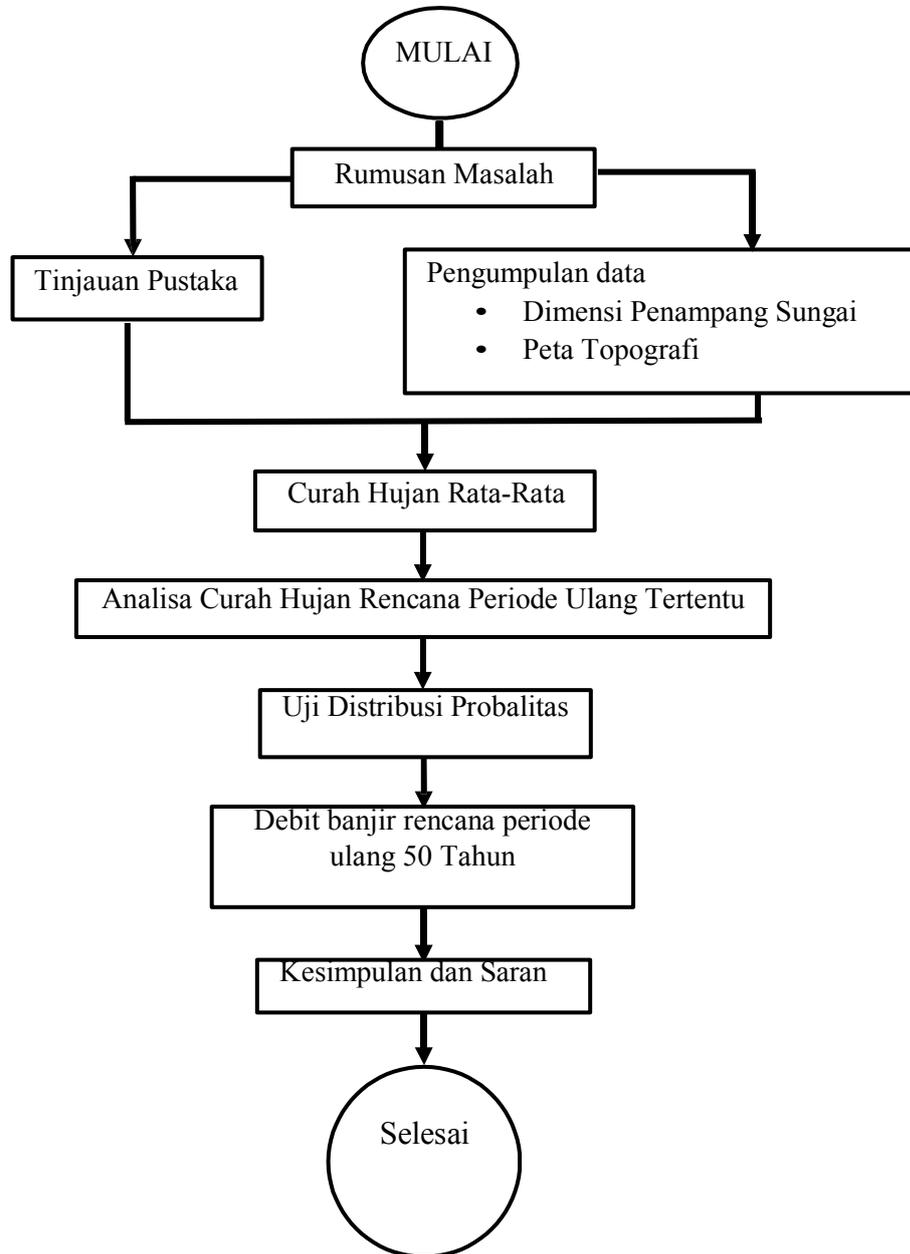
Dimana :

Q_p = Debit puncak pada sungai Arang Dalu

Q_c = Debit penampang sungai Arang Dalu

3.2 Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah diagram alir yang dilakukan dalam penelitian ini :



Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian

Sumber :Dokumentasi Pribadi