

SKRIPSI

ANALISIS DEBIT BANJIR RANCANGAN SUNGAI AIR HITAM DESA PAUH ANGIT DALAM RANGKA MENGATASI BANJIR DAN GENANGAN.

(Studi Kasus : Sungai Air Hitam Desa Pauh Angit Kecamatan Pangean)

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



Disusun Oleh :

SYAPARUDIN

NPM : 180204017

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

2022

SKRIPSI

ANALISIS DEBIT BANJIR RANCANGAN SUNGAI AIR HITAM DESA PAUH ANGIT DALAM RANGKA MENGATASI BANJIR DAN GENANGAN



Disusun Oleh :

SYAPARUDIN

NPM : 180204017

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

2022

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS DEBIT BANJIR RANCANGAN SUNGAI AIR HITAM
DESA PAUH ANGIT DALAM RANGKA MENGATASI
BANJIR DAN GENANGAN**

**(STUDI KASUS : SUNGAI AIR HITAM DESA PAUH ANGIT
KECAMATAN PANGEAN)**

Yang Dipersiapkan Dan Disusun Oleh

SYAPARUDIN

NPM. 180204017

Skripsi ini telah disetujui untuk dilaksanakan ujian pada tanggal 06 Oktober 2022.

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

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

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

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

ANALISIS DEBIT BANJIR RANCANGAN SUNGAI AIR HITAM
DESA PAUH ANGIT DALAM RANGKA MENGATASI
BANJIR DAN GENANGAN

(STUDI KASUS : SUNGAI AIR HITAM DESA PAUH ANGIT
KECAMATAN PANGEAN)

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

Disusun Oleh :

SYAPARUDIN

NPM : 180204017

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

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

Tanggal : 06 Oktober 2022

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

Tanggal : 06 Oktober 2022

LEMBAR TIM PENGUJI
SKRIPSI
ANALISIS DEBIT BANJIR RANCANGAN SUNGAI AIR HITAM
DESA PAUH ANGIT DALAM RANGKA MENGATASI
BANJIR DAN GENANGAN

(STUDI KASUS : SUNGAI AIR HITAM DESA PAUH ANGIT
KECAMATAN PANGEAN)

Disusun Oleh :

SYAPARUDIN
NPM : 180204017

Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji
Pada Hari Kamis, Tanggal 06 Oktober 2022 Pada Program Studi
Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi

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

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

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

Penguji I : JOKO TRIYANTO,S.T.,M.T. : ()

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

HALAMAN PENGESAHAN

JUDUL : ANALISIS DEBIT BANJIR RANCANGAN SUNGAI AIR HITAM DESA PAUH ANGIT DALAM RANGKA MENGATASI BANJIR DAN GENANGAN

(STUDI KASUS : SUNGAI AIR HITAM DESA PAUH ANGIT KECAMATAN PANGEAN)

NAMA : SYAPARUDIN

NPM : 180204017

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan di depan Dewan Penguji pada sidang skripsi tanggal 06 Oktober 2022. Menurut pandangan kami, skripsi ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana Teknik (S.T)

Teluk Kuantan, 06 Oktober 2022

Disahkan oleh Dewan Penguji :

Jabatan dalam Sidang	Nama Dewan Penguji	Tanda Tangan
Ketua Sidang	Dwi visti rurianti, S.T.,M.T.	
Pembimbing I	Chitra Hermawan, S.T.,M.T.	
Pembimbing II	Ade irawan, S.T.,M.T.	
Penguji Utama	Joko triyanto, S.T.,M.T.	
Penguji Anggota	Surya Adinata, S.T.,M,T.	

**Dekan
Fakultas Teknik**

**Ketua,
Program Studi Teknik Sipil**

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

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

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini, Saya:

Nama : Syaparudin

NPM : 180204017

Program Studi : Teknik Sipil

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

“Analisis Debit Banjir Rancangan Sungai Air Hitam Desa Pauh Angit Dalam Rangka Mengatasi Banjir Dan Genangan (Studi Kasus :Sungai Air Hitam Desa Pauh Angit Kecamatan Pangean)”.

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Teluk Kuantan, 25 Oktober 2022

Penulis

SYAPARUDIN

NPM : 180204017

MOTTO

”boleh jadi keterlambatanmu dari suatu perjalanan adalah keselamatan bagimu, boleh jadi tertundanya pernikahanmu adalah suatu keberkahan”

(Quraish shihab)

“Maka bertanyalah kepada orang yang mempunyai pengetahuan jika kamu tidak mengetahui “

(An-Nahl : 43)

“Pejuangku lebih muda karna mengusir penjajah, perjuanganmu akan lebih sulit karna melawan bangsamu sendiri”

(Dr.Ir.H.Soekarno)

“Apabila anda berbuat kebaikan kepada orang lain, maka anda telah berbuat baik terhadap diri sendiri”

(Benyamin Franklin)

“Jangan salahkan jika hujan turun. Lihatlah sesuatu apa yang tumbuh Dari air hujan tersebut”

(Rila yustiana)

....

ABSTRAK

ANALISIS DEBIT BANJIR RANCANGAN SUNGAI AIR HITAM DESA PAUH ANGIT DALAM RANGKA MENGATASI BANJIR DAN GENANGAN

(Studi Kasus Desa Pauh Angit Kecamatan Pangean)

Oleh :

SYAPARUDIN

NPM : 180204017

Kabupaten Kuantan Singingi merupakan daerah yang memiliki banyak aliran sungai setiap Daerah Aliran Sungai (DAS) memiliki karakteristik yang berbeda-beda, Sekarang ini banjir sering terjadi disebabkan oleh ulah manusia yang mulai tidak menghiraukan keseimbangan alam Bencana banjir sudah menjadi langganan setiap tahun pada saat musim penghujan selama puluhan tahun di wilayah Desa Pauh Angit Kecamatan Pangean. bencana banjir selain akibat kerusakan ekosistem ataupun aspek lingkungan yang tidak terjaga tetapi juga disebabkan karena bencana alam itu sendiri seperti curah hujan yang tinggi.

Dalam Penelitian ini data atau informasi yang di gunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari Dinas Pertanian Kabupaten Kuantan Singingi dan data primer langsung survei dilapangan, metode pengolahan data di hitung secara manual sesuai dengan Metode Rasional untuk menghitung debit banjir, curah hujan dihitung dengan Analisis Frekuensi yang dimulai dengan menentukan curah hujan harian maksimum rata - rata.

Berdasarkan analisis frekuensi yang didapatkan besar hujan rancangan untuk kala ulang 2,5,10,25 tahun adalah sebesar 107.67 mm ; 115.13 mm ; 117.24 mm ; 118.54 mm dan Debit banjir sebagai priode ulang 2,5,10,.25 tahun adalah sebesar 3,681 m³/detik, : 4,956 m³/detik, : 5,316 m³/detik, : 5,538 m³/detik.

Kata kunci : Hujan Rancangan, Analisi Frekuensi, Debit Banjir.

ABSTRACT

RIVER DESIGN FLOOD ANALYSIS PAUH ANGIT VILLAGE BLACK WATER IN OVERCOMING FLOOD AND PUDDLE (Case Study of Pauh Agit Village, Pangean District)

By :

SYAPARUDIN

NPM : 180204017

Kuantan Singingi Regency is an area that has many river flows. Each watershed (DAS) has different characteristics. Currently, floods often occur due to human activities who begin to ignore the balance of nature. Flood disasters have become a subscription every year during the rainy season. for decades in Pauh Agit Village, Pangean District. Flood disasters are not only caused by damage to ecosystems or environmental aspects that are not maintained but are also caused by natural disasters such as high rainfall.

In this study, the data or information used is secondary data obtained from the Agriculture Service of Kuantan Singingi Regency and primary data directly from the field survey, the data processing method is calculated manually according to the Rational Method for calculating flood discharge, rainfall is calculated by using Frequency Analysis. begins by determining the average maximum daily rainfall.

Based on the frequency analysis, the design rainfall for the 2.5,10,25 year return period is 107.67 mm; 115.13 mm ; 117.24 mm ; 118.54 mm and flood discharge as return period 2.5,10,.25 years is 3.681 m³/second, : 4.956 m³/second, : 5.316 m³/second, : 5.538 m³/second.

Keywords: Design Rain, Frequency Analysis, Flood Discharge

KATA PENGANTAR

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

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

Skripsi ini berjudul **“Analisis Debit Banjir Rancangan Sungai Air Hitam Desa Pauh Angit Dalam Rangka Mengatasi Banjir Dan Genangan (Studi Kasus Desa Pauh Angit Kecamatan Pangean)”**.

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

1. Dr.H. NOPRIADI,S.K.M, M.Kes, selaku Rektor Universitas Islam Kuantan Singingi.
2. Bapak CHITRA HERMAWAN, S.T., M.T.,Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi, Dan Selaku Dosen Pembimbing I.
3. Bapak ADE IRAWAN, S.T., M.T., Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Dan Selaku Dosen Pembimbing II.
4. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi.
5. Orang Tua yakni Ayah dan Ibu tercinta beserta saudara-saudara tercinta yang tidak henti-hentinya memberikan dukungan dan motivasi terus menerus.
6. Angkatan tahun 2018 Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi.
7. Sahabat HMTS dan Rekan-rekan seperjuangan yang telah memberikan motivasi dan bantuan serta dia yang selalu membuat saya termotivasi.
8. Semua pihak yang terlibat dalam pembuatan skripsi ini.

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

Teluk Kuantan, 25 Oktober 2022

Penulis,

SYAPARUDIN

NPM : 180204017

DAFTAR ISI

	Halaman
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB III LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Umum.....	4
2.2 Penelitian Sebelumnya.....	5
2.3 Penelitian Saat Ini	6
BAB III LANDASAN TEORI.....	7
3.1 Definisi banjir.....	7
3.1.1 Penyebab banjir	7
3.1.2 Tipe banjir	8
3.1.3 Daerah genangan air.....	9
2.1.4 Kerugian Akibat Banjir	10
3.1.5 Sistem Pengendalian Banjir (<i>Flood Control System</i>).....	10
3.1.6 Pengendalian Banjir Metode Struktur	11
3.1.7 Pengendalian Banjir Metode Non-Struktur.....	13
3.2 Daerah Aliran Sungai.....	14
3.2.1 Pengertian Daerah Aliran Sungai (DAS)	14
3.2.2 Erosi.....	16

3.2.3 Hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS).....	17
3.2.4 Fungsi Daerah Aliran Sungai (DAS).....	17
3.3 Siklus Hidrologi	18
3.3.1 Perhitungan Debit Rencana	27
3.3.2 Koefisien Pengaliran.....	28
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	30
4.1 Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian	30
4.2 Teknis Analisis Data	30
4.3. Jenis Data dan Sumber Data	31
4.4 Bagan Alir Penelitian.....	33
BAB V PEMBAHASAN DAN HASIL.....	34
5.1 Penentuan Kawasan Daerah Pengaliran.....	34
5.2 Kondisi kawasan daerah Penggaliran.....	35
5.3 Analisis Data Hidrologi.....	35
5.3.1 Curah Hujan Maksimum Tahunan.....	35
5.3.2 Analisis Frekuensi Hujan Rencana.....	37
5.4 Waktu Konsentrasi.....	40
5.5 Intensitas Curah Hujan.....	41
5.5 Analisis Debit Banjir.....	42
5.5.1 Koefisien Pengaliran.....	42
5.5.2 Debit Banjir.....	43
BAB VI	46
PENUTUP	46
6.1 Kesimpulan	46
6.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47

Gambar 3.2 : Klasifikasi sungai berdasarkan vegetasi (Maryono A. 2007).....	16
Gambar 3.3 : Siklus Hidrologi (Asdak, 2010).....	18
Gambar 4.1 : Lokasi Penelitian.....	30
Gambar 4.2 : Bagan Alir Penelitian.....	33
Gambar 5.1 : Peta Kawasan Daerah Pengaliran.....	35
Gambar 5.2 : <i>Kurva IDF (Intensity Duration Frequency)</i>	43

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Faktor Frekuensi Kt Untuk Metode Normal	17
Tabel 3.2. Variabel Standar k Untuk Log Normal	22
Tabel 3.3 .Reduce Variataed (Yt)	23
Tabel 3.4. Reduced Mean (Yn)	23
Tabel 3.5. Reduced Standar Deviasi (Sn)	24
Tabel 3.6. Variabel Standar K Untuk Log Person III Dengan Koefisien Skewness (Cs) Positif	24
Tabel 3.7. Variabel Standar K Untuk Log Person III Dengan Koefisien Skewness (Cs) Negati)	25
Tabel 3.8. Nilai Kritis Untuk Uji Chi-Square	26
Tabel 3.9. Nilai Koefisien Aliran (C) untuk Metode Rasional (Kodatie dan Syarief, 2005).....	29
Tabel 4.1 Jadwal Penelitian.....	34
Tabel 5.1 Tata Guna Lahan Kawasan Daerah Pengaliran.....	36
Tabel 5.2 Data hujan maksimum tahunan stasiun pengamatan Kecamatan Pangean.....	37
Tabel 5.3 Hitungan Statistik Hujan Maksimum.....	38
Tabel 5.4 Syatar Parameter Statistik Distribusi	40
Tabel 5.5 Hasil Uji Chi-Square.....	40
Tabel 5.6 Hujan Rencana Berbagai Periode Ulang.....	40
Tabel 5.7 Intensitas Hujan Jam-Jaman	42
Tabel 5.8 Perhitungan Koefisien Pengaliran.....	44
Tabel 5.9 Debit Banjir.....	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai merupakan suatu aliran panjang dipermukaan bumi tempat mengalirnya air yang berasal dari hujan sungai merupakan salah satu sumber daya yang sangat menunjang kepentingan manusia dan alam sekitarnya, pemanfaatan besar sebagian sungai digunakan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga, pertanian, industri, pariwisata, olahraga, perikanan, pembangkit tenaga listrik, transportasi dan bagian alam sebagai penduduk utama kehidupan flora dan fauna yang berada disekitarnya. Dampak positif yang diberikan sungai bagi lingkungannya sangat besar akan tetapi terdapat pula dampak negatif yaitu banjir, banjir adalah sebuah peristiwa meluapnya air sungai karna ketidak mampuan badan sungai untuk menampung debit air yang lewat banjir merupakan masalah terbesar yang dihadapi oleh kota-kota besar maupun kota kabupaten di setiap tahunnya.

Kabupaten Kuantan Singingi merupakan daerah yang memiliki banyak aliran sungai setiap Daerah Aliran Sungai (DAS) memiliki karakteristik yang berbeda-beda, pada saat ini terdiri dari 15 kecamatan yang memiliki beberapa anak sungai yang mempunyai satu induk sungai yang bernama sungai indragiri, sungai indragiri ini terletak pada jantung kota Kabupaten Kuantan Singingi oleh sebab itu keadaan sungai dipusat kota harus sangat diperhatikan baik itu lingkungan sekitar sungai maupun air yang ada dalam sungai tersebut. Daerah aliran sungai indragiri banyak melewati desa-desa kecil sepanjang sungai kehilir desa-desa tersebut adalah desa yang termasuk kawasan yang sering dilanda banjir apalagi di musim penghujan desa sepanjang aliran sungai ini selalu berlangganan banjir di setiap tahunnya oleh sebab itu, ada upaya untuk penanggulangan banjir di wilayah ini yang tercakup dalam DAS indragiri pengendalian banjir didaerah rawan banjir harus memerlukan usaha yang keras mengingat kondisi wilayah ini merupakan daerah yang langsung di lalui aliran sungai indragiri tersebut, perubahan tata guna lahan juga telah terjadi baik di daerah hulu atau hilir sepanjang sungai.

Permasalahan banjir dan genangan air juga terjadi di DAS pangian, DAS adalah yang memiliki hulu didesa pilau dore dan bermula di desa paaup angit hulu pada pada saat musim hujan beberapa tempat di DAS ini rawan tergenang air Hal ini terjadi karena tempat tersebut merupakan daerah yang lebih rendah dari pada daerah sekitarnya dan kapasitas drainase yang kurang memadai juga menjadi akibat tempat-tempat tersebut tergenang air. Selain itu, perubahan penggunaan lahan disekitar aliran sungai berdampak ada makin luasnya daerah dengan permukaan yang kedap air (*impermeabel*) sehingga mengganggu proses infiltrasi air kedalam tanah yang menyebabkan air hujan melimpah dipermukaan tanah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dengan latar belakang masalah di atas tersebut, maka yang menjadi permasalahan adalah sebagai berikut :

1. Berapa besar debit banjir yang terjadi mengakibatkan terjadinya banjir atau genangan di anak sungai air hitam desa pauh angit - Pangean ?
2. Berapa besar debit banjir yang terjadi di sekitaran perumahan desa Pauh angit - Pangean ?

1.3 Tujuan Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ini tujuan yang di capai sebagai berikut:

Untuk mengetahui berapa besar debit banjir yang terjadi pada anak sungai air hitam Desa Pauh angit, Kecamatan Pangian

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang di dapat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi pemerintah/swasta

Penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan pemerintah untuk dapat melihat kondisi pemukiman masyarakat terhadap bencana banjir yang terus terjadi di setiap musim penghujan di desa Pauh angit sehingga dapat meningkatkan upaya penanggulangan bencana pada kawasan pemukiman tersebut

2. Bagi masyarakat.

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi kepada masyarakat terkait bencana banjir bisa saja terjadi pada permukiman tempat tinggalnya dan juga memberikan informasi terkait penataan perumahan dan pemukiman sesuai khususnya bencana banjir atau genangan sehingga dapat dijadikan pembelajaran dan meningkatkan kesadaran serta perilaku siaga terhadap bencana.

3. Bagi peneliti

Penelitian ini diharapkan menjadi referensi atau rujukan sebagai penelitian-penelitian selanjutnya mengenai bencana banjir yang berada pada permukiman masyarakat setempat.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan yang luas serta memudahkan dalam menyelesaikan masalah ini sesuai dengan tujuan yang dicapai, batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan debit banjir rancangan aliran sungai indra giri dilakukan di sungai batang kuantan Desa Pauh angit, Kecamatan Pangean
2. Lokasi penelitian ini dibatasi untuk kawasan permukiman yang sering terkena bencana banjir ketika musim penghujan di Desa Pauh angit, Kecamatan Pangean
3. Debit adalah jumlah air yang mengalir melalui penampang melintang sungai tiap satuan waktu, yang biasanya dinyatakan dalam meter kubik perdetik, arti debit dalam penelitian ini adalah debit puncak menggunakan metode rasional dengan mempertimbangkan factor koefisien aliran permukaan, intensitas hujan, dan luas daerah aliran sungai.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Banjir didefinisikan sebagai tegangannya suatu tempat akibat meluapnya air yang melebihi kapasitas pembuangan air disuatu wilayah dan menimbulkan kerugian fisik, sosial dan ekonomi (Rahayu dkk, 2019). Banjir adalah ancaman musim yang terjadi apabila meluapnya tubuh air dari saluran yang ada dan mengenangi wilayah sekitarnya. Banjir adalah ancaman alam yang paling sering terjadi dan paling banyak merugikan, baik dari segi kemanusiaan maupun ekonomi (Idep, 2007)

Banjir merupakan peristiwa yang dimana daratan yang biasanya kering (bukan daerah rawa) menjadi tergenang oleh air, hal ini disebabkan oleh curah hujan yang tinggi dan kondisi tofografi wilayah berupa dataran rendah hingga cekung selain itu, banjir juga disebabkan oleh limpasan air merupakan (run of) yang meluap dan volumenya melebihi kapasitas pengaliran sistem drainase atau sistem aliran sungai. Terjadinya bencana banjir juga disebabkan oleh rendahnya kemampuan identifikasi tanah, sehingga menyebabkan tanah tidak mampu lagi menyerap air banjir dapat terjadi akibat dapat naiknya permukaan air lantaran curah hujan yang diatas normal, perubahan suhu, tanggul dan bendungan yang bobol pencairan salju yang tepat, terhambatnya aliran air ditempat lain (Ligal, 2008).

Menurut peraturan pemerintah Republik Indonesia no. 38 tahun 2011 tentang ruang sungai umum sebagaimana dalam BAB II Pasal 7 yang berbunyi : “Dalam hal ini dalam sepadan sungai terdapat tangul untuk mengendalikan banjir, ruang antara tepi dalam kaki tangul merupakan bantaran sungai”.

Berdasarkan peraturan diatas tanggul adalah salah satu referensi yang harus diambil dalam mengatasi permasalahan pada banjir.

2.2 Penelitian Sebelumnya

Penelitian skripsi ini mengambil referensi dari beberapa skripsi sebelumnya, sebagai bahan tinjauan pustaka untuk dijadikan pedoman penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini, Di bawah ini penulis dapat menyimpulkan beberapa tugas akhir yang dijadikan bahan pertimbangan.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Fitra Andika Parse (2018) dengan penelitian yang berjudul “Perencanaan Saluran Drainase Dengan Q Kala Ulang 5 Tahun Analisa Bebit Banjir Metode Rasional (Studi Kasus Desa Patapahan Kecamatan Gunung Toar) “ melakukan penelitian dengan rumus metode Rasional.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Meldi Kurnia (2012) dengan penelitian yang berjudul “Analisa Kapasitas Untuk Memenuhi Kekurangan Kebutuhan Air Irigasi Di Kecamatan Payukumbuh Selatan” Menggunakan metode analisa frekuensi. Dalam penelitiannya menyatakan : tujuan analisa frekuensi data hidrologi adalah mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Rizka Arbanigrum (2015) dengan penelitian yang berjudul “Perencanaan Tangul Banjir Sungai Lusi Hilir” menyimpulkan dengan analisis kondisi eksisting alur sungai lusi dengan program Hec-ras menunjukan bahwa sungai lusi tidak mampu menampung debit banjir rencana. Dengan begitu kondisi eksisting alur sungai lusi memerlukan perbaikan dengan cara perbaikan tangul, perencanaan tangul, perencanaan parapet beton dan perkuatan lereng.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Eko Sulistianto (2014) dengan penelitian yang berjudul “Analisis Kapasitas Drainase Dengan Metode Rasional Di Perumahan Sogra Puri Indah” melakukan penelitian menggunakan rumus metode rasional, ada 6 saluran dari 10 saluran yang ditinjau yang tidak memenuhi kapasitas dan 4 saluran termasuk memenuhi, dari perhitungan untuk mendapatkan kapasitas saluran yang memenuhi, terdapat 2 dimensi berbentuk persegi dengan ukuran berbeda yaitu, lebar saluran 0,4 m, tinggi 0,4 m dan lebar saluran 0,4 m, tinggi 0,45 m.

2.3 Penelitian saat ini

Penelitian saat ini dilakukan oleh Syaparudin (2022) dengan penelitiannya yang berjudul “Analisis Debit Banjir Sungai Air Hitam Desa Pauh Angit Dalam Rangka Mengatasi Banjir Dan Genangan” melakukan penelitian dengan rumus metode rasional.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Definisi banjir

Banjir berasal dari aliran limpasan yang mengalir melalui sungai atau menjadi genangan, sedangkan limpasan adalah aliran air mengalir pada permukaan tanah yang ditimbulkan oleh curah hujan setelah air mengalami infiltrasi dan evaporasi, selanjutnya mengalir sampai kesungai (Hadisusanto,2010).

Menurut suripin (2004) menerangkan, bahwa banjir adalah suatu kondisi tidak tertampungnya air dalam saluran pembuangan (palung sungai) atau terhambatnya air didalam saluran pembuangan, sehingga meluap mengenai daerah (dataran banjir) sekitarnya selanjutnya dinyatakan bentuk hidrograf banjir pada suatu daerah di tentukan oleh 2 hal yaitu :

1. Karakteristik hujan lebat yaitu distribusi dari insensitas hujan dalam waktu dan ruang.
2. Karakteristik daerah tangkapan seperti : luas, bentuk sistem saluran dan kemiringan lahan, jenis dan distribusi lapisan tanah serta struktur geologi dan morfologi.

3.1.1 Penyebab banjir

Menurut Kodoatie, dan sugianto (2002) banyak faktor menjadi penyebab terjadinya banjir. Namun secara umum penyebab terjadinya banjir saat di klasifikasikan kedalam 2 kategori, yaitu banjir yang di sebakpan oleh sebab alami dan banjir yang di lakukan oleh tindakan manusia.

a) Penyebab terjadinya banjir secara alami antara lain :

1. Curah hujan

Indonesia memiliki iklim tropis sehingga sepanjang tahun memiliki dua musim yaitu musim hujan yang umumnya terjadi di akhir tahun tepatnya pada bulan oktober sampai bulan maret, dan musim kemarau yang terjadi antara bulan april sampai bulan september. Pada musim penghujan, curah hujan yang tinggi akan mengakibatkan banjir di sungai, dan apabila banjir tersebut melebihi tebing sungai maka akan timbul banjir atau genangan.

2 Pengaruh fisiografi

Fisiografi atau geografik fisik sungai seperti bentuk, fungsi dan kemiringan Daerah Pengaliran Sungai (DPS), kemiringan sungai, geometrik hidrolis (bentuk penampang seperti lebar, kedalaman potongan memanjang, material dasar sungai) lokasi sungai ataupun bagian sungai lainnya, merupakan hal-hal penyebab terjadinya banjir.

3 Erosi dan sedimentasi

Erosi dan sedimentasi di DPS berpengaruh kepada pengurangnya kapasitas penampang sungai erosi dan sedimentasi menjadi masalah klasik sungai-sungai di Indonesia besarnya sedimentasi akan mengurangi kapasitas saluran sehingga timbul genangan dan banjir di sungai.

4 Kapasitas sungai

Pengurangan kapasitas aliran banjir pada sungai dapat disebabkan oleh pengendapan yang berasal dari erosi DPS dan erosi tanggul sungai yang berlebihan dan sedimentasi di sungai yang dikarenakan tidak adanya vegetasi penutup dan penggunaan lahan yang tidak tepat.

5 Kapasitas drainase yang tidak memadai

Hampir semua kota-kota di Indonesia mempunyai drainase daerah penangan yang tidak memadai, sehingga kota-kota tersebut menjadi langganan banjir.

6 Pengaruh air pasang

Air pasang laut memperlambat aliran sungai ke laut pada waktu banjir bersamaan dengan air pasang yang tinggi maka, tinggi genangan atau banjir menjadi besar karena menjadi aliran balik (*backwater*). Contoh yang terjadi di Kabupaten Kuantan Singingi, genangan ini terjadi sepanjang tahun pada saat musim hujan maupun di musim kemarau.

3.1.2 Tipe banjir

Tipe banjir dibedakan menjadi 3 jenis (Suripin, 2004) yaitu :

1. Banjir kiriman

Aliran banjir yang datang dari daerah hulu atau daerah luar kawasan yang tergenang. Jika hujan yang terjadi di daerah hulu menimbulkan aliran

banjir yang melebihi kapasitas sungainya atau banjir kanal yang ada, sehingga akan menimbulkan limpasan.

2. Banjir lokal

Genangan yang timbul akibat hujan yang jatuh di daerah itu sendiri, dimana hal ini dapat terjadi akan melebihi kapasitas sistem drainase yang terjadi jika hujan terjadi melebihi sistem drainase yang ada. Banjir lokal dengan ketinggian genangan air antara 0,2-0,7 m, dan lama genangan 1-2 jam lebih terdapat pada daerah yang relatif rendah.

3. Banjir Rob

Banjir yang terjadi baik akibat aliran langsung air pasang dan atau air balik dari saluran drainase akibat terhambat oleh air pasang.

3.1.3 Daerah genangan air

Menurut kodoatie (2005), akibat adanya jumlah peningkatan penduduk, kebutuhan infrastruktur terutama pemukiman, sehingga merubah sifat dan karakteristik tata guna lahan. Sama dengan prinsip pengendalian banjir perubahan tata guna lahan yang tidak terkendali penyebab aliran permukaan (*run-of*) meningkat sehingga terjadi suatu genangan air.

Hal-hal yang menyebabkan terjadinya genangan air di suatu lokasi antara lain

1. Dimensi saluran yang tidak sesuai.
2. Perubahan tata guna lahan yang mengakibatkan terjadinya peningkatan debit banjir di suatu daerah aliran sistem drainase.
3. Elevasi saluran tidak memadai.
4. Lokasi penumpukan daerah cekungan.
5. Lokasi merupakan tempat retensi air yang di ubah fungsinya misalnya menjadi suatu pemukiman.
6. Tanggul kurang tinggi.
7. Kapasitas tampungan kurang besar.
8. Dimensi gorong-gorong terlalu kecil, sehingga terjadi aliran balik.
9. Adanya penyempitan saluran.
10. Tersumbatnya saluran oleh endapan, sehingga timbulnya sampah.
11. Terjadi penurunan tanah (*Land-subsidend*).

Perubahan fungsi kawasan bagian hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) sebesar +15% mengakibatkan keseimbangan sungai/drainase mulai terganggu, genangan ini berkontribusi menaikkan kuantitas debit aliran dan kuantitas sedimentasi pada sungai /drainase. Hal ini dapat di artikan bahwa suatu daerah aliran sungai yang masih alami dengan Vegetasi yang padat dapat diubah fungsi kawasan sebesar 15% tanpa harus merubah keadaan alami dari sungai/drainase bersangkutan.

3.1.4 Kerugian Akibat Banjir

Menurut Kodoatie, dan Sugiyanto (2002), kerugian akibat banjir pada umumnya sulit diidentifikasi secara jelas, dimana terdiri dari kerugian banjir akibat banjir langsung dan tak langsung. Kerugian akibat banjir langsung ,merupakan kerugian fisik akibat banjir yang terjadi, antara lain robohnya gedung sekolah, industri, rusaknya sarana transportasi, hilangnya nyawa, hilangnya harta benda, kerusakan dipemukiman, kerusakan daerah pertanian dan peternakan, kerusakan sistem irigasi, sistem air bersih, sistem drainase, sistem kelistrikan, sistem pengendali banjir termasuk bangunannya, kerusakan sungai, dsb. Sedangkan kerugian akibat banjir tak langsung berupa kerugian kesulitan yang timbul secara tak langsung diakibatkan oleh banjir, seperti komunikasi, pendidikan, kesehatan, kegiatan bisnis terganggu.

3.1.5 Sistem Pengendalian Banjir (*Flood Control System*)

Menurut Kodoatie, dan Sugiyanto (2002), sistem pengendalian banjir pada suatu daerah perlu dibuat dengan baik dan efisien, memperhatikan kondisi yang ada dan pengembangan pemanfaatan sumber air mendatang. Pada penyusunan sistem pengendalian banjir perlu adanya evaluasi dan analisis atau memperhatikan hal-hal yang meliputi :

1. Analisis cara pengendalian banjir yang ada pada daerah tersebut atau yang sedang berjalan.
2. Evaluasi dan analisis daerah genangan banjir, termasuk data kerugian akibat banjir.
3. Evaluasi dan analisis tata guna tanah di daerah studi, terutama di daerah dataran banjir.

4. Evaluasi dan analisis daerah pemukiman yang ada maupun perkembangan yang akan datang.
5. Memperhatikan potensi dan pengembangan sumber daya air mendatang.

Dengan memperhatikan hal-hal tersebut di atas dapat direncanakan sistem pengendalian banjir dengan menyesuaikan kondisi yang ada, dengan berbagai cara mulai dari hulu sampai hilir yang mungkin dapat dilaksanakan. Cara pengendalian banjir dapat dilakukan secara struktur dan non-struktur. Pengendalian banjir dengan metode struktur dan non-struktur yaitu :

3.1.6 Pengendalian Banjir Metode Struktur

Cara - cara pengendalian banjir dalam metode struktur dapat dijelaskan sebagai berikut

1. Sistem Jaringan Sungai

Apabila beberapa sungai yang berbeda baik ukuran maupun sifatnya mengalir berdampingan dan akhirnya bertemu, maka pada titik pertemuan dasarnya akan berubah dengan sangat intensif. Akibat perubahan tersebut, maka aliran banjir pada salah satu atau semua sungai mungkin akan terhalang. Sedangkan jika anak sungai arusnya deras dan membawa banyak sedimen mengalir ke sungai utama, maka terjadi pengendapan berbentuk kipas. Sungai utama akan terdesak oleh anak sungai tersebut, bentuk pertemuannya akan cenderung bergeser ke arah hulu.

Karena itu arus anak sungai dapat merusak tanggul sungai utama di seberang muara anak sungai atau memberikan pengaruh yang kurang menguntungkan bagi bangunan sungai yang terdapat di sebelah hilir pertemuan yang tidak deras arusnya. Lebar sungai utama pada pertemuan dengan anak sungai cenderung bertambah sehingga sering berbentuk gosong-gosong pasir dan berubah arah arus sungai.

Guna mencegah terjadinya hal-hal di atas, maka pada pertemuan sungai dilakukan penanganan sebagai berikut :

- a) Pada pertemuan 2 (dua) buah sungai yang resimnya berlainan, maka pada kedua sungai tersebut diadakan perbaikan, agar resimnya menjadi hampir sama. Adapun perbaikannya adalah dengan pembuatan tanggul pemisah diantara kedua sungai tersebut dan pertemuannya digeser agak ke hilir

apabila sebuah anak sungai yang kemiringannya curam bertemu dengan sungai utamanya, maka dekat pertemuannya dapat dibuatkan ambang bertangga.

- b) Pada lokasi pertemuan 2 (dua) buah sungai diusahakan supaya formasi pertemuannya membentuk garis singgung.

2. Pembuatan Alur Pengendali Banjir (*Floodway*)

Ketika debit banjir terlalu besar dan tidak dimungkinkan peningkatan kapasitas tampung saluran diatas kapasitas yang sudah ada, maka penambahan kapasitasnya dapat dilakukan dengan pembuatan saluran baru langsung ke laut, danau atau saluran lain. Saluran baru ini disebut saluran banjir (*floodway*). Saluran banjir adalah saluran baru yang dibuat untuk mengalirkan air secara terpisah dari saluran utamanya. Saluran banjir dapat mengalirkan sebagian atau bahkan seluruh debit banjir.

Pada ruas sungai yang belok-belokannya (*meander*) tajam atau sangat kritis, maka tanggul yang akan dibangun biasanya akan lebih panjang. Selain itu pada ruas sungai yang demikian, terjadi peningkatan gerusan pada belokan luar dan menyebabkan kerusakan tebing sungai yang pada akhirnya mengancam kaki tanggul. Pada belokan bagian dalam terjadi pengendapan yang intensif.

Alur sungai yang panjang dan mempunyai kondisi seperti hal tersebut atas menyebabkan kelancaran air banjir menjadi terganggu. Untuk mengurangi keadaan yang kurang menguntungkan tersebut perlu dipertimbangkan pembuatan alur baru, agar pada ruas tersebut alur sungai mendekati garis lurus dan lebih pendek. Sungai baru seperti itu disebut sodetan. Sodetan ini akan menurunkan muka air di sebelah hulunya tetapi muka air di sebelah hilir biasanya naik sedikit. Tujuan dilakukannya sodetan ini antara lain :

- a) Perbaiki alur sungai yang pada mulanya panjang dan berbelok-belok dan tidak stabil menjadi lebih pendek dan lebih lurus.
- b) Dengan adanya sodetan akan terjadi hidrograf banjir antara bagian hulu dan hilir sodetan, sehingga akan menguntungkan daerah di bagian hulunya.

3. Tanggul Tangkis/Tanggul Banjir (*Groyne*)

Tanggul tangkis sering juga disebut *groyne* atau *krib*. Krib adalah bangunan yang dibuat mulai dari tebing sampai ke arah tengah untuk mengatur arus sungai dan tujuan utamanya adalah sebagai berikut:

- a) Mengatur arah arus sungai.
- b) Mengurangi kecepatan arus sungai sepanjang tebing sungai, memperkecil sedimentasi, dan menjamin keamanan tanggul/tebing terhadap gerusan.
- c) Mempertahankan lebar dan kedalaman air pada alur sungai.
- d) Mengkonsentrasikan arus sungai dan memudahkan penyadapan.

3.1.7 Pengendalian Banjir Metode Non-Struktur

Analisis pengendalian banjir dengan tidak menggunakan bangunan pengendali akan memberikan pengaruh cukup baik terhadap resim sungai. Contoh aktivitas penanganan tanpa bangunan adalah sebagai berikut :

1. Pengelolaan DAS

Pengelolaan DAS berhubungan erat dengan peraturan, pelaksanaan, dan pelatihan Kegiatan penggunaan lahan dimaksudkan untuk menghemat dan menyimpan air dan konservasi tanah. Pengelolaan DAS cakupan aktivitasnya yaitu :

- a) Pemeliharaan vegetasi di bagian hulu DAS.
- b) Penanaman vegetasi untuk mengendalikan kecepatan aliran air dan erosi tanah.
- c) Pemeliharaan vegetasi alam atau penanaman vegetasi tahan air yang tepat, sepanjang tanggul drainase, saluran dan daerah lain untuk pengendalian aliran yang berlebihan atau erosi tanah.
- d) Mengatur secara khusus bangunan-bangunan pengendali banjir (misal : *check dam*) sepanjang dasar aliran yang mudah tererosi.
- e) Pengelolaan khusus untuk mengantisipasi aliran sedimen yang dihasilkan dari kegiatan gunung berapi.

2. Pengaturan Tata Guna Lahan

Pengaturan tata guna lahan di daerah aliran sungai, ditujukan untuk mengatur penggunaan lahan, sesuai dengan rencana pola tata ruang wilayah yang ada. Hal ini untuk menghindari penggunaan lahan yang tidak terkendali, sehingga mengakibatkan kerusakan daerah aliran sungai yang merupakan

daerah pada hujan. Pada dasarnya pengaturan penggunaan lahan di daerah aliran sungai dimaksudkan untuk:

- a) Memperbaiki kondisi hidrologis DAS, sehingga tidak menimbulkan banjir pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau.
- b) Menekan laju erosi DAS yang berlebihan, sehingga dapat memperkecil laju sedimentasi pada alur sungai di bagian hilir

3. Pengembangan Daerah Banjir

Ada 4 (empat) strategi dasar untuk pengembangan daerah banjir yang meliputi:

- a) Modifikasi kerentanan dan kerugian banjir (penentuan zona atau pengaturan tata guna lahan).
- b) Pengaturan peningkatan kapasitas alam untuk dijaga kelestariannya seperti penghijauan.
- c) Modifikasi dampak banjir dengan penggunaan teknik mitigasi seperti asuransi dan penghindaran banjir (*flood proofing*).
- d) Modifikasi banjir yang terjadi (pengurangan) dengan bangunan pengontrol (waduk) atau normalisasi sungai.

3.2 Daerah Aliran Sungai

3.2.1 Pengertian Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggungan gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama (Asdak, 2014). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 37 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Daerah Aliran Sungai yang selanjutnya disebut DAS adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

Suatu DAS terbagi atas DAS utama dan Sub–Sub DAS. Sub DAS merupakan suatu wilayah kesatuan ekosistem yang terbentuk secara alamiah

tempat air hujan meresap atau mengalir anak sungai ke sungai utama (Mardiarno, 2015).

1. Klasifikasi Sungai / Tipe Sungai

Tipe sungai dipengaruhi oleh faktor topografi sungai sendiri, sehingga di Negara kepulauan seperti Indonesia, piliphina, jepang dan inggris, maka panjang sungai relatif tidak panjang dan DAS tidak luas, jika dibandingkan dengan sungai yang ada di benua Eropa, Afrika, Australia dan Amerika. Menurut (Oehadijono, 1993) berdasarkan topografi susunan sungai induk dan cabang-cabang dapat dibedakan atas 3 (tiga) tipe yaitu:

a) Tipe Sejajar

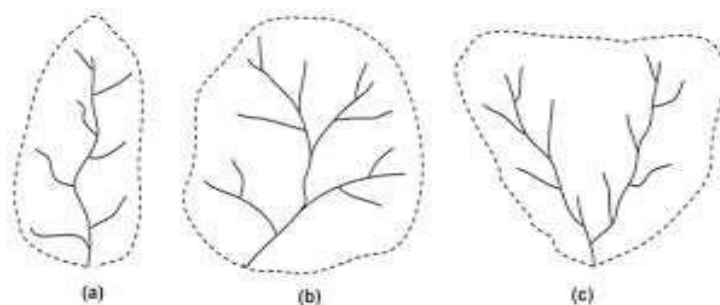
Susunan sungai tipe sejajar yaitu cabang-cabang besar mengalir parallel (sejajar) kemudian setelah mendekati muara mereka bertemu dan berkumpul menjadi sungai induk seperti ditunjukkan pada gambar 3.1.a

b) Tipe Kipas

Susunan tipe kipas yaitu anak-anak sungai yang mengalir dari segala penjuru menuju ke titik pusat lalu kemudian mengalir ke laut seperti ditunjukkan pada gambar 3.1.b

c) Tipe Bulu Ayam atau Cabang Pohon

Susunan sungai induk dengan anak-anak sungai semacam bulu ayam yang terdiri dari batang, cabang dan ranting. Susunan induk ibarat batangnya, cabang sebagai anak sungai dan ranting merupakan anak cabang sungai seperti ditunjukkan pada gambar 3.1.c

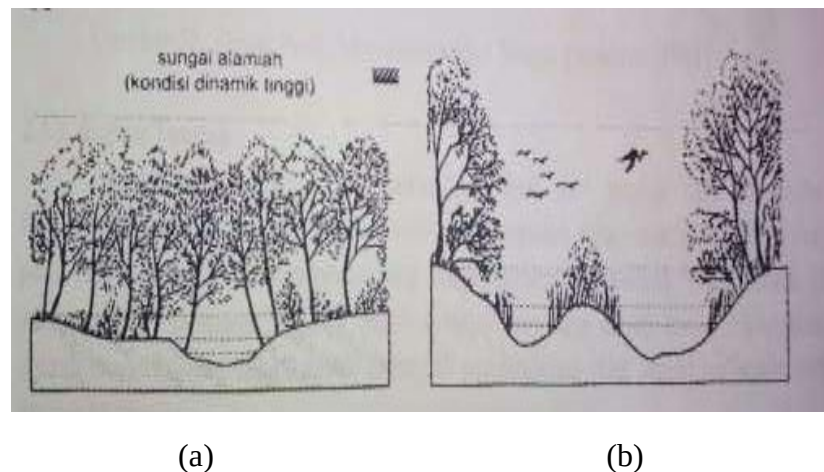


Gambar 3.1 : Daerah Pengaliran Sungai Dan Pola Susunan Anak – anak Sungai (Suryono Sosrodarsono, 1985)

2 Klasifikasi Berdasarkan Vegetasi

Menurut (Ahmad, Akhmad, Luki, & Rendi Addetya, 2015) dalam buku

Agus Maryono (2008) mengklasifikasikan sungai kecil atau sungai besar berdasarkan kondisi vegetasi alamiah di pinggirnya. Disebut sungai kecil bila dahan dan ranting vegetasi pada kedua sisi tebingnya bertautan dan dapat menutupi sungai yang bersangkutan seperti ditunjukkan pada gambar 3.2.a. Sedangkan pada sungai besar, dahan vegetasi pada kedua sisi tebingnya tidak dapat bertautan karena terpisah cukup jauh seperti ditunjukkan pada gambar 3.2.b.



Gambar 3.2 : Klasifikasi sungai berdasarkan vegetasi (Maryono A. 2007)

3.2.2 Erosi

Menurut (Banuwa, 2013) dalam (Arsyad, 2010) Erosi adalah proses pindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat yang lain oleh media alami. Pada peristiwa erosi, tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat terkikis dan terangkut kemudian diendapkan pada suatu tempat lain.

a) Jenis-Jenis Erosi

Berdasarkan faktor penggerak butiran-butiran tanah, maka erosi dapat dibedakan menjadi 3 (tiga), yaitu erosi karena air hujan, erosi oleh angin, dan erosi oleh glasial (es).

1. Proses erosi oleh air hujan

Erosi ini terjadi karena air hujan, yakni sejak tetes air hujan memukul dan memecah tanah sampai membentuk aliran air. Dengan kata lain, dari aliran perluapan, limpasan (*run of*), hingga aliran sungai.

Ada 4 macam proses erosi oleh air hujan dan aliran sungai, yaitu:

- a) Erosi percik (*splash erosion*), adalah berpindahnya sebagian material tanah akibat percikan air hujan. Erosi ini ditandai dengan adanya material tanah yang menempel pada daun atau batang tumbuhan yang tumbuh dekat permukaan tanah.
- b) Erosi lembar (*sheet erosion*), adalah pengangkutan lapisan (dalam geologi, tanah juga merupakan batuan) yang merata tebalnya dari suatu permukaan bidang tanah (*surface run off*) yang mengalir merata di permukaan.

3.2.3 Hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS)

Hidrologi DAS adalah cabang ilmu hidrologi yang mempelajari pengaruh pengelolaan vegetasi dan lahan di daerah tangkapan air bagian hulu, (*upper catchment*) terhadap siklus air, termasuk pengaruhnya terhadap erosi, kualitas air, banjir, dan iklim di daerah hulu dan hilir (Asdak, 2014). Pemahaman akan proses-proses hidrologi menjadi sangat penting dalam perencanaan konservasi tanah dan air (kegiatan utama dalam pengelolaan DAS), Asdak (2014), yakni: .

1. Debit puncak (*peak flow*) untuk keperluan merancang bangunan-bangunan banjir.
2. Hubungan karakteristik suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) dengan debit puncak yang terjadi di daerah tersebut, maka akan dapat diambil langkah dalam hal pengendalian terhadap perilaku arus debit tersebut.

3.2.4 Fungsi Daerah Aliran Sungai (DAS)

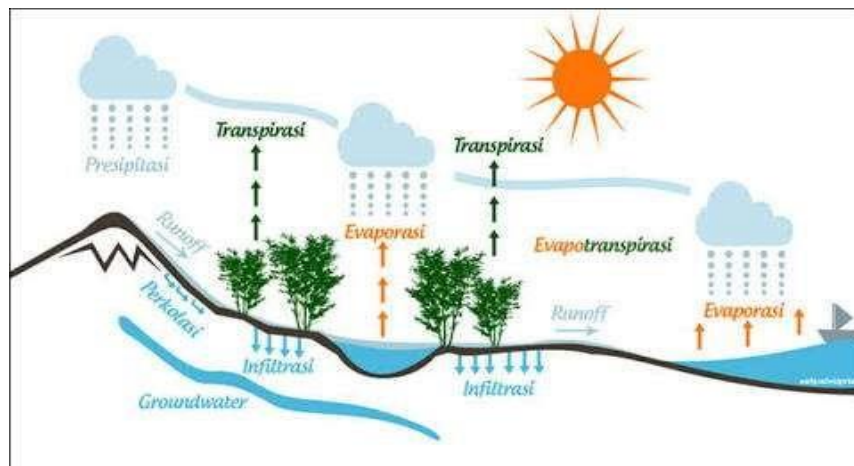
Fungsi suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan fungsi gabungan yang dilakukan oleh seluruh faktor yang ada pada DAS tersebut, yaitu vegetasi, bentuk wilayah (topografi), tanah, dan manusia. Apabila salah satu faktor tersebut mengalami perubahan, maka hal tersebut akan mempengaruhi juga ekosistem DAS tersebut dan akan menyebabkan gangguan terhadap bekerjanya fungsi DAS. Apabila fungsi suatu DAS telah terganggu, maka sistem hidrologisnya akan terganggu, penangkapan curah hujan, resapan dan penyimpanan airnya menjadi sangat berkurang atau sistem penyalurannya menjadi sangat boros. Kejadian itu akan menyebabkan melimpahnya air pada

musim penghujan dan sangat minimum pada musim kemarau, sehingga *fluktuasi* debit sungai antara musim hujan dan musim kemarau berbeda.

3.3 Siklus Hidrologi

Analisa hidrologi merupakan suatu analisa awal dalam menangani penanggulangan banjir dan perencanaan system drainase untuk mengetahui besarnya debit yang akan dialirkan sehingga dapat ditentukan dimensi saluran drainase. Besarnya debit yang dipakai sebagai dasar perencanaan dalam penanggulangan banjir adalah debit rancangan yang didapat dari penjumlahan debit hujan rencana pada periode ulang tertentu dengan debit air buangan dari daerah tersebut.

Hidrologi terdiri dari serangkaian proses yang terjadi dengan air yang terdiri dari penguapan, presipitasi, infiltrasi dan pengaliran keluar (*out flow*): Berikut merupakan Gambar siklus hidrologi ditunjukkan pada gambar 3.3



Gambar 3.3 : Siklus Hidrologi (Asdak, 2010)

1. Curah Hujan

Data curah hujan yang tercatat diproses berdasarkan areal yang mendapatkan hujan sehingga didapat tinggi curah hujan rata-rata dan kemudian diramalkan besarnya curah hujan pada periode tertentu. Berikut dijabarkan tentang cara menentukan tinggi curah hujan areal Dengan melakukan penakaran atau pencatatan hujan, kita hanya mendapat curah hujan di suatu titik tertentu (*point rainfall*). Jika didalam suatu areal terdapat beberapa alat penakar atau pencatat curah hujan, maka dapat diambil nilai rata-rata untuk mendapatkan nilai curah hujan areal.

3.3.1 Perhitungan Curah Hujan Rencana

Dalam perhitungan curah hujan rancangan ini digunakan analisa frekuensi. “Suripin (2003) Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan” Frekuensi adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya kala ulang (*return*) periode adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui.

Untuk dapat memperoleh perkiraan hujan/debit rancangan diperlukan jenis distribusi yang sesuai dengan sifat statistik data. Untuk keperluan tersebut diperlukan pengujian statistik tertentu, misalnya dengan membandingkan fungsi distribusi data (*empirical distribution function*) dengan fungsi distribusi teoritik (*theoretical probability distribution function*) dan pengujian dengan chi kuadrat (Sri Harto, 2000).

Sebagai salah satu cara untuk memperkirakan besaran hujan/debit rancangan dengan kala ulang tertentu, analisis frekuensi dilakukan melalui pendekatan statistik.

1. Parameter statistik

Parameter statistik digunakan sebagai dasar dalam menentukan distribusi probabilitas teoritik yang cocok terhadap data yang ada.

$$\text{Rerata} \quad : \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\text{Simpangan baku} \quad : S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{0.5}$$

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

$$\text{Koefisien variasi} \quad : C_v = \frac{S}{\bar{x}}$$

$$\text{Koefisien kurtosis} : C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4$$

dengan :

x : variat,

$\bar{x}$: rerata,

S : simpangan baku,

C_s : koefisien asimetri,

C_v : koefisien variasi,

C_k : koefisien kurtosis, dan

N : jumlah data.

2. Distribusi probabilitas

Distribusi probabilitas yang sering dipakai dalam analisis hidrologi yaitu distribusi Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Person III. Fungsi kerapatan kemungkinan (*probability density function*) keempat distribusi tersebut dijelaskan seperti berikut ini (Sri Harto, 1993).

a. Distribusi Normal

Distribusi Normal memiliki ciri khas $C_s \approx 0$ dan $C_k \approx 3$

$$X_t = \bar{X} + k.Sx$$

dengan :

X_t : Curah hujan rencana (mm/hari),

$\bar{X}$: Curah hujan maksimum rata-rata (mm/hari),

K : Faktor frekuensi, dan

Sx : Standar deviasi.

Tabel 3.1 Faktor Frekuensi Kt Untuk Metode Normal

No	Periode Ulang, T (tahun)	Peluang	Kt
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58

3	1,01	0,99	-2,33
4	1,05	0,95	-1,64
5	1,11	0,9	-1,28
6	1,25	0,8	-0,84
7	1,33	0,75	-0,67
8	1,43	0,7	-0,52
9	1,67	0,6	-0,25
10	2	0,5	0
11	2,5	0,4	0,25
12	3,33	0,3	0,52
13	4	0,25	0,67
14	5	0,2	0,84
15	10	0,1	1,28
16	20	0,05	1,64
17	50	0,02	2,05
18	100	0,01	2,33
19	200	0,005	2,58
20	500	0,002	2,88
21	1.000	0,001	3,09

(Sumber : Suripin,2004)

b. Distribusi Log Normal

Ciri khas distribusi Log Normal adalah $C_s \approx 3C_v$ dan $C_s > 0$

$$X_T = \bar{X} + K_T S$$

dengan :

X_T : besaran dengan kala ulang T tahun,

$\bar{X}$: rerata,

K_T : faktor frekuensi, dan

S : simpangan baku.

Nilai standar variabel k untuk metode distribusi log normal dapat dilihat pada tabel ketentuan sesuai dengan nilai koefisien variasi (C_v). Nilai standar variabel k dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.2 Variabel Standar k Untuk Log Normal

Koefisien Variasi (Cv)	Peluang Kumulatif P (%)					
	50	80	90	95	98	99
	Periode Ulang (Tahun)					
	2	5	10	20	50	100
0,0500	-0,0250	0,8334	1,2965	1,6863	2,1341	2,4570
0,1000	-0,0496	0,8222	1,3078	1,7247	2,2130	2,5489
0,1500	-0,0738	0,8085	1,3156	1,7598	2,2899	2,2607
0,2000	-0,0971	0,7926	1,3200	1,7911	2,3640	2,7761
0,2500	-0,1194	0,7746	1,3209	1,8183	2,4318	2,8805
0,3000	-0,1406	0,7646	1,3183	1,8414	2,5015	2,9866
0,3500	-0,1604	0,7333	1,3126	1,8602	2,5638	3,0890
0,4	-0,1788	0,7100	1,3037	1,8746	2,6212	3,1870
0,4500	-0,1957	0,6870	1,2920	1,8848	2,6731	3,2799
0,5000	-0,2111	0,6626	1,2778	1,8909	2,7201	3,3673
0,5500	-0,2251	0,6379	1,2613	1,8931	2,7613	3,4488
0,6000	-0,2375	0,6129	1,2428	1,8915	2,7971	3,5211
0,6500	-0,2485	0,5879	1,2226	1,8866	2,8279	3,3930
0,7000	-0,2582	0,5631	1,2011	1,8786	2,8532	3,3663
0,7500	-0,2667	0,5387	1,1784	1,8677	2,8735	3,7118
0,8000	-0,2739	0,5118	1,1548	1,8543	2,8891	3,7617
0,8500	-0,2801	0,4914	1,1306	1,8388	2,9002	3,8056
0,9000	-0,2852	0,4686	1,1060	1,8212	2,9071	3,8137
0,9500	-0,2895	0,4466	1,0810	1,8021	2,9103	3,8762
1,0000	-0,2929	0,4254	1,0560	1,7815	2,9098	3,9035

(Sumber : Soemarto,1999)

c. Distribusi Gumbel

Ciri khas distribusi Gumbel adalah $C_s = 1.1396$ dan $C_k = 5.4002$.

$$X_T = \bar{X} + \frac{Sn(Y - Y_n)}{\sigma_n}$$

dengan :

Y_t : reduced variate,

Y_n : mean dari reduced variate,

σ_n : simpangan baku dari reduced variate, dan

N : jumlah data.

Untuk mengetahui nilai *reduced variabel* (Y_t), *reduced mean* (Y_n), dan *reduced Standar deviasi* (S_n) untuk metode Gumbel dapat dilihat pada tabel ketentuan, dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.3 Reduced Variabel (Y_t)

Periode Ulang	Reduced Variate
2	0,3665
5	1,5004
10	2,2510
20	2,9709
25	3,1993
50	3,9028
100	4,6012
200	5,2969
500	62.149
1.000	6,9087
5.000	8,5188
10.000	9,2121

(Sumber : Suripin,2004)

Tabel 3.4 Reduced mean (Y_n)

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

(Sumber : Soewarno,1995)

Tabel 3.5 Reduced Standar Deviasi (Sn)

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

(Sumber : Soewarno,1995)

d. Distribusi Log Person III

$$X_T = \bar{X} + K_T S$$

dengan :

X_T : besaran dengan kala ulang T tahun,

$\bar{X}$: rerata,

\ K_T : faktor frekwensi, dan

S : simpangan baku.

Tabel 3.6 Variabel Standar K Untuk Log Person III Dengan Koefisien Skewness (Cs) Positif

Kemencengan (Cs)	Periode Ulang (Tahun)							
	2	5	10	25	50	100	20	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3,0	-0,360	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,853	4,652	6,600
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,660
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	5,390
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,998	2,453	2,891	3,312	4,250
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,960
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949	3,670
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,380
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,362	2,576	3,090

(Sumber : Suripin,2004)

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

Kemencengan (Cs)	Periode Ulang (Tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
-0,1	0,017	0,836	1,270	1,761	2,000	2,252	2,482	3,950
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,545	2,178	2,388	2,810
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,465
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,216	1,280
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097	1,130
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	1,095	1,000
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907	0,910
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800	0,802
-3,0	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

(Sumber : Suripin,2004)

2. Uji Kecocokan (*Goodness of fit test*)

Dibutuhkan pengujian parameter untuk mengkaji kecocokan (*Goodness of fit test*) distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering dipakai adalah *Chi-Kuadrat* dan *Smirnov-Kolmogorov*.

• Uji Chi-Kuadrat

Menurut Danapriatna dan Setiawan (2005), pada dasarnya uji ini merupakan pengecekan terhadap penyimpangan rerata data yang dianalisis berdasarkan distribusi yang terpilih. Penyimpangan tersebut diukur dari perbedaan antara nilai probabilitas setiap varian X menurut hitungan distribusi frekuensi teoritik (diharapkan) dan menurut hitungan pendekatan empiris.

Uji Chi-Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistic sampel data yang dianalisis. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

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

Dimana : X^2 = Parameter Chi-Kuadrat terhitung

Ef = Frekuensi yang diharapkan untuk kelas i

Of = Frekuensi terbaca pada kelas i

k = Jumlah kelas

Syarat uji Chi-Kuadrat adalah senilai $X^2 < X^2_{\text{kritik}}$ yang besarnya tergantung pada derajat kebebasan (DK) dan derajat nyata (α). Pada analisis frekuensi umumnya digunakan nilai $\alpha = 5\%$, sedangkan DK didapat dengan rumus :

$$DK = K - (P+1)$$

Dengan : DK = Derajat kebiasaan

K = Jumlah kelas

P = Jumlah parameter distribusi terpilih

Tabel 3.8 Nilai Kritis Untuk Uji Chi-Square

DK	Taraf Signifikansi					
	50%	30%	20%	10%	5%	1%
1	0,455	1.074	1.642	2.706	3.481	6.635
2	0,139	2.408	3.219	3.605	5.591	9.210
3	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	11.341
4	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	13.277
5	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	15.086
6	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	16.812
7	6.346	8.383	9.803	12.017	14.017	18.475
8	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	20.090
9	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	21.666
10	9.342	11.781	13.442	15.987	18.307	23.209
11	10.341	12.899	14.631	17.275	19.675	24.725
12	11.340	14.011	15.812	18.549	21.026	26.217
DK	Taraf Signifikansi					
	50%	30%	20%	10%	5%	1%
13	12.340	15,19	16.985	19.812	22.368	27.688
14	13.332	16.222	18.151	21.064	23.685	29.141

15	14.339	17.322	19.311	22.307	24.996	30.578
16	15.338	18.418	20.465	23.542	26.296	32.000
17	16.337	19.511	21.615	24.785	27.587	33.409
18	17.338	20.601	22.760	26.028	28.869	34.805
19	18.338	21.689	23.900	27.271	30.144	36.191
20	19.337	22.775	25.038	28.514	31.410	37.566
21	20.337	23.858	26.171	29.615	32.671	38.932
22	21.337	24.939	27.301	30.813	33.924	40.289
23	22.337	26.018	28.429	32.007	35.172	41.638
24	23.337	27.096	29.553	33.194	35.415	42.980
25	24.337	28.172	30.675	34.382	37.652	44.314
26	25.336	29.246	31.795	35.563	38.885	45.642
27	26.336	30.319	32.912	36.741	40.113	46.963
28	27.336	31.391	34.027	37.916	41.337	48.278
29	28.336	32.461	35.139	39.087	42.557	49.588
30	29.336	33.530	36.250	40.256	43.775	50.892

(Sumber : Soewarno,1991)

- Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji ini dilakukan dengan mencari nilai selisih probabilitas tiap varian X menurut distribusi teoritik, yaitu Δ_i . Nilai Δ_i terbesar harus $< \Delta_i$ kritik yang besarnya ditetapkan berdasarkan jumlah data dan derajat nyata α . Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{m}{n+1} 100\%$$

Dimana : P = Probabilitas (%)

m = Nomor urut dari data yang telah diurutkan

n = Banyaknya data

3.3.2 Perhitungan Debit Rencana

Ada beberapa metode yang biasa digunakan untuk menghitung debit aliran permukaan. Pada umumnya metode perhitungan aliran permukaan yang disajikan adalah metode empirik yang merupakan hasil penelitian lapangan dari para ahli hidrologi.

a) Metode Rasional

Menurut Imam Subarkah (1980). Metode ini mengasumsikan bahwa

laju pengaliran maksimum terjadi jika lama hujan sama dengan waktu konsentrasi daerah alirannya. Atau dapat juga diartikan debit puncak akibat intensitas berlangsung selama atau lebih lama dari waktu tiba banjir atau konsentrasi. Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh hujan yang jatuh pada titik terjauh DAS untuk mencapai outletnya.

Rumus rasional ini hanya digunakan untuk menemukan banjir maksimum bagi saluran – saluran (sungai – sungai) dengan daerah aliran kecil. Kira – kira 100 -200 acres atau kira – kira 40 – 80 ha.

Metode ini pertama kali digunakan di Irlandia oleh Mulvaney pada tahun 1847 dengan pemikiran secara rasional yang dinyatakan secara aljabar dengan:

$$Q = C.I.A \text{ cfs}$$

Dimana :

A = luas daerah aliran sungai (m^2)

I = Intensitas hujan maksimum selama waktu tenggangtrasi
(mmci/jam)

C = angka pengaliran (tak terdefenisi)

Jika digunakan satuan metric, maka rumus tersebut diatas menjadi :

$$Q = 0,278 C.I.A \text{ m}^3/\text{det}$$

Persamaan ini dapat diartikan bahwa jika hujan sebesar 1 mm/jam selama 1 jampada DAS seluas 1 km pada permukaan yang licin (c = 1) maka akan terjadi debit air sebesar $0,278 \text{ m}^3/\text{det}$.

Untuk melengkapi kebutuhan persamaan tersebut di atas maka perlu dicari nilai intensitas 1 dan waktu konsentrasi tc.

3.3.3 Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran adalah persentase jumlah air yang dapat melimpas melalui permukaan tanah dari keseluruhan air hujan yang jatuh pada suatu daerah (Eripin, 2005). Semakin kedap suatu permukaan tanah, maka semakin tinggi nilai koefisien pengalirannya harga koefisien berbeda beda dan sulit ditemukan secara cepat faktor – faktor yang mempengaruhi

nilai koefisien limpasan adalah kondisi tanah, laju infiltrasi, kemiringan tanah, tanaman penutup tanah dan intensitas hujan. Faktor ini merupakan variabel yang paling menentukan hasil perhitungan debit banjir pemilihan harga C yang tepat memerlukan pengalaman hidrologi yang luas nilai C berkisar antar 0 – 1. Nilai $C = 0$ menunjukkan bahwa semua air hujan terintersepsi dan terinfiltrasi kedalam tanah sebaiknya untuk nilai $C = 1$ menunjukkan bahwa air hujan mengalir sebagai aliran permukaan pada DAS yang baik harga C mendekati 0 dan semakin rusak suatu DAS maka harga C semakin mendekati 1 (Kodoatie dan Syarif ,2005)

$$C = \sum_{i=1}^n \frac{C_i.A_i}{A_i}$$

(Suripin, 2004) Dimana :

A_i = Luas lahan dengan jenis penutup tanah

C_i = Koefisien aliran permukaan jenis penutup tanah i

n = Jumlah jenis penutup lahan

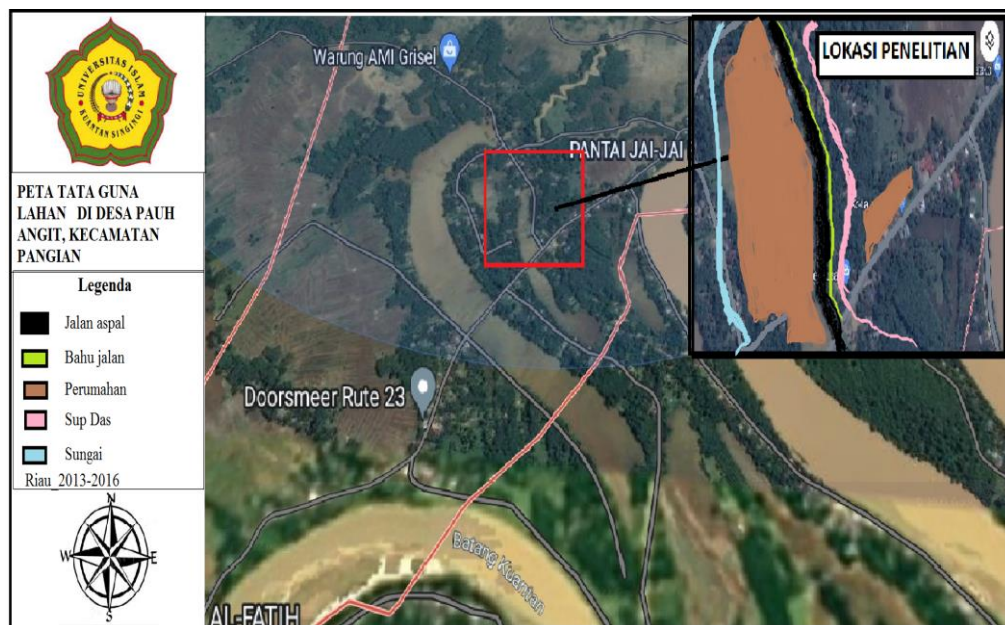
Tabel 3.9. Nilai Koefisien Aliran (C) untuk Metode Rasional (Kodatie dan Syarief, 2005)

Penutupan lahan	Harga C
Hutan lahan kering sekunder	0,03
Belukar	0,07
Hutan primer	0,02
Hutan tanah industri	0,05
Hutan rawa sekunder	0,15
Perkebunan	0,4
Pertanian lahan kering	0,1
Pertanian lahan kering campur semak	0,1
Permmukiman	0,6
Sawah	0,15
Tambak	0,05
Terbuka	0,2
Perairan	0,5

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian

Dalam penelitian ini adapun lokasi yang dijadikan penelitian adalah sungai Air hitam bertempat yaitu di Desa Pauh angit, Kec. Pangian yang berada di teluk kuantan kabupaten kuantan singing yang di laksanakan pada bulan April 2022. Lokasi penelitian ditemukan pada gambar 4.1



Gambar : 4.1 Peta lokasi Penelitian

4.2 Teknis Analisis Data

Berdasarkan sasaran peneliti strategi penanganan banjir genangan melalui tahap analisa data dengan membandingkan, menghitung serta mempertimbangkan data yang merumuskan usulan dan tepat sasaran serta mengambil keputusan suatu masalah untuk tujuan akhir perencanaanya. Adapun jenis teknik analisa diantaranya yaitu:

a) Kualitatif

Data kualitatif adalah data yang berbentuk kata-kata atau huruf dan bukan dalam bentuk angka, tahapan analisa data kualitatif ini diperoleh melalui

berbagai macam teknik pengumpulan data misalnya wawancara, analisis dokumen, observasi lapangan dan lain-lain.

Analisis ini tidak dilakukan dengan menggunakan rumusan angka melainkan analisis dokumen dan kualitas.

b) Kuantitatif

Tahapan analisis data kuantitatif merupakan kebalikan dari analisis data kualitatif yaitu merupakan data dalam bentuk angka, data kuantitatif dapat diolah atau dianalisis dengan menggunakan teknik perhitungan matematika serta mengukur suatu permasalahan dengan bilangan dan rumusan yang ada untuk mendapatkan penilaian dalam bentuk angka yang lebih terukur.

4.3. Jenis Data dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan berbagai sumber data yang dibagi menjadi 2 jenis yaitu data primer dan data sekunder

a. Data Primer

Sumber data primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data. Pengumpulan data primer dalam penelitian ini melalui cara menyebarkan dan melakukan wawancara secara langsung dengan pihak-pihak yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan.

b. Data Sekunder

Sumber data sekunder adalah sumber data yang diperoleh dengan cara membaca, mempelajari dan memahami melalui media lain yang bersumber dari literatur, serta buku-buku.

Tahapan pengumpulan data disesuaikan dengan tiap sasaran. Adapun perolehan data primer dan sekunder dalam penelitian ini sebagai berikut:

a) Pengumpulan data primer

Pengumpulan data primer dalam penelitian ini menggunakan beberapa metode pengumpulan data yang peneliti lakukan, yaitu :

1. Observasi lapangan

Observasi adalah suatu metode atau cara untuk menganalisis dan melakukan pencatatan yang dilakukan secara sistematis, tidak hanyaterbatas dari orang, tetapi juga objek-objek alam yang lain (Sugiyono, 2010). Observasi dilakukan secara langsung untuk mendapatkan gambaran lokasi penelitian yang sering terjadi banjir genangan serta melengkapi data primer yang kemudian mengoperasikannya dengan data sekunder. Observasi pada penelitian ini dilakukan di kawasan rawan terjadi banjir genangan pada wilayah Sub DAS Sibin.

2. Dokumentasi

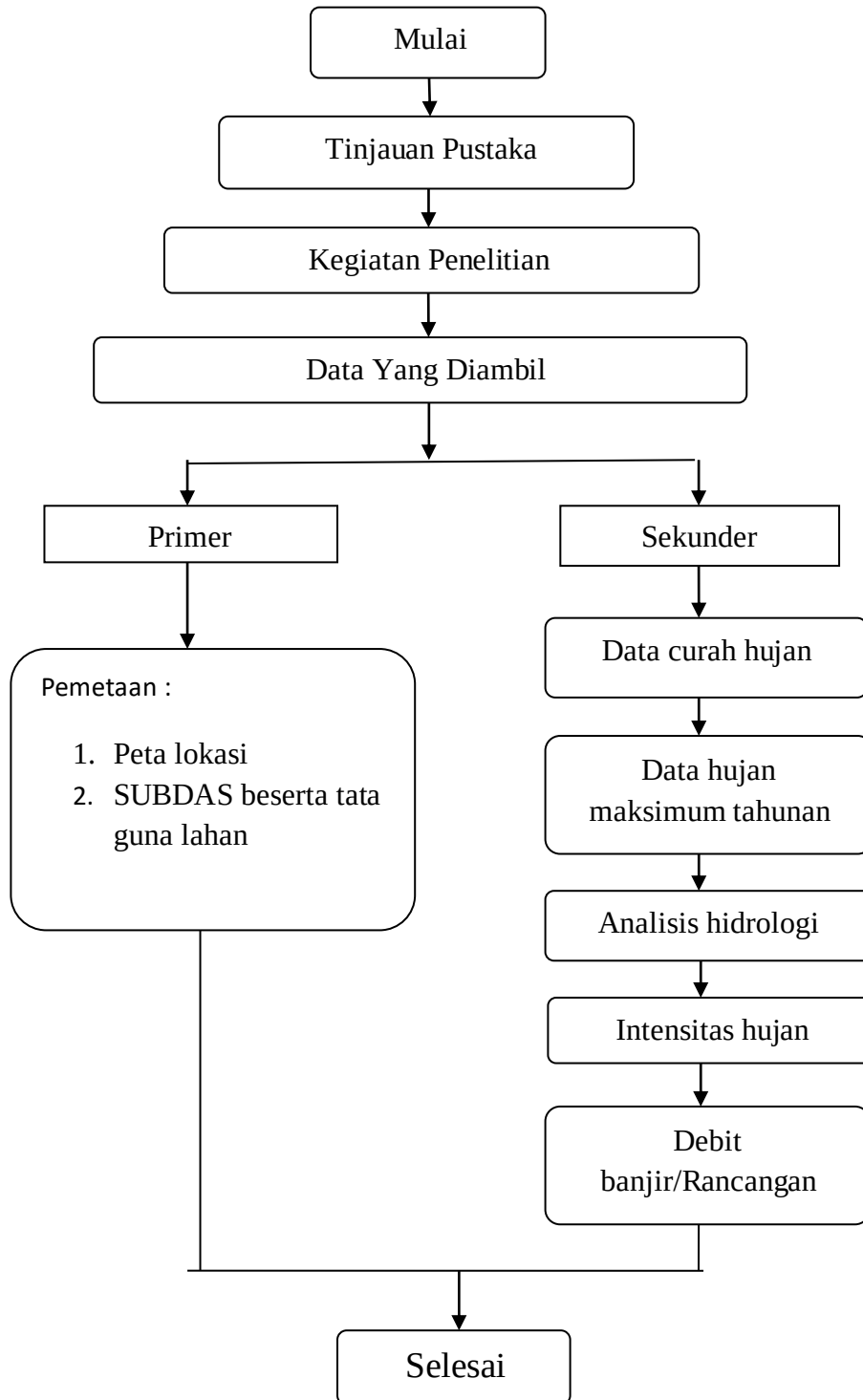
Dokumentasi merupakan catatan peristiwa yang sudah berlalu, dapat berbentuk tulisan, gambar, atau karya-karya monumental dari seseorang. Dokumen yang berbentuk tulisan misalnya catatan harian, sejarah kehidupan, biografi, peraturan dan kebijakan. Dokumen yang berbentuk gambar misalnya foto, gambar hidup, sketsa dan lain-lain. Dokumen yang berbentuk karya misalnya karya seni yang dapat berupa gambar, patung, film dan sebagainya. Studi dokumen merupakan pelengkap dari penggunaan metode observasi dan wawancara (Sugiyono, 2016).Melakukan dokumentasi/foto saat observasi lapangan bertujuan untuk penyertaan bukti yang berkaitan dengan hal-hal penting berhubungan dengan penelitian. Dokumentasi ini berguna untuk mengambil gambar sesuai dengan kondisi di lapangan.

b) Pengumpulan data sekunder

Pengumpulan data sekunder dilakukan untuk melengkapi data primer dan mendukung kebutuhan analisis. Data tersebut diperoleh dengan mengunjungi tempat atau instansi terkait dengan penelitian. Data yang dibutuhkan antara lain, data topografi, data jenis tanah, data kerapatan aliran, data penggunaan lahan, data intensitas curah hujan, data luas daerah pengaliran, data Sub DAS, data karaktersitik banjir melalui data jumlah titik genangan yang ada dilokasi penelitian, data drainase yang ada di lokasi penelitian serta peta-peta yang mendukung penelitian.

4.4 Bagan Alir Penelitian

Bedasarkan studi pustaka yang sudah dibahas sebelumnya, maka untuk memudahkan dalam pembahasan dan analisa dibuat suatu bagan alir, dapat dilihat pada Gambar 3.4



Gambar 4.2. Bagan Alir Penelitian

BAB V

PEMBAHASAN DAN HASIL

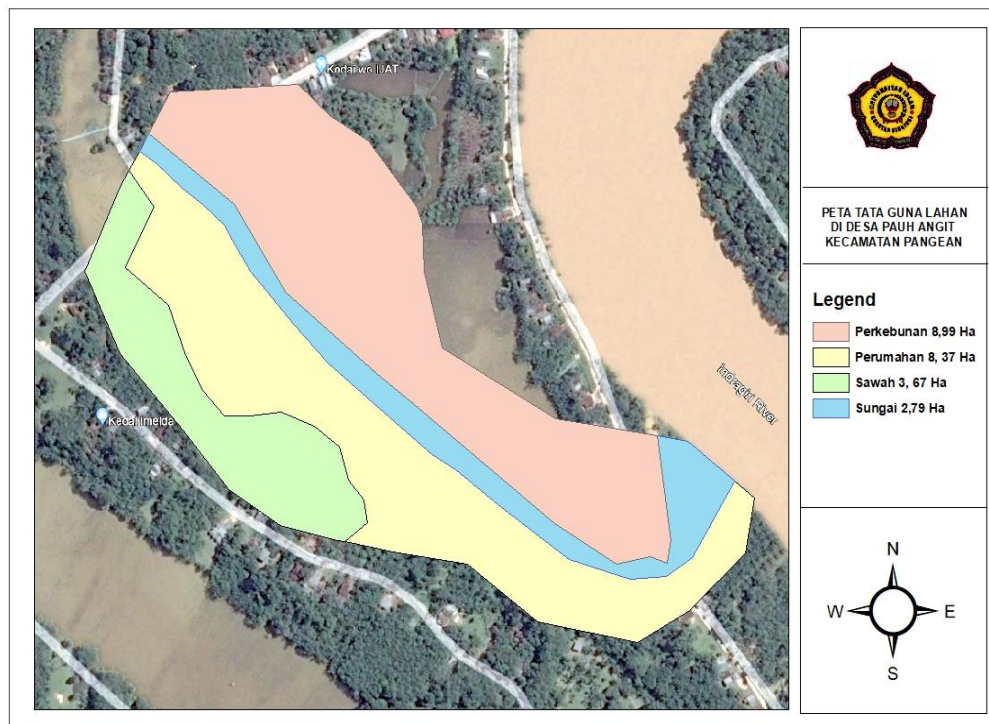
5.1 Penentuan Kawasan Daerah Pengaliran

Kawasan daerah pengaliran yang diteliti oleh penulis adalah sala satu anak sungai yang terletak di dasa pauh angit kecamatan pangean.

Dalam, menentukan batas kawasan daerah pengaliran penulis melakukan peninjauan langsung kelapangan dengan membuat garis dari titik – titik surpey lapangan yang ditinjau, Dilapangan batas daerah pengaliran tersebut berupa punggung – punggung bukit (kawasan elepasi tertinggi) dimana air hujan menuju drainase yang direncanakan.

Peta kawasan daerah pengaliran desa pauh angit yang datanya diambil menggunakan *Google Maps*, kemudian digitasi menggunakan *software QuantumGIS*

Peta kawasan daerah pengaliran dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 5.1 Peta Kawasan Daerah Pengaliran

(Sumber : Hasil Penelitian)

5.2 Kondisi kawasan daerah Penggaliran

Data kondisi kawasan daerah pengaliran yang diperoleh data dari lapangan yang diambil menggunakan Google Maps dan elevasi diambil menggunakan aplikasi Altimeter adalah sebagai berikut.

Luas kawasan (A) = 0,2379 km² - 23,79 Ha

Panjang Sungai = 874 m = 0,874 km

Elevasi hulu = 43 msl

Elevasi hilir = 39 msl

Kelandaian /kemiringan (S)

$$S = \frac{\text{Elevasi Hulu} - \text{Elevasi Hilir}}{\text{Panjang Sungai}} = \frac{43 - 39}{874} = 0,0938215102$$

Kondisi tata guna lahan dikawasan daerah pengaliran terdiri dari perkerasan aspal, bahu jalan, perumahan kerapatan sedang, dan dataran yang ditanami berdasarkan peta tata guna lahan yang ada, kawasan daerah pengaliran dapat dikelompokkan kedalam beberapa penggunaan lahan yang luas masing – lahan adalah sebagai berikut :

Tabel 5.1 Tata Guna Lahan Kawasan Daerah Pengaliran

No	Jalan Penutup Lahan	A (km ²)
1	Daerah Perkebunan	0,002132
2	Daerah Persawahan	0,002205
3	Perumahan Kerapatan Sedang	0,034041
	Total	0,038378

(Sumber : Data yang diperoleh dengan pengukuran dilapangan)

5.3 Analisis Data Hidrologi

5.3.1 Curah Hujan Maksimum Tahunan

Untuk mengetahui besarnya curah hujan maksimum dikawasan daerah pengaliran desa pauh angit diperlukan data curah hujan harian selama beberapa tahun trakhir pada stasiun hujan trdekat. Data curah hujan yang digunakan di peroleh dari Dinas Pertanian Kuantan Singingi, yang merupakan

data curah hujan harian selama 10 tahun (2011 – 2020) dari stasiun pengamatan Kecamatan Pangean.

Data curah hujan yang diperoleh terlebih dahulu dianalisis untuk mendapatkan data curah hujan maksimum penentuan data curah hujan maksimum harian ini dilakukan dengan cara memilih hujan tertinggi ditahun 2011 -2020.

Data curah hujan yang di gunakan dapat dilihat dalam tabel berikut :

**Tabel 5.2 Data Hujan Maksimum Tahunan Stasiun Pengamatan
Kecamatan Pangean**

Data curah hujan harian maksimum										
Bulan	Tahun (Hujan dalam mm)									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Januari	42	26	81	32	22,1	30	81	87	37	98
Februari	27	45	27	50	10	30	72	83	60	48
Maret	100	62	72	21	41	30	27	25	34	88
April	80	18	41	44	27	42	56	114	105	112
Mei	27	29	57	93	72	55	92	78	61	40
Juni	25	93	64	26	93	3	55	0	46	129
Juli	66	33	88	108	99	21,4	12	83	20	20
Agustus	79	61	76	53	80	105	79	42	18	76
September	106	30	100	23	115	30	103	36	25	41
Oktober	20	19	34	41	19	66	73	103	31	68
November	116	110	55	88	26	1	22	107	58	170
Desember	73	66	112	59	14	60	81	58	72	26
Curah hujan max	116	110	112	108	115	105	103	114	105	170

(Sumber : Dinas Pertanian)

5.3.2 Analisis Frekuensi Hujan Rencana

5.3.2.1 Analisis Statistik

Dalam analisis statistik data, terdapat parameter – parameter yang akan membantu dalam menentukan jenis sebaran yang tepat dalam menghitung besarnya

Hujan rencana analisis parameter statistik yang digunakan dalam analisis data hidrologi yaitu : central *tendenci* (*mean*), simpangan baku (*standar devisiasi*) koefisien variasi, koevisien skewnes, dan koevisien puncak (*kurtasis*). Dari perhitungan statistik data hujan maksimum maka diperoleh parameter statistik sebagai berikut :

Tabel 5.3 Hitungan Statistik Hujan Maksimum

m	tahun	xi = Hujan (mm)	(xi-x) ²	(xi-x) ³	(xi-x) ⁴
1	2011	116	0,04	0,008	0,0016
2	2012	110	33,64	-195,112	1131,6496
3	2013	112	14,44	-54,872	208,5136
4	2014	108	60,84	-474,552	3701,5056
5	2015	115	0,64	-0,512	0,4096
6	2016	105	116,64	-1259,712	13604,8896
7	2017	103	163,84	-2097,152	26843,5456
8	2018	114	3,24	-5,832	10,4976
9	2018	105	116,64	-1259,712	13604,8896
10	2020	170	2937,64	159220,088	8629728,77
jumlah		1158	3447,6	153872,64	8688834,672
jumlah data		10			
Nilai Rata-Rata		115,8			
Standar Deviasi		19,572089			
Koefisien		2,85047			

Skewness	4	Cs
Koefisien Variasi	0,1690163	Cv
Koefisien Kurtosis	11,748496	Ck

(Sumber : Hasil Perhitungan)

$$\text{Rerata} \quad : \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$: \bar{x} = \frac{247,5}{10} = 115,8$$

$$\text{Standar Deviasi} \quad : S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{0.5} = \left[\frac{3447,6}{(10-1)} \right]^{0.5}$$

$$= 19,572089$$

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

$$: C_s = \frac{10}{(10-1)(10-2)(19,572089)^3} (153872,64)$$

$$: = 2,850474$$

$$\text{Koefisien variasi} \quad : C_v = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{19,572089}{115,8} = 0,1690163$$

$$\text{Koefisien kurtosis} \quad : C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4$$

$$C_k = \frac{10^2}{(10-1)(10-2)(19,572089)^4} 8688834,672$$

$$= 11,748496$$

Untuk memilih jenis sebaran dari hasil perhitungan parameter statistik data hujan maka sesuai dengan tabel syarat parameter statistik distribusi dengan diketahui nilai $C_v = 0,1690163$; $C_s = 2,850474$; dan $C_k = 11,748496$ maka di sesuaikan data destribusi Log person tipe III. Berikut adalah tabel persyaratan parameter statistik distribusi :

Tabel 5.4 Syarat Parameter Statistik Distribusi

Jenis distribusi	Peryaratan	Hasil
Normal	$C_s = 0$ $C_k = 3$	$C_s = 1,32$ $C_k = 0,82$
Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	$C_s = 3,04$ $C_k = 3,84$
Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$	$C_s = -1,74$ $C_k = 2,12$
Log Person Tipe III	Selain data diatas	

(Sumber : Hasil perhitungan)

5.3.2.2 Uji Kecocokan (Goodness of Fit Test)

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

Tabel 5.5 Hasil Uji Chi-Square

Uji Kecocokan	Nilai Tabel	Nilai Hitung
Chi-Square	3,841	0

(Sumber : Hasil Perhitungan)

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

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

Sesuai dengan syarat uji chi-square dimana $X^2 < X^2_{\text{kritik}}$ yang besarnya tergantung pada derajat kebebasan (DK) dan derajat nyata (α), metode distribusi yang paling mendekati adalah distribusi log person tipe III dengan nilai $X^2 = 0 : X^2_{\text{kritik}} = 3,841 : DK = 1 : \alpha = 5\%$

5.3.2.3 Perhitungan Curah Hujan Rencana

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

Tabel 5.6 Hujan Rencana Berbagai Periode Ulang

No	Kala Ulang (Tahun)	Hujan Rancangan (mm)
1	2	121,32
2	5	131,44
3	10	134,30
4	25	136,06

(Sumber : Hasil Perhitungan)

a. Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi digunakan untuk menentukan lamanya air hujan mengalir dari hulu kawasan pengaliran hingga ketempat keluaran perencanaan drainase. Waktu konsentrasi (t_c) dihitung dengan menggunakan rumus Kirpich (1940) pada Persamaan $t_c = (3,97 \cdot L^{0,77}) \cdot (S^{-0,385})$, Berikut adalah hasil perhitungan waktu konsentrasi $t_c = (3,97 \cdot 808^{0,77}) \cdot (0,017327^{-0,385}) = 16,0543 \sim 16$ menit. Berdasarkan data panjang dan kemiringan drainase rencana sebelumnya, diperoleh nilai waktu konsentrasi sebesar 16 menit. Hal ini berarti bahwa waktu yang diperlukan oleh air hujan untuk mengalir dari titik terjauh (hulu) sampai ke tempat keluaran drainase (hilir) sebesar 0,26

jam. Durasi hujan yang sering dikaitkan dengan waktu konsentrasi sehingga sangat berpengaruh pada besarnya debit yang masuk ke saluran. Hal ini menunjukkan bahwa durasi hujan dengan intensitas tertentu sama dengan waktu konsentrasi dapat terpenuhi sehingga metode rasional layak digunakan.

5.5 Intensitas Curah Hujan

Untuk mendapatkan intensitas hujan dalam periode 1 jam dari data curah hujan harian maksimum digunakan persamaan $I = R/24 (24/t)^{0,67}$. Hal ini disebabkan karena data curah hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada Cuma data curah hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus *Mononobe* pada persamaan diatas sesuai dengan persyaratan Loebis (1992) bahwa intensitas hujan $\left(\frac{mm}{jam}\right)$ dapat diturunkan data hujan harian empiris menggunakan metode *Mononobe*. Hasil analisis ditunjukkan dalam tabel dibawah ini :

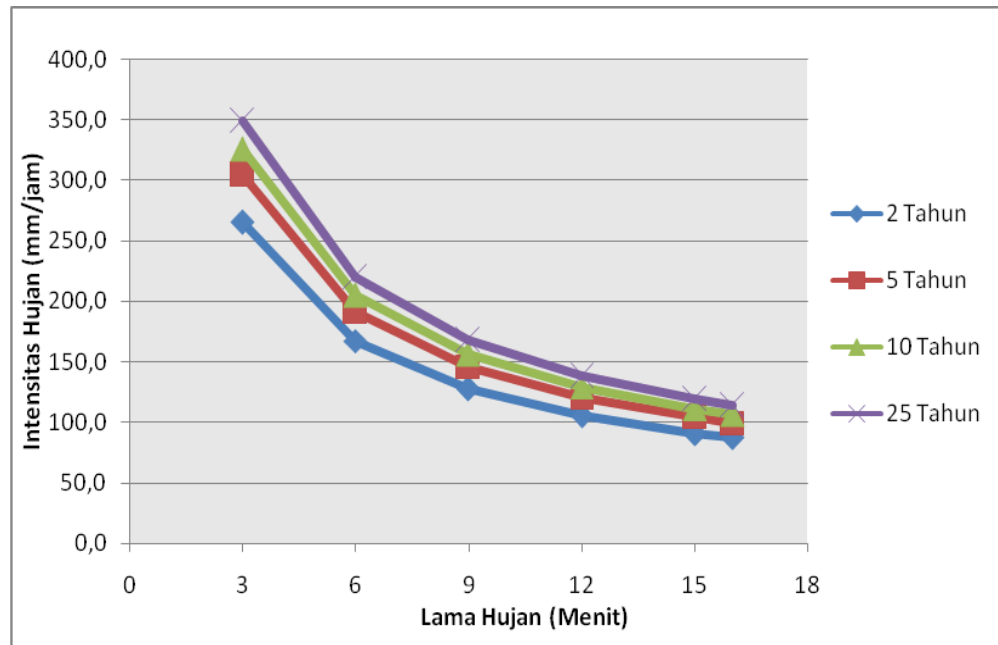
Tabel 5.7 Intensitas Hujan Jam-Jaman

Kala Ulang				
T Menit	2	5	10	25
3	309,9	335,7	343,0	347,5
6	195,2	211,5	216,1	218,9
9	149,0	161,4	164,9	167,1
12	123,0	133,2	136,1	137,9
15	106,0	114,8	117,3	118,9
18	93,9	101,7	103,9	105,3

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Hasil analisis berupa intensitas hujan dengan durasi dan periode ulang tertentu dihubungkan kedalam sebuah kurva *Intensity Duration Frequency* (IDF). Kurva IDF menggambarkan hubungan antara dua parameter penting hujan yaitu durasi dan intensitas hujan selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk menghitung debit banjir/rencana dengan metode rasional. Hal ini sesuai dengan persyaratan Sosrodarsono dan Takeda (2003), yang

mengatakan bahwa lengkung IDF ini digunakan dalam menghitung debit banjir/rencana dengan metode rasional untuk menentukan intensitas curah hujan rata-rata dari waktu konsentrasi yang dipilih dari tabel diatas dapat dibuat kurva IDF seperti gambar dibawah ini :



Gambar 5.2 Kurva IDF (Intensity Duration Frequency)

(Sumber : Hasil Perhitungan)

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

5.5 Analisis Debit Banjir

5.5.1 Koefisien Pengaliran

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

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

Tabel 5.8 Perhitungan Koefisien Pengaliran

No	Jenis Penutup Tanah	A (km ²)	C
1	Daerah Perkebunan	0,002132	0,4
2	Daerah Persawahan	0,002205	0,15
3	Perumahan Kerapatan Sedang	0,034041	0,6
Jumlah		0,038378	0,63

(Sumber : Hasil Perhitungan)

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

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

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

5.5.2 Debit Banjir

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

Tabel 5.9 Debit Banjir Tabel

No	Kala Ulang (Tahun)	Intensitas (mm/jam)	Debit Banjir (m ³ /detik)
1	2	93,852407	0,850
2	5	101,68027	0,921
3	10	103,89084	0,941
4	25	105,25353	0,953

(Sumber : Hasil Perhitungan)

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Dari hasil **Analisis Debit Banjir Rancangan Sungai Air Hitam Desa Pauh Angit Dalam Rangka Mengatasi Banjir Dan Genangan (Studi Kasus Desa Pauh Angit Kecamatan Pangean)** Maka penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan berdasarkan pada hasil analisa dan perhitungan sebagai berikut.

1. Pola distribusi yang tepat untuk daerah pengaliran kawasan penelitian adalah distribusi Log person III.
2. Hujan rancangan sebagai periode ulang 2, 5, 10, 25 tahun adalah sebesar 107.67 mm : 115.13 mm : 117.24 mm : 118.54 mm.
3. Waktu yang diperlukan oleh hujan untuk mengalir dari titik terjauh (hulu) sampai ketempat keluaran sungai (hilir) atau di sebut dg waktu konsentrasi selama 16 menit atau 0,26 jam.
4. Dari hasil penelitian diperoleh nilai kofesien pengaliran (C) rata – rata sebesar 1,15.
5. Debit banjir sebagai periode ulang 2, 5, 10, 25 tahun adalah sebesar 3,681 m³/detik : 4,956 m³/detik : 5,316 m³/detik : 5,538 m³/detik.
6. Penyebab banjir genangan didesa Pauh Angit adalah kondidi eksiting sungai yang tidak memadai dan tidak mampu menahan debit banjir.

6.2 Saran

1. Dalam penelitian selanjutnya diharapkan banyak faktor yang diperhitungkan dalam menentukan nilai kofisien pengaliran dan juga ditambahkan untuk perencanaan struktur sungai.
2. Dalam suatu perencanaan, kita harus teliti dalam perhitungan termasuk penentuan kemiringan dan dimensi aliran sungai, agar air yang melaluisungai akan mengalir sesuai arah yang direncanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, N. Akhmad , M. Luki, W. & Rendi Adetya, Y. (2015), Studi Debit Aliran Pada sungai Antasan Kelurahan Sungai Anden Banjarmasin Utara. *Jurnal Poros Teknik Volume 7*, No. 1.8.
- Efrizon Pratama 2019 dengan penelitian yang berjudul “ Perencanaan Saluran Drainase Dengan Pengukuran Menggunakan Theodolit Analisis Debit Banjir Metode Rasional (Studi Kasus Saluran Derainase Komplek Universitas Islam Kuantan Singingi Depan Fakultas Tarbiyah) “.
- Fitra Andika Farse 2018 dengan enelitian yang berjudul “ Perencanaan Saluran Drainase Dengan Q Kala Ulang 5 Tahun Analisis Debit Banjir Metode Rasional (Studi Kasus Desa Petapahan Kecamatan Gunung Toar)
- Kodoatie,Syarif. 2005 *Pengolahan Sumber Daya Air Terpadu*. Penerbit Andi Yogyakarta.
- Suripin, 2003 & 2004. “*Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Andi Offset Yogyakarta.
- Suroso dan Susanto,H.A. (2006) Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir DAS Banjaran. *Iurnal Teknik Sipil*, Vol 3, No,2;75-80 ISSN 1693-5756.
- Universitas Islam Kuantan Singingi Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil,2022. “Buku Panduan Penulisan KP (Kerja Praktek) dan Kripsi”.
- Wesli. 2008. *Drainase Perkotaan*. Edisi Pertama. Graha Ilmu. Yogyakarta.
Sumber : Tata cara perencanaan sistem drainase perkotaan
no.12/prt/M/20