

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia yang beriklim tropis banjir sering berlangsung ketika hujan melanda. Apalagi ketika kedahsyatan hujan terbilang tinggi yang mengguyur suatu wilayah, air meluap dan mengakibatkan banjir. Hujan seringkali menjadi penyebabnya banjir karena intensitas hujan yang tinggi dan saluran yang tidak berfungsi maksimal. Dimana banjir merupakan suatu peristiwa yang tidak dapat diketahui kapan terjadinya, namun dapat diprediksi dan terjadi risiko terjadinya dapat diminimalkan.

Kondisi air laut yang pasang ketika akhir tahun juga menjadi salah satu penyebab banjir terjadi, sehingga mengalami banjir rob. Banjir juga terjadi dikarenakan adanya pendangkalan atau sedimentasi pada sungai yang membuat sungai tidak optimal dalam menampung volume air. Dari sebab-sebab tersebut banyak dampak kerugian akibat bencana alam banjir tersebut yang dirasakan masyarakat sekitaran sungai baik masyarakat yang ada di daerah perkotaan maupun pedesaan. Dalam penelitian ini, Sungai Belutu di Kecamatan Sei Rampah, Kabupaten Serdang Bedagai ini menjadi sampel daerah yang sering mengalami masalah banjir pada akhir tahun. Sehingga penulis ingin menganalisis tinggi muka banjir yang terjadi sehingga menjadi solusi alternatif dalam pengatasan permasalahan banjir di Sei Rampah, Kabupaten Serdang Bedagai ini.

Kecamatan Sei Rampah adalah kecamatan yang berada di Kabupaten Serdang Bedagai, provinsi Sumatera Utara. Kecamatan Sei Rampah terdapat aliran sungai yang mengalir, yaitu Sungai Belutu. Sungai Belutu merupakan sungai yang ada di Serdang Bedagai yang aliran air nya bermuara langsung ke laut Bedagai. Sungai Belutu merupakan sungai yang termasuk dalam penyusunan pola Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Belawan-Ular-Padang yang terdiri dari 6 Daerah Aliran Sungai (DAS) yaitu, DAS Belawan, DAS Deli, DAS Serdang, DAS Ular, DAS Belutu/Bedagai, dan DAS Padang dan melintasi 4 kabupaten dan 2 kota yaitu, Kabupaten Serdang Bedagai, Kabupaten Deli Serdang, Kabupaten Simalungun, Kabupaten Karo dan Kota Medan dan Tebing Tinggi.

Ketika musim hujan di akhir tahun, Sungai Belutu sering sekali meluap dan menimbulkan bencana banjir. Menurut masyarakat sekitaran sungai, luapan banjir terjadi dengan durasi waktu yang cukup lama yaitu, kurang lebih terjadi banjir selama sebulan, dan paling cepat 2 pekan airnya surut. Apalagi ketika pasang air laut naik, air meluap dan membanjiri sekitaran pemukiman masyarakat dikarenakan sungai tersebut dangkal dan bantaran sungai yang sudah tidak terawat sehingga daya tampung air tidak memadai. Menurut Gubernur Kabupaten Serdang Bedagai dalam Medan Tribun.com, sudah 40 tahun Sungai Belutu ini tidak ada di normalisasi, sehingga adanya sedimentasi yang menyebabkan pendangkalan Sungai, sehingga menyebabkan banjir. Banjir dengan ketinggian 50-100 cm melanda tiga kecamatan, yakni Sei Rampah, Tanjung Beringin, dan Tebing Tinggi. Terkhusus di wilayah Desa Sei Rampah, yang menjadi daerah langganan banjir

akibat luapan air Sungai Belutu. Terutama di daerah permukiman disepanjang bantaran muara Sei Belutu.

Masalah banjir ini menjadi kerugian bagi Masyarakat sekitar sungai sei belutu diantaranya, mengganggu roda perekonomian dengan ancaman kerugian yang cukup besar, lingkungan jadi rawan terhadap penyakit, tidak dapat keluar rumah melakukan aktivitas dengan maksimal, sampah yang hanyut mengotori lingkungan dan menyebabkan kekumuhan.

Hal-hal diatas yang menjadi latar belakang saya untuk meneliti permasalahan banjir di Muara Sungai Belutu di kecamatan Sei Rampah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis curah hujan untuk memperoleh debit banjir rencana sampai 100 tahun mendatang dengan metode Satuan Sintetik Nakayasu (HSS Nakayasu) dengan data curah hujan maksimum 10 tahun terakhir, serta menganalisis tinggi muka air banjir untuk mengatasi permasalahan banjir dengan menggunakan *software HEC-RAS* versi 5.0.7.

Pada kepentingan pengelolaan banjir, HEC-RAS dapat digunakan untuk memodelkan aliran sungai dan memprediksi ketinggian air pada berbagai kondisi. Dengan demikian, dapat diketahui area yang berpotensi terkena banjir dan memungkinkan pemerintah atau instansi terkait untuk melakukan persiapan dan mitigasi yang diperlukan. Ini merupakan salah satu kelebihan dalam analisis banjir dengan menggunakan Hec-Ras dibandingkan dengan aplikasi lain. Software analisis banjir lain hanya dapat memunculkan peta genangan banjir saja, tidak dapat memunculkan berapa tinggi muka air banjir yang terjadi pada suatu daerah yang terkena banjir.

1.2 Identifikasi Masalah

Dari uraian latar belakang tersebut, dapat diidentifikasi permasalahan pada penelitian sebagai berikut:

1. Kejadian banjir yang terjadi di Kecamatan Sei Rampah berdurasi 2 pekan sampai satu bulan lamanya.
2. Menganalisis frekuensi distribusi curah hujan dari aspek hidrologi.
3. Menganalisis tinggi muka air banjir dilihat dari aspek hidrolika dengan software Hec-Ras 5.0.7.
4. Banjir yang menimbulkan kerugian Masyarakat sekitar Kecamatan Sei Rampah yang berdampak.
5. Besar debit banjir rencana di Sungai Belutu Kecamatan Sei Rampah

1.3 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini didapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Simulasi aliran dengan *software Hec-Ras 5.0.7*
2. Panjang Sungai yang diamati sepanjang data cross dan long section sungai berdasarkan daerah yang terkena banjir.
3. Analisa frekuensi curah hujan kala ulang 100 tahun.
4. Analisa debit banjir rencana pada metode HSS Nakayasu

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, didapatkan batasan masalah berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas sebagai berikut:

1. Bagaimana simulasi aliran dengan *software Hec-Ras 5.0.7*?
2. Berapa besar debit banjir rencana di Sungai Belutu Kecamatan Sei Rampah?
3. Bagaimana solusi dalam mengatasi permasalahan banjir?

1.5 Tujuan Penelitian

Dalam penelitian ini, didapatkan tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah diatas, sebagai berikut:

1. Menganalisis curah hujan untuk memperoleh debit banjir rencana sampai 100 tahun dari aspek hidrologi.
2. Menganalisis tinggi muka air banjir di Sungai Belutu dengan simulasi aliran menggunakan *software HEC-RAS 5.0.7*
3. Mengetahui curah hujan maximum tahunan Sungai Belutu Kecamatan Sei Rampah
4. Mengetahui apakah tinggi muka air banjir naik di kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun.

1.6 Manfaat Penelitian

Daripenelitian ini didapatkan manfaat penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai curah hujan maksimum di Kecamatan Sei Rampah.
2. Mengetahui tinggi muka air banjir dari pemodelan aliran *Hec-Ras 5.0.7* dari hasil analisis debit banjir rencana.
3. Menjadi bahan pertimbangan bagi pemerintahan Kab. Serdang Bedagai dalam mengatasi permasalahan banjir di Kecamatan Sei Rampah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah sistem hidrologi dengan cara mengatur aliran air dimana wilayah tersebut dibatasi oleh pegunungan dan ketika hujan jatuh air hujan tersebut mengalir ke sungai utama di satu titik yang ditinjau. (Maya Amalia, 2022). DAS adalah salah satu cakupan daerah daratan dimana sungai utama menerima tampungan air hujan dan menyimpan air hujan kemudian disalurkan ke laut. Daerah Tangkapan Air (DTA) atau *Water Catchment Area* merupakan suatu wilayah daratan dengan salah satu ekosistem dengan sumber daya alam seperti air, tanah, dan vegetasi dan unsur sumber daya manusia sebagai salah satu yang memanfaatkan hasil dari sumber daya alam nya. (Asdak 2002).

Didalam sebuah ekosistem, DAS memiliki 3 daerah tangkapan air, yaitu di bagian hilir, tengah, dan hulu. Daerah tersebut memiliki ciri-ciri sebagai berikut (Asdak, 2002):

1. DAS di bagian hulu memiliki ciri-ciri daerah sebagai konservasi, sebagai ruang drainase yang tinggi, dan memiliki tinggi elevasi lereng dengan besar $>15\%$, tidak menjadi suatu daerah yang rentan banjir, penggunaan air yang ditentukan dengan penampang drainase dan jenis vegetasi umumnya merupakan tegalan hutan.
2. DAS di bagian hilir memiliki ciri-ciri sebagai daerah dengan pemanfaatan air, memiliki ruang drainase yang kecil, memiliki

kemiringan lereng sangat kecil ($< 8\%$), pada di beberapa tempat merupakan daerah genangan banjir, pemakaian air ditentukan oleh penampang irigasi, memiliki jenis vegetasi yang didominasi oleh tanaman pertanian kecuali daerah estuaria yang didominasi oleh hutan bakau atau gambut.

3. DAS di bagian tengah memiliki ciri-ciri yang berbeda dari karakteristik biogeofisik DAS antara DAS bagian hulu dan hilir.



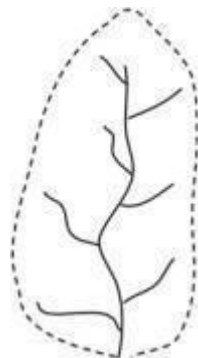
Gambar 2.1 Profil Memanjang Alur Sungai
Sumber: Kodatie (2021)

DAS memiliki dimensi penampang yang kecil dan memiliki penampang yang luas juga. DAS yang memiliki penampang yang luas adalah DAS yang memiliki sub DAS, dan sub DAS tersebut juga memiliki beberapa sub DAS juga, sedangkan DAS yang memiliki limpasan permukaan debit yang kecil hanya adalah DAS yang memiliki penampang dimensi yang kecil. Sehingga semakin luas penampang DAS, semakin besar juga total limpasan permukaan dan debit aliran sungai pada DAS (Anisgustiani, 2020).

Bentuk DAS terdiri dari 4 bentuk. (Sosrodarsono dan Takeda, 2003). Keempat bentuk DAS tersebut dibedakan dengan dasar perbedaan debit banjir yang terjadi. Keempat bentuk DAS tersebut sebagai berikut:

a. Bulu Burung atau Memanjang

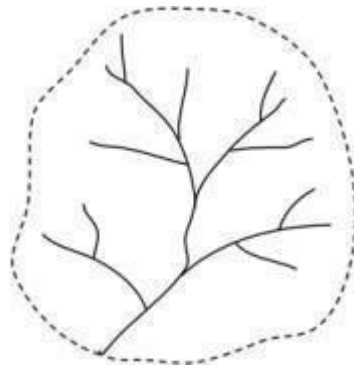
Bentuk DAS ini memiliki aliran air yang terdiri dari beberapa anak Sungai. Kemudian aliran inilah yang akan mengalir ke sungai utama, namun dengan titik aliran yang berbeda. Sehingga dengan aliran bentuk memanjang ini sangat kecil potensi terjadinya banjir. Namun tidak menutup kemungkinan jika terjadi banjir dalam bentuk ini akan berlangsung cukup lama.



Gambar 2.2 DAS Bulu Burung/Memanjang
Sumber: Iqbal, Lutfi Muhammad (2019)

b. Menyebar/Radial

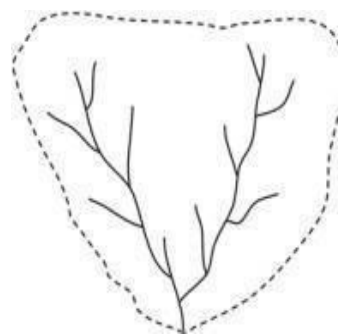
Bentuk DAS menyebar/radial ini memiliki sebaran aliran sungai yang membentuk lingkaran atau seperti bentuk kipas. Kemudian aliran ini berasal dari berbagai aliran namun tidak terfokus pada satu aliran secara radial. Sehingga aliran berbentuk radial/menyebar ini memiliki potensi banjir yang besar apabila hujan terus menerus terjadi.



Gambar 2.3 DAS Radial/Menyebar
Sumber: Iqbal, Lutfi Muhammad (2019)

c. Sejajar/Paralel

Bentuk DAS sejajar/parallel ini terbentuk oleh dua cabang aliran yang besar pada belahan hulunya yang memiliki karakteristik yang berbeda satu sama lainnya, namun pada bagian hilir aliran air sungainya akan menyatu. Apabila terjadi hujan di kedua aliran tersebut akan mengakibatkan potensi banjir yang besar dengan rentan waktu yang cukup lama.



Gambar 2.4 DAS Paralel
Sumber: Iqbal, Lutfi Muhammad (2019)

2.2 Sungai

Sungai adalah salah satu aliran air dimana air tersebut mengalir dari hulu ke hilir pada permukaan air. Di sepanjang saluran memiliki tekanan di permukaan air yang sama. Tekanan aliran air tersebut merupakan tekanan atmosfer. Dari aliran air tersebut merupakan variabel aliran yang tidak teratur terhadap ruang dan waktu. Dari aliran air sungai yang merupakan variabel aliran tersebut merupakan penampang saluran kanan dan kiri, kekasaran (*manning*), elevasi/kemiringan, belokan, volume air dan yang berhubungan dengan aliran sungai lainnya. (Bambang Riatmodjo, 2008). Menurut Syakir Anshari (2022) sungai adalah bagian yang menjadi salah satu siklus hidrologi yang merupakan sebuah aliran air yang memiliki suatu kumpulan hasil presipitasi, seperti limpasan aliran air bawah tanah, hujan, mata air, dan embun,

Proses terbentuknya sungai secara alamiah adalah ketika hujan turun, mata air, ataupun cairan gletser yang berada di permukaan daratan, kemudian air tersebut akan bergerak melewati saluran yang lebih rendah. Secara alamiahnya, aliran air tersebut memberantas daerah yang dilaluinya sehingga aliran ini semakin lama semakin lebar dan memanjang, maka terbentuklah sebuah sungai. (Wardani, 2018)

2.2.1 Kapasitas Tampungan Sungai

Penelitian oleh Fischer et al. (2023) menunjukkan bahwa sedimentasi yang terjadi secara terus-menerus dapat mengurangi kapasitas penampang sungai hingga lebih dari 30%. Kondisi ini meningkatkan potensi luapan air pada musim hujan, terutama pada sungai yang tidak dinormalisasi dalam jangka waktu panjang. Salah satu cara untuk mengalirkan debit air sungai disebut sebagai kapasitas tampungan sungai.

Jika kapasitas sudah memenuhi batas tampungan maka luapan air akan terjadi dan membanjiri pemukiman warga (Kodoatie dan Sugianto, 2002). Oleh karena itu, diperlukan suatu analisis tampungan kapasitas sungai sebagai cara untuk idetifikasi suatu penampang sungai dengan kemampuan menyalurkan suatu debit banjir rancangan/rencana. Analisis kapasitas tampungan air tersebut bisa dilaksanakan dengan menggunakan *software Hec-Ras (Hydrologic Engineering-Center-River Analysis System)* untuk simulasi aliran sungai tersebut.

2.3 Banjir

Bencana alam dengan berlebihnya kondisi air yang tertampung, sehingga air terhambat dan meluap serta menggenangi daerah sekitarnya disebut sebagai bencana banjir. Banjir disebabkan kurangnya kapasitas penampang saluran air sehingga air meluap. (Suripin, 2004). Banjir juga dapat disebabkan karena tingginya curah hujan dan penampang saluran air tidak dapat menahan debit air yang ada. Dan adanya sedimentasi di dalam sungai sehingga mengurangi kapasitas aliran dari sungai tersebut dan terjadi pendangkalan pada sungai. Peristiwa banjir ini terjadi tergantung pada penyebabnya.

Tingkat kewaspadaan banjir pada suatu daerah yang sering tergenang banjir dapat diidentifikasi dari karakterteristik wilayah nya, seperti bentuk lahan, badan sungai kanan dan kiri, dan rawa/semak belukar yang menjadi daerah yang rawan dilanda banjir, dikarenakan daerah tersebut adalah daerah yang curam serta ada cekungan pada lereng tersebut. (Rizka Amalia, 2018). Derajat daerah rawan banjir dari suatu periode kala ulang debit banjir diebdakan beberapa jenis kelas yang dapat kita lihat pada tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Tingkat bahaya banjir Menurut Kala Ulang

Kelas	Kala Ulang Debit Banjir	Daerah Rawan Banjir
1	$Q_{50} - Q_{100}$	Sangat Tinggi
2	$Q_{30} - Q_{50}$	Tinggi
3	$Q_{10} - Q_{30}$	Sedang
4	$Q_1 - Q_{10}$	Rendah

Sumber: Rizka Amalia, 2018

2.3.1 Faktor Penyebab Banjir

Menurut Kodoatie, dan Sugiyanto, (2002) ada beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya banjir yaitu faktor alamiah dan faktor tindakan kecerobohan manusia. Berikut penjelasannya:

a. Penyebab banjir alamiah

1. Pengaruh pasang air laut yang mengakibatkan lambatnya aliran air sungai menuju laut. Sehingga ketika terjadinya pasang air laut dan bersamaan dengan terjadinya banjir akan mengakibatkan genangan air yang besar dan menyebabkan potensi banjir menjadi lebih besar.
2. Disebabkan faktor intensitas hujan yang tinggi dan berlangsung lama dengan keadaan penampang sungai yang kecil sehingga tidak akan bisa menampung debit air yang berlebihan.
3. Disebabkan faktor sedimentasi atau erosi pada dasar sungai yang berpengaruh pada kapasitas penampang sungai. Sehingga terjadinya pendangkalan pada sungai mengurangi kapasitas penampang sungai, sehingga mengakibatkan genangan air yang akan meluap sehingga menyebabkan terjadinya banjir.
4. Disebabkan faktor dari pembuangan air yang kurang memadai. Ketersediaan pembuangan air diberbagi sudut kota khususnya di negara

Indonesia dikatakan sangat kurang memadai, sehingga dengan begitu akan memudahkan kota tersebut mengalami banjir.

b. Faktor penyebab banjir akibat kecerobohan manusia

1. Disebabkan oleh faktor sampah. Masyarakat dengan kebiasaannya membuang sampah sembarangan, sehingga mengakibatkan air tersumbat dan terhambat akibat sampah tersebut, sehingga naiknya muka air dan mengakibatkan banjir.
2. Disebabkan oleh faktor bangunan yang dapat meningkatkan elevasi muka air sehingga mengakibatkan terjadinya banjir karena efek aliran balik air (backwater).
3. Disebabkan oleh faktor dari kerusakan bangunan pengendali banjir seperti tanggul, bendungan, bendung. Akibat tidak terjaganya bangunan tersebut karena pemeliharaan yang kurang memadai sehingga menimbulkan kerusakan dan sehingga menjadi tidak berfungsi dan dapat meningkatkan kuantitas banjir.
4. Disebabkan oleh faktor perumahan yang kumuh di sekitaran tepian daerah aliran sungai yang menjadi faktor penghambat aliran. Luas penampang saluran air semakin berkurang dikarenakan bantaran pemukiman warga yang kumuh dan tidak terawat.

2.3.2 Pengendalian Resiko Banjir

Berdasarkan laporan dari Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi 2017, pengelolaan banjir bisa dilakukan dengan dua pendekatan,

yaknidengan menggunakan pengendalian teknis (metode struktur), dan pendekatan non-teknis (non-struktur). Penjelasan dari keduanya adalah sebagai berikut:

a. Pengendalian Secara Teknis (Metode struktur)

Pengendalian secara teknik ini merupakan kegiatan yang melibatkan penggunaan infrastruktur fisik dan struktur bangunan untuk pengendalian banjir. Dalam metode ini terdapat pembangunan tanggul, bendungan, saluran pembuangan/parit, dan drainase. Berikut contoh dari metode teknis ini:

- a) Bendungan : untuk menahan aliran air sungaidan membatasi volume air yang masuk dari hulu ke hilir.
- b) Tanggul : Dibangun di sepanjang bantaran sungai untuk menahan kenaikan debit air banjir.
- c) Saluran Pembuangan : untuk mengalirkan air daridaerah yangrawan banjirke tempat yng lebihaman.
- d) Drainase : Salah satu sistem pembuangan air hujan atau air rumah tangga untuk mengurangi genangan air di daerah perkotaan.

b. Pengendalian secara non-teknis (non struktur)

Pengendalian secara non teknis ini fokus dalam pengelolaan sumber daya alam dan perilaku manusia dalam pengatasan masalah banjir ini. Metode ini tidak melibatkan dalam pembangunan struktur pengendali air, tetapi lebih ke merubah pola penggunaan lahan, kesadaran manusia, dan pengelolaan lingkungan nya. Berikut contoh dalam pengendalian secara non teknis:

- a. Penataan Ruang : Yaitu mengatur penggunaan lahan untuk membatasi pembangunan di daerah rawan terkena banjir.
- b. Penghijauan : Dengan menanam banyak pepohonan untuk menyerap air dan mengurangi genangan aliran di permukaan.
- c. Kesadaran masyarakat : Dengan memberikan sosialisasi kepada masyarakat tentang bahaya banjir, baik dalam pencegahan dan cara bagaimana respon cepat ketika banjir datang.
- d. Pengelolaan Air : Yaitu dengan mengimplementasikan kebijakan dalam pengendalian penggunaan air, pengendalian pencemaran, dan pengendalian dalam melindungi ekosistem alam.

2.4 Aspek Hidrologi

Hidrologi merupakan ilmu yang mengkaji tentang peristiwa yang mencakup aliran, distribusi, dan karakteristik air di permukaan bumi sehingga berkaitan dengan lingkungan yang mengalami tahapan siklus hidrologi. Siklus hidrologi adalah dimana proses kelanjutan air yang mengalami penguapan, kemudian dipindahkan dari permukaan bumi termasuk lautan ke atmosfer, dan kembali lagi ke daratan atau lautan secara terus menerus dengan proses yang menyaring dan membersihkan air. (Bambang Triadmodjo, 2008). Siklus hidrologi akan terus berlangsung tanpa henti dengan tiga metode yang berbeda. Ketiga metode tersebut sebagai berikut :

- a. Evaporasi merupakan kejadian air dari berbagai sumber seperti laut, sungai, dan daratan menguap ke atmosfer, lalu membentuk awan, dan kemudian

berubah menjadi titik air yang turun kembali ke permukaan bumi dalam bentuk hujan dan salju.

- b. Infiltrasi merupakan proses perkolasi air ke dalam tanah, proses ini terjadi ketika air bergerak melalui celah pori-pori di dalam batuan di bawah permukaan tanah. Air ini bergerak baik secara vertikal maupun horizontal menuju sistem air permukaan.
- c. Air di permukaan mengacu pada air yang bergerak di atas permukaan tanah dan dapat diamati pada daerah perkotaan.

2.4.1 Analisis Curah Hujan

Dicakupkan ranah statistik, ada terdapat beberapa jenis distribusi frekuensi yang diketahui, dan di dalam ilmu hidrologi terdapat empat metode yang umumnya digunakan dalam analisis perhitungan curah hujan, keempat metode distribusi tersebut adalah distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson III, dan Gumbel. (Triadmojo, 2008). Dalam analisis frekuensi dari keempat metode terdapat persamaan yang akan digunakan dalam setiap perhitungannya. Adapun persamaannya sebagai berikut:

- a) Standar deviasi (S)

Standar deviasi adalah besar perbedaan dari nilai sampel terhadap nilai rata-rata.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X - X_i)^2}{n-1}} \dots\dots\dots 2.1$$

- b) Koefisien kemencengan/*Skewness*

Koefisien kemencengan adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidak simetrisan dari suatu bentuk distribusi..

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^i (X - X_i)^3}{(n-1)(n-2)(S)^3} \dots\dots\dots 2.2$$

c) Koefisien kurtosis (Ck)

$$C_k = \frac{n^2 \sum_{i=1}^i (X - X_i)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S)^4} \dots\dots\dots 2.3$$

d) Koefisien variasi (Cv)

Koefisien variasi adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilairata-rata hitungan suatu distribusi.

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

C_s = koefisien kecepatan (*skewnes*)

C_k = koefisien kepuncakan (*kurtosis*)

C_v = koefisien variasi

S = Standar deviasi

n = jumlah data

X_i = data hujan

\bar{X} = nilai rata – rata dari X

Maksud dari analisa distribusi frekuensi curah hujan adalah sebagai penentuan perkiraan nilai kala ulang tertentu dengan maksud menganalisa kemungkinan terjadinya banjir. Metode dan formula dari berbagai jenis distribusi tersebut sebagi berikut:

a) Metode Gumbel

$$X_T = \bar{X} + s \cdot K \dots\dots\dots (2.5)$$

dengan :

X_T = Besarnya hujan rencana untuk periode ulang T tahun

X = Nilai tengah sampel

s = Standar deviasi sampel

K = Faktor Frekuensi

Tabel 2.2 Nilai Reduce Mean (Y_n)

n.	Y_n (Reduce Mean)
10.	0.4952
11.	0.4996
12.	0.5035
13.	0.507
14.	0.51
15.	0.5128
16.	0.5157
17.	0.5181
18.	0.5202
19.	0.522
20.	0.5236

Sumber: Triadmojo 2008

Tabel 2.3 Reduce Reduce Standart Deviasi (S_n)

n	S_n (Reduce Standart Deviasi)
10.	0.9496
11.	0.9676
12.	0.9833
13.	0.9971
14.	1.0095
15.	1.0206
16.	1.0316
17.	1.0411
18.	1.049
19.	1.0565
20.	1.0628

Sumber: Triadmodjo 2008

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$Y = L_n - L_n \frac{T-1}{T} \dots\dots\dots (2.7)$$

$Y_T = \text{reduced variate}$

$Y_n = \text{reduced mean}$

$S_n = \text{reduced standard}$

Untuk persyaratan nilai *Reduce Variate* (Y_t) dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.4 Persyaratan Nilai *Reduce Variate* (Y_t)

Periode Ulang T (Tahun)	Y_t
2	0,3065
5	1,4999
10	2,2505
20	2,9702
25	3,1255
50	2,9019
100	4,6001

Sumber: Suripin, 2004

b) *Log Pearson type III*

$$\log X_T = \text{Log} X_r + K \cdot \text{Log} S_x \dots\dots\dots (2.8)$$

dengan :

$X_T =$ Besarnya hujan rencana untuk periode ulang T tahun

$K =$ faktor frekuensi yang merupakan fungsi periode ulang dan tipe distribusi

Tabel 2.5 Faktor Frekuensi K_T untuk *Log Pearson Type III*

Kala Ulang (tahun)								
	1.0101	1.25	2	5	10	25	50	100
CS	Persentase Peluang Terlampaui							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3.000	-0.667	-0.636	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051
2.800	-0.714	-0.666	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973
2.600	-0.769	-0.696	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	2.889
2.400	-0.832	-0.725	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.923	3.800
2.200	-0.905	-0.752	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705
2.000	-0.990	-0.777	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.192	3.605
1.800	-1.087	-0.799	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499
1.600	-1.197	-0.817	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388
1.400	-1.318	-0.832	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271
1.200	-1.449	-0.844	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.656	3.149
1.000	-1.588	-0.852	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022
0.800	-1.733	-0.856	-0.132	0.780	1.336	2.453	2.453	2.891
0.600	-1.880	-0.857	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755
0.400	-2.029	-0.855	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615
0.200	-2.178	-0.850	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472
0.000	-2.326	-0.842	0.000	0.842	1.282	1.751	2.051	2.326
-0.200	-2.472	-0.830	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178
-0.400	-2.615	-0.816	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029
-0.600	-2.755	-0.800	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880
-0.800	-2.891	-0.780	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733
-1.000	-3.022	-0.758	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588
-1.200	-2.149	-0.758	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449
-1.400	-2.271	-0.705	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318
-1.600	-2.388	-0.675	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197
-1.800	-3.499	-0.643	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087
-2.000	-3.605	-0.609	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990
-2.200	-3.705	-0.574	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905
-2.400	-3.800	-0.537	0.351	0.725	0.795	0.832	0.830	0.832
-2.600	-3.889	-0.490	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.796
-2.800	-3.973	-0.469	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714

Sumber: Kamiana, 2011

Kemudian, menentukan nilai variabel reduksi gauss seperti pada tabel berikut:

Tabel 2.6 Nilai Variabel Reduksi *Gauss*

No.	Kala Ulang, T (tahun)	Peluang	K_T
1	1.001	0.999	-3.05
2	1.005	0.995	-2.58
3	1.010	0.990	-2.33
4	1.050	0.950	-1.64
5	1.110	0.900	-1.28
6	1.250	0.800	-0.84
7	1.330	0.750	-0.67
8	1.430	0.700	-0.52
9	1.670	0.600	-0.25
10	2.000	0.500	0
11	2.500	0.400	0.25
12	3.330	0.300	0.52
13	4.000	0.250	0.67
14	5.000	0.200	0.84
15	10.000	0.100	1.28
16	20.000	0.050	1.64
17	50.000	0.020	2.05
18	100.000	0.010	2.33
19	200.000	0.005	2.58
20	500.000	0.002	2.88
21	1000.000	0.001	3.09

Sumber : Kamiana, 2011

c) Distribusi normal

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

dengan:

X_T = Besarnya hujan rencana untuk periode ulang T tahun

\bar{X} = Nilai tengah sampel

S_d = Standar deviasi sampel

K_T = Faktor Frekuensi

Kemudian besar hasil nilai kala ulang (K_T) ditentukan pada nilai variabel reduksi *gaus* yang tertera pada tabel 2.5

d) Distribusi Log Normal

$$\text{Log}X_T = \text{Log}X_r + K \cdot \text{Log} S_x \dots\dots\dots (2.10)$$

dengan:

K = Variabel Standar, Besarnya bergantung pada koefisien kemiringan

Kemudian besar hasil nilai kala ulang (K_T) ditentukan pada nilai variabel reduksi *gaus* yang tertera pada tabel 2.5

Dari parameter Analisa curah hujan, dapat diestimasi distribusikan dengan curah hujan tertentu. Ketentuan dalam pemilihan distribusi dapat dilihat pada tabel 2.6.

Tabel 2.7 Parameter Penentu Jenis Sebaran

No.	Distribusi	Persyaratan
1.	Gumbel	Cs = 1,14 Ck = 5,4
2.	Normal	Cs = 0 Ck = 3
3.	Log Normal	Cs = 3 Ck = 5,383
4.	Log Pearson Type III	Selain nilai diatas

Sumber: Kamiana, 2011

2.4.2 Uji Kesuaian Distribusi Probabilitas Curah Hujan

Pengujian ini bertujuan untuk menemukan persamaan distribusi probabilitas yang dapat mengetahui data-data dengan baik dari semua sampel distribusi yang telah dihitung untuk menjadi sampel data yang akan dianalisis dalam mencari debit rencana. (Kamiana, 2011).

Terdapat dua metode yang digunakan dalam pengaplikasian pengujian distribusi probabilitas, yaitu metode *chi-kuadrat* (*chi-square*) dan *Smirnov-kolmogrov*. Berikut penjelasan dari kedua metode tersebut.

1. Metode *Chi-Kuadrat* (X^2)

Dalam perhitungan metode *chi-kuadrat*, digunakan persamaan Chi-kuadrat sebagai berikut:

$$X^2 = (Of - Ef)^2 / Ef \dots\dots\dots(2.11)$$

Dengan:

Ef = (frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelas nya)

Of = frekuensi yang diamati pada kelas yang sama)

Derajat kepercayaan (α) chi-kuadrat yang sering diambil adalah 5%.

Dan derajat kebebasan (Dk) dihitung menggunakan persamaan:

$$(K) = 1 + 3,3 \text{ Log } n \dots\dots\dots(2.12)$$

$$Dk = K - (p+1) \dots\dots\dots(2.13)$$

Dengan:

Dk = Derajat kebebasan

(K) = Kebebasan

P = Parameter chi-kuadrat

K = Kelas distribusi

Log n = log jumlah data ch

Selanjutnya, distribusi probabilitas yang digunakan untuk menentukan curah hujan rencana adalah jenis probabilitas yang memiliki nilai simpangan maksimum yang paling rendah dan kurang dari simpangan kritis, seperti persamaan berikut:

$$X^2 < X^2_{Cr} \dots \dots \dots (2.14)$$

Dengan:

X^2 = parameter Chi-Kuadrat terhitung.

X^2_{Cr} = parameter Chi-kuadrat kritis

Ketentuan nilai Parameter Chi-kuadrat kritis dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.8 Nilai kritis untuk distribusi *Chi – Kuadrat*

Dk	α Derajat Kepercayaan							
	0.995	0.99	0.975	0.95	0.05	0.025	0.01	0.005
1.	0.0393	0.016	0.0982	0.393	3.841	5.024	6.635	7.879
2.	0.1	0.0201	0.0506	0.103	5.991	7.378	9.210	10.597
3.	0.717	0.115	0.216	0.352	7.815	9.348	11.345	12.838
4.	0.207	0.297	0.484	0.711	9.488	11.143	13.277	14.860
5.	0.412	0.554	0.831	1.145	11.070	12.832	15.086	16.705
6.	0.676	0.872	1.237	1.635	12.592	14.449	18.812	18.548
7.	0.989	1.239	1.690	2.167	14.067	16.013	18.475	20.278
8.	1.344	1.646	2.180	2.733	15.507	17.535	20.090	21.955
9.	1.735	2.088	2.700	3.325	16.919	19.023	21.666	23.589
10.	2.156	2.558	3.247	3.940	18.307	20.483	23.209	25.188

Sumber: Kamiana, 2011

Dalam perhitungan metode chi-kuadrat, ada beberapa tahap dalam pengerjaannya, yaitu:

- a. Mengurutkan data curah hujan dari yang terkecil ke yang terbesar, atau sebaliknya.
- b. Menghitung jumlah kelas

- c. Menghitung derajat kebebasan (Dk) X^2_{cr}
- d. Menghitung kelas distribusi
- e. Menghitung interval kelas
- f. Perhitungan nilai X^2
- g. Membandingkan nilai X^2 terhadap X^2_{cr}

2. Smirnov-Kolmogorov

Uji Smirnov-kolmogorov merupakan uji distribusi yang tidak memanfaatkan fungsi distribusi khusus, sehingga perbedaan antara probabilitas antara probabilitas pengamatan dan teoritis menjadi faktor penentu dalam nilai probabilitas tersebut. (Triatmodjo, 2008).

Berikut langkah-langkah dalam perhitungan metode Smirnov-kolmogorov ini :

- a. Mengurutkan data curah hujan dari yang terkecil ke terbesar
- b. Menentukan peluang nilai empiris masing-masing data curah hujan yang telah diurutkan, dengan persamaan *Weibull*, yaitu:

$$P(X_i) = \frac{i}{n+1} \dots\dots\dots (2.15)$$

Dengan:

n = jumlah data

I = nomor urut data yang telah diurutkan

- c. Memilih distribusi probabilitas berdasarkan peluang teoritis masing-masing data $P'(X_i)$ yang telah diurutkan.
- d. Menghitung selisih (ΔP_i) antara peluang empiris dan teoritis pada data yang telah diurut

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

- e. Kemudian menentukan nilai $\Delta P_i < \Delta P$ kritis, Jika tidak sesuai nilai tersebut, maka nilai probabilitas tersebut tidak dapat dipilih dan sebaliknya.

Untuk nilai ΔP kritis, tertera pada tabel berikut:

Tabel 2.9 Nilai kritis Do Smirnov Kolmogorov

Jumlah Data n	(α Deerajat Kepercayaan)			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N > 50	$\frac{107}{N 0.5}$	$\frac{122}{N 0.5}$	$\frac{136}{N 0.5}$	$\frac{163}{N 0.5}$

Sumber: Kamiana, 2011

2.4.3 Perhitungan Koefisien Limpasan

Koefisien Limpasan (C) adalah tingkat dimana air permukaan yang mengalir dan dibandingkan dengan jumlah hujan yang jatuh. Faktor yang berperan dalam menentukan nilai C meliputi laju infiltrasi tanah, jumlah hujan yang jatuh, dan jenis tanaman yang menutupi lahan tanah. (Arsyad, 2006). Menurut **Khosravi et al. (2023)**, banjir di wilayah tropis sangat dipengaruhi oleh perubahan tata guna lahan, peningkatan area kedap air, serta intensitas hujan ekstrem yang meningkat setiap tahun. Ketiga faktor ini meningkatkan limpasan permukaan (runoff) secara signifikan, sehingga memperbesar peluang terjadinya banjir pada DAS kecil dan menengah seperti Sungai Belutu di Sei Rampah.

Perubahan dalam tata guna lahan berpengaruh pada jumlah aliran air, yang dapat dilihat dari nilai koefisien limpasan yang berubah. Berikut nilai kekasaran/manning permukaan lahan dari tata guna lahan.

Tabel 2.10 Angka kekasaran permukaan lahan

Tata Guna Lahan	N
Kedap Air	0,02
Timbunan Tanah	0,10
Tanaman pangan/tegalan yang sedikit rumput pada tanah gundul yang kasar dan lunak	0,20
Padang Rumput	0,40
Tanah gundul yang kasar dengan runtuh dedaunan	0,60
Hujan dan sejumlah semak belukar	0,80

Sumber: Triadmojo, 2008

Tabel 2.11. Kondisi Permukaan Tanah dengan Koefisien Pengaliran

No.	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran
1.	Jalan beton dan aspal	0,70 – 0,95
2.	Jalan kerikil dan jalan tanah	0,40 – 0,70
3.	Bahu jalan <ul style="list-style-type: none"> • Tanah butir halus • Tanah butir kasar • Batuan masif keras • Batuan masif lunak 	0,40 – 0,60 0,10 – 0,20 0,70 – 0,85 0,60 – 0,75
4.	Daerah perkotaan	0,70 – 0,95
5.	Daerah pinggiran kota	0,60 – 0,90
6.	Daerah industri	0,60 – 0,90
7.	Pemukiman padat	0,40 – 0,60
8.	Pemukiman tidak padat	0,20 – 0,40
9.	Taman dan kebun	0,45 – 0,60
10.	Persawahan	0,70 – 0,80
11.	Perbukitan	0,75 – 0,90

Sumber: Suripin, 2004

2.4.4 Intensitas Curah Hujan

Dalam menganalisa kekuatan hujan dilaksanakan menggunakan metode Mononobe. Pendekatan pengujian ini digunakan ketika tidak ada data cuaca hujan jangka pendek hanya data hujan harian. Oleh karena itu, intensitas curah hujan dapat diestimasi menggunakan persamaan Mononobe. Berikut persamaan mononobe:

$$I = \left(\frac{R_{24}}{24} \times \frac{24}{t} \right)^{2/3} \dots \dots \dots (2.16)$$

Dengan:

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

R₂₄ = curah hujan maksimum dalam 1 hari (mm)

t = lamanya curah hujan (jam)

2.4.5 Analisa Debit Banjir Rencana/Rancangan

Untuk mempertimbangkan analisis distribusi curah hujan rencana/rancangan, pemilihan distribusi harus akurat, oleh sebab itu, dilakukan pengujian kecocokan distribusi. Setelah memperoleh data curah hujan rencana, dilanjutkan dengan melakukan evaluasi untuk menentukan debit banjir yang direncanakan. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah hss-nakayasu

a. Harga Satuan Sintetis Nakayasu

Nakayasu telah mengkaji hidrograf banjir di beberapa sungai di Jepang. (Hadisusanto, 2010). Hidrograf satuan sintetik (HSS) nakayasu yang diperkenalkan oleh Nakayasu adalah sebuah pendekatan untuk menghasilkan hidrograf banjir rancangan di suatu daerah aliran sungai. Untuk menggunakan metode ini, ketika merancang hidrograf banjir di sungai tertentu, memerlukan

dalam penemuan karakteristik atau parameter dari Sungai tersebut. (Wayan Sutapa, 2012). Berikut karakteristik sungai tersebut:

1. Waktu yang diperlukan dari awal hujan hingga mencapai puncak hidrograf. (*time topeak magntute*)
2. Waktu yang dibutuhkan dari saat pusat berat hujan hingga pusat berat hidrograf terjadi. (*Timelag*)
3. Waktu yang diperlukan untuk hidrograf. (*time base of hydrograph*)
4. Luas Daerah aliran sungai
5. Panjang sungai utama (*length of the longest channel*)
6. Koefisien pengaliran

Formula dari HSS Nakayasu adalah :

$$Q_p = \left[\frac{C.A.R_0}{3,6(0,3.T_p+T_{0,3})} \right] \dots\dots\dots(2.17)$$

Dengan:

Q_p = Debit puncak banjir ($m^3/detik$)

R_0 = Hujan Satuan (mm)

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

$T_{0,3}$ = Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, daripuncak sampai 30% dari debit puncak

A = Luas daerah tangkapan sampai outlet

C = koefisien pengaliran

Nlai waktu yang diperlukan dalam menentukan awal hujan hingga puncak banjir T_p , dihitung dengan persamaan

$$T_p = t_g + 0,80t_r \dots\dots\dots(2.18)$$

Dengan :

T_p = tegangan waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir(jam).

T_g = waktu konsentrasi (jam).

Untuk $L < 15$ km nilai $t_g = 0,21 L^{0,70}$

Untuk $L > 15$ km nilai $t_g = 0,40 + 0,058 L$

t_r = waktu efektif hujan (jam)

$t_r = 0,50 t_g$ sampai t_g (jam)

Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai penurunan debit sebesar $T_{0,30}$

dihitung dengan menggunakan formula :

$$T_{0,30} = \alpha \times t_g \dots\dots\dots (2.19)$$

Dengan :

$T_{0,30}$ = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari puncak sampai 30% dari debit puncak

α = koefisien yang ditetapkan berdasarkan karakteristik hidrograf banjir yang terjadi di wilayah aliran sungai.

t_g = waktu konsentrasi (jam).

- a. Faktor α adalah koefisien yang ditetapkan berdasarkan karakteristik hidrograf banjir yang terjadi di wilayah aliran sungai. Untuk daerah aliran = 2,0.
- b. Untuk bagian kenaikan Hidrograf yang lambat dan bagian penurunan yang cepat memiliki nilai $\alpha = 1,5$.
- c. Bagian kenaikan Hidrograf yang cepat dan bagian penurunan yang lambat memiliki nilai $\alpha = 3,0$.

Grafik lengkung naik (*rising limb*) Hidrograf Satuan dapat dihitung

menggunakan persamaan :

$$0 \leq t \leq t_p \dots\dots\dots (2.20)$$

Dengan :

$t = 0$: waktu awal aliran mulai terbentuk (bisa diartikan sebagai waktu mulai efektifnya hujan atau waktu mulai respon aliran)

$t = T_p$: waktu saat aliran mencapai puncak Q_p

Dalam banyak penerapan hidrograf satuan (unit hydrograph), rentang waktu $0 \leq t \leq T_p$ sering merujuk pada fase naik dari hidrograf, mulai dari waktu hujan mulai menghasilkan aliran hingga waktu puncak tercapai. (Krisnayanti, 2019).

$$Q_t \leq Q_p \left[\frac{t}{T_p} \right]^{2,40} \dots\dots\dots (2.21)$$

Dengan :

Q_t = debit limpasan sebelum sampai puncak banjir(jam).

t = waktu (jam).

Bagian lengkung turun (*decreasing limb*) hidrograf satuan dapat

dihitung dengan persamaan :

$$T_p \leq t \leq T_p + T_{0,30} \dots\dots\dots (2.22)$$

$$Q_t = Q_p \cdot 0,30 \left(\frac{t - T_p}{T_{0,30}} \right) \dots\dots\dots (2.23)$$

$$T_p + T_{0,5} \leq t \leq T_p + T_{0,30} + 1,5 T_{0,30} \dots\dots\dots (2.24)$$

$$Q_t = Q_p \cdot 0,30 \left[\frac{t - T_p + 0,50 T_{0,30}}{1,5 \cdot T_{0,30}} \right] \dots\dots\dots (2.25)$$

$$t \geq T_p + T_{0,30} + 1,5 T_{0,30} \dots\dots\dots (2.26)$$

$$Q_t = Q_p \cdot 0,30 \left[\frac{t - T_p + 0,50 T_{0,30}}{2 \cdot T_{0,30}} \right] \dots\dots\dots (2.27)$$

Dengan :

Q_t = debit limpasan sebelum sampai puncak banjir(jam).

t = waktu (jam).

T_p = tegangan waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir(jam).

Q_p = debit puncak banjir (m³/detik).

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

2.5 Hidrolika

Hidrolika adalah bidang dalam ilmu terapan dan rekayasa yang mengkaji karakteristik mekanis fluida, dan memperhatikan perilaku aliran air baik dalam skala mikro maupun makro. Salah satu metode yang digunakan dalam perhitungan hidrolika sungai adalah dengan memanfaatkan rumus *Manning*.

Tujuan analisis hidrolika sungai adalah untuk mengevaluasi profil muka air banjir di sungai dengan mempertimbangkan variasi periode ulang dari debit rencana. Dalam analisis hidrolika akan dievaluasi sejauh mana dampak dari pengendalian banjir yang terjadi. Untuk menunjang analisis hidrolika sungai, dilakukan pemetaan topografi sepanjang sungai yang bersangkutan, termasuk pengukuran kondisi umum, serta profil secara memanjang dan melintang. Dalam perhitungan hidrolika sungai, pencarian aliran puncak dilakukan dengan menggunakan standar bahwa: Hidrograf dari aliran lateral untuk setiap sungai menggunakan hidrograf banjir dengan berbagai periode ulang, kemudian efek banjirnya dianalisis.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk analisis hidrolika adalah sebagai berikut:

- a. Persiapan Skema Sungai
- b. Pengumpulan data Geometri Sungai (Secara Melintang dan memanjang)
- c. Pengumpulan data Debit aliran Sungai (Flow data)
- d. Perhitungan tinggi muka air banjir

Berikut adalah Data-data yang diperlukan:

- a. Data koordinat dari garis tengah sungai atau tebing sungai yang sedang dianalisis untuk menyusun skema sungai.
- b. Lokasi percabangan sungai dan posisi jembatan.
- c. Data potongan memanjang sungai yang mencakup jarak sepanjang garis tengah, tebing kiri dan kanan, serta elevasi dasar.
- d. Data melintang sungai yang diperoleh dari hasil pemetaan topografi sungai.
- e. Posisi batas tepi sungai (tebing kiri dan kanan) pada data penampang melintang.
- f. Nilai koefisien kekasaran *manning* (n) untuk alur sungai dan pinggiran sungai

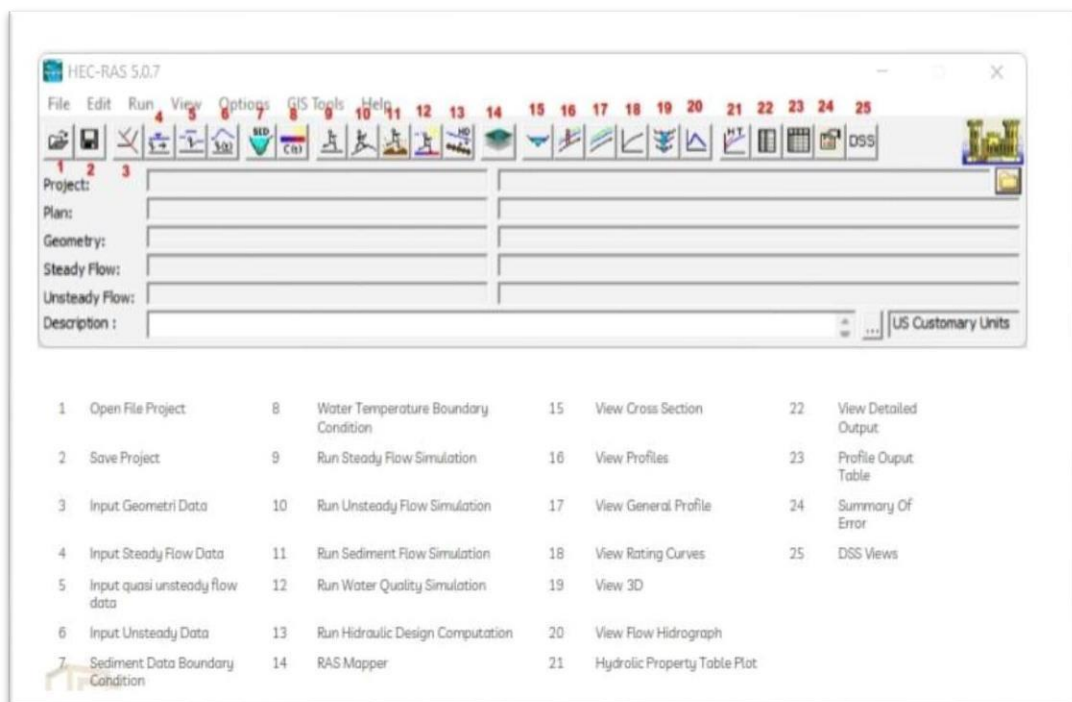
2.6 HEC-RAS

Istiarto (2014) menyatakan bahwa *Hydraulic Engineering Center-River Analysis System (HEC-RAS)* adalah sebuah aplikasi yang dirancang untuk menggambarkan aliran di sungai. Program River Analysis System (RAS) ini dikembangkan oleh *Hydraulic Engineering Center (HEC)*, sebuah divisi di *Institute For Water Resources (IWR)* dibawah *United States Army Corps of Engineering (USACE)*. Hec-Ras merupakan model aliran satu dimensi baik yang bersifat permanen maupun tidak permanen (*steady and unsteady flow*).

Hec-Ras juga memiliki kemampuan untuk menghitung profil muka air dari aliran dalam kondisi subkritik maupun superkritik. Program ini terdiri dari empat

komponen analisis hidrolika satu dimensi, termasuk perhitungan profil muka air dalam aliran yang tetap (*steady flow*) aliran yang tidak tetap (*unsteady flow*) pergerakan sedimen, dan kualitas air.

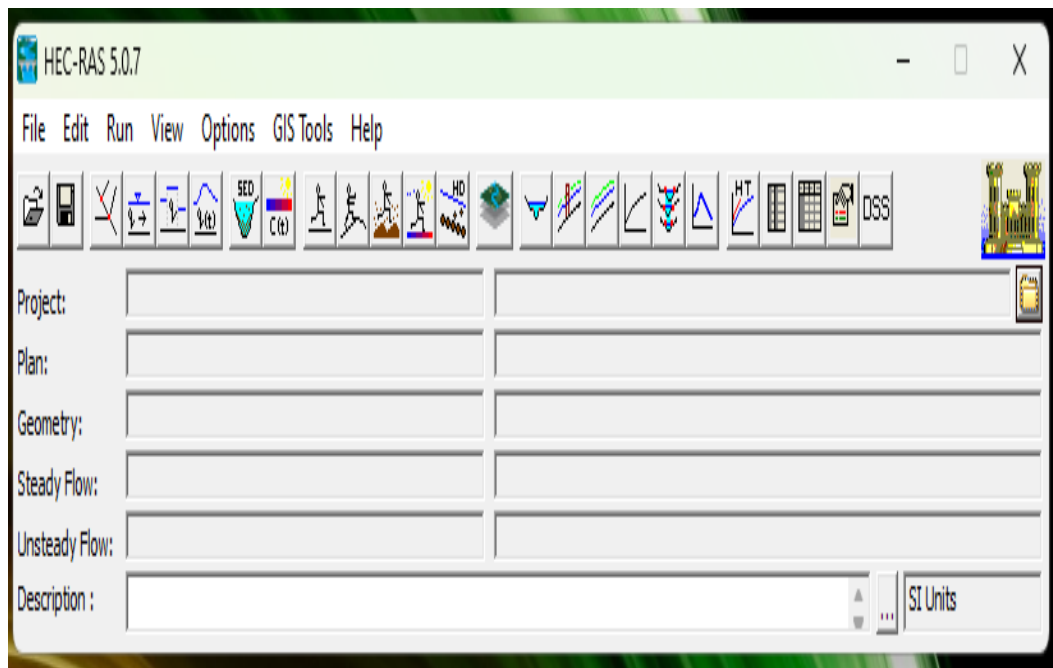
Dalam konteks ini, Hec-Ras menggambarkan sungai dengan aliran yang stabil yang berubah secara bertahap. Sistem ini mampu mensimulasikan aliran di seluruh jaringan saluran atau pada saluran tunggal tanpa percabangan, termasuk aliran dalam kondisi kritis, subkritis, atau campuran, sehingga dapat menghasilkan profil muka air yang diinginkan. Prinsip dasar perhitungan ini melibatkan penggunaan persamaan energi dan persamaan momentum. Selain itu kehilangan energi juga diperhitungkan dalam simulasi ini dengan mempertimbangkan gesekan di dalam saluran, tikungan, serta perubahan panampang, baik yang disebabkan oleh jembatan, gorong-gorong, atau bendungan di dalam saluran atau sungai yang sedang dianalisis. Ini adalah beberapa tools dari Hec-Ras:



Gambar 2.5 Tools Hec-Ras
Sumber: Istiarto, 2014

2.6.1 Layar Utama *Hec-Ras*

Pada bagian bawah papan menu terdapat toolbar atau baris tombol. Baris tombol ini bertujuan untuk memberikan akses cepat kepada opsi-opsi yang paling sering digunakan oleh pengguna di dalam papan menu. Pengguna dapat mengetahui fungsi dari setiap tombol (yang diwakili oleh ikon) dengan mengarahkan kursor ke tombol tersebut. Sebagian fungsi dari tombol-tombol ini dapat dipahami dengan sendirinya, seperti pada dua tombol pertama yang berfungsi untuk membuka proyek yang sudah ada dan menyimpan proyek yang sudah ada. Namun, ada beberapa tombol lainnya memerlukan pemahaman tentang penggunaan Hec-Ras.



Gambar 2.6 Layar Utama Hec-Ras

Sumber: Istiarto, 2014