



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Penelitian terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan upaya peneliti untuk melakukan perbandingan sekaligus menemukan ide atau inspirasi baru bagi penelitian berikutnya. Selain itu, kajian sebelumnya juga berperan penting dalam membantu peneliti menentukan posisi penelitian yang sedang dilakukan serta menegaskan aspek orisinalitasnya. Pada bagian ini, peneliti memaparkan berbagai hasil studi sebelumnya yang memiliki keterkaitan dengan topik penelitian yang sedang dikaji, kemudian menyusunnya dalam bentuk ringkasan, baik yang telah dipublikasikan maupun yang belum. Berikut adalah beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan tema yang penulis bahas.

Pertama, Penelitian oleh Zulkarnain (2020) Perencanaan Normalisasi Sungai Untuk Penanggulangan Banjir Di Sungai Simpang Baru Desa Teluk Latak Kecamatan Bengkalis, Berdasarkan hasil penelitian ini menyatakan perhitungan maka diperoleh dimensi sungai normalisasi dengan saluran berbentuk trapezium memiliki lebar 8m, kedalaman rencana 2m, dengan kemiringan tebing 1:1. Debit yang dihasilkan akibat pasang dan air hujan yakni sebesar 62,056 m³ /detik Dan debit hasil normalisasi diperoleh sebesar 107,7 m³ /detik. Sungai mampu menampung kelebihan air jika terjadi hujan dan pasang bersamaan.

Kedua, Penelitian oleh Kusuma, (2023) Perencanaan Normalisasi Sungai Batang Tapakis Ruas Nagari Sintuk Kabupaten Padang Pariaman, Berdasarkan hasil penelitian ini menyatakan dari hasil perhitungan debit banjir rencana dengan menggunakan metode Hasper, didapatkan kala ulang 2 tahun 130,80 m³ /dt, 5 tahun 176,26 m³ /dt, 10 tahun 206,07 m³ /dt, 25 tahun 240,08 m³ /dt, dan 50 tahun 270,89 m³ /dt. Untuk mengurangi debit banjir perlu dilakukan perbaikan dimensi penampang, sehingga diperlukan ketelitian dalam perhitungan hidrologi seperti analisa curah hujan dan debitsbanjir rencana untuk menciptakan desain penampang yang ekonomis dan dapat menampung debitsyang akan terjadi.

Ketiga, Penelitian oleh Gunawani (2022) Perencanaan Normalisasi Saluran Air Di Belakang Citi Mall Baturaja Kecamatan Baturaja Timur Kabupaten Oga Komering Ulu, Berdasarkan hasil penelitian ini menyatakan ialah bahwa saluran air yang berada di

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

belakang Citi Mall Baturaja kurang efektif, dikarenakan harus adanya perencanaan normalisasi air supaya aliran air yang berada di belakang City Mall itu bisa lebih efektif dan tidak menyebabkan banjir. Berdasarkan dari penelitian yang diperoleh dari aliran air yang ada di belakang City Mall Baturaja, perlunya ada perencanaan normalisasi dengan saluran drainase yg berbentuk trapesium dan galian tanah untuk memperlebar dan memperdalam aliran sungai supaya bisa mengurangi faktor banjir, dan memerlukan biaya sekitar Rp560,089,848,00- dengan panjang 265m, lebar 2m dan kedalaman 1,5m.

Keempat, penelitian oleh L.T. (2017) Perencanaan Normalisasi Arus Sungai Cijere Di Ds. Pasirmukti Kec. Citeureup Kab. Bogor, Berdasarkan dari penelitian perencanaan normalisasi Dimensi saluran berbentuk persegi dengan lebar 12,0 meter, tinggi 3,5 meter dan tinggi jagaan 0,3 meter dapat mengalirkan debit banjir rencana sepuluh tahunan (Q10) sebesar 59,27 m³/detik.

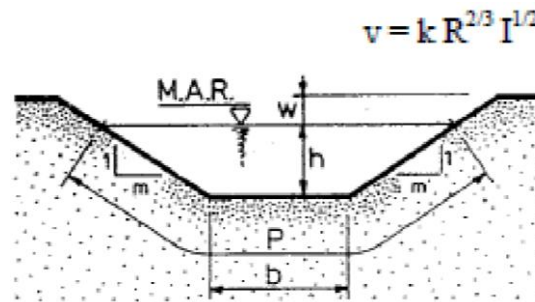
Kelima, Isharyanto Perencanaan DED Normalisasi Sungai Macak di Kecamatan Belitang Madang Raya (2022) Berdasarkan dari penelitian meliputi pengambilan data debit air, pengukuran awal sungai, seperti panjang sungai, dimensi sungai, kelandaian aliran sungai, kemudian data tanam tumbuh pada tepi aliran sungai yang perlu dibersihkan, kemudian setelah didapatkan data-data di atas dibuatlah perencanaan dimensi saluran rencana menyesuaikan dengan debit air banjir dan faktor kecepatan aliran sungai menuju ke muara sungai/pembuangan. Untuk mencapai hasil yang maksimal maka diperlukan perencanaan DED meliputi pengambilan data debit air, pengukuran awal sungai, seperti panjang sungai, dimensi sungai, kelandaian aliran sungai, kemudian data tanam tumbuh pada tepi aliran sungai yang perlu dibersihkan, kemudian setelah didapatkan data-data di atas dibuatlah perencanaan dimensi saluran rencana menyesuaikan dengan debit air banjir dan faktor kecepatan aliran sungai menuju ke muara sungai/pembuangan.

2.2. Desain Kriteria Perencanaan

Berdasarkan trase saluran, kapasitas rencana dan muka air di saluran yang diperlukan, potongan melintang dan memanjang saluran dapat ditentukan. Biaya pemeliharaan saluran hendaknya diusahakan serendah mungkin. Ini akan tercapai bila tidak terjadi penggerusan atau pengendapan. Keduanya berkaitan dengan kecepatan aliran

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

dan kemiringan saluran. Kecepatan aliran dan kemiringan saluran bergantung pada situasi topografi, sifat-sifat tanah dan kapasitas yang diperlukan.



Gambar 2.1 Parameter Potongan Melintang

(Sumber: KRITERIA PERENCANAAN – PERENCANAAN SALURAN KP-06, Direktorat Irigasi dan Rawa, Ditjen SDA Kementerian PUPR, 2013.)

Upaya penanggulangan banjir dapat dianggap aman apabila debit banjir aktual tidak melampaui debit banjir rencana, yang umumnya ditentukan berdasarkan kala ulang.

Terdapat dua standar dalam penentuan penggunaan kala ulang banjir rencana, yaitu:

1. **Pertama (tahap awal)**, yaitu penerapan kala ulang minimum untuk berbagai kondisi yang ada, dengan standar yang sama pada setiap jenis pemanfaatan.
2. **Kedua (tahap akhir)**, yaitu penerapan kala ulang yang ditetapkan melalui pertimbangan analisis ekonomi, sehingga dapat diperoleh manfaat ekonomi yang paling optimal.”

Tabel 2.1 Penetapan Kala Ulang untuk Perencanaan Debit Banjir

Sistem sungai	Berdasarkan jenis proyek Berdasarkan pada populasi total	Fase awal	Fase akhir
Sungai	Proyek darurat	5	10
	Proyek baru	10	25
	Untuk di desa atau kota		
	Populasi < 2000000	25	50
	Untuk perkotaan dengan populasi > 200000	25	100
Sistem drainase primer (DAS < 500 ha)	Pedesaan	2	5
	Perkotaan Populasi < 500.000	5	10



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Sistem drainase sekunder (DAS < 500 ha)	Perkotaan 500.000 < P < 2000.000	5	15
	Perkotaan dengan populasi > 2 JT	10	25
	Pedesaan	1	2
	Perkotaan Populasi < 500.000	2	5
Sistem drainase tersier (DAS < 10 ha)	Perkotaan 500.000 < P < 2000.000	2	5
	Perkotaan populasi > 2 JT	5	10
	Pedesaan dan Perkotaan	1	2

Untuk memudahkan proses perencanaan serta mengontrol tahapan perencanaan bangunan maka dibuatlah suatu kriteria perencanaan terutama yang berkaitan dengan analisis hidrolis, analisis struktur, material konstruksi, analisis struktur, material konstruksi, pembebanan, hingga analisis stabilitas.

2.3. Definisi Sungai

Sungai diartikan sebagai jarak yang diukur mengikuti alur sungai, dimulai dari titik pengamatan di muara hingga ke bagian hulu terjauh. Sungai utama merupakan alur sungai terbesar dalam suatu daerah tangkapan yang berfungsi mengalirkan air menuju muara. Penentuan panjang sungai maupun panjang daerah aliran sungai (DAS) memiliki peran penting dalam menganalisis limpasan permukaan dan besarnya debit aliran. Panjang DAS sendiri adalah jarak maksimum sepanjang sungai utama, dari titik pengamatan (muara) hingga titik terjauh yang berada di batas DAS (Triatmodjo, 2010).

Sungai memiliki fungsi pokok sebagai tempat penampungan air hujan setelah menjadi aliran permukaan, kemudian menyalurkannya hingga mencapai laut. Dengan demikian, sungai dapat dipahami sebagai media penampung sekaligus penyalur air yang berasal dari DAS menuju daerah yang lebih rendah hingga bermuara di laut. Lebih lanjut, DAS dipandang sebagai suatu sistem yang mengubah curah hujan menjadi debit aliran keluarannya, sehingga membentuk sistem yang bersifat kompleks (Soewarno, 1995).

Luas DAS merupakan salah satu parameter penting dalam menilai karakteristik suatu daerah aliran. Semakin besar luas DAS, semakin lama pula waktu yang dibutuhkan limpasan untuk mencapai outlet, serta semakin lebar DAS karena curah hujan yang tertangkap juga lebih banyak. Pola jaringan sungai beserta anak-anak sungainya



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

menyerupai struktur percabangan pohon. Saluran-saluran kecil atau parit akan bergabung membentuk alur yang lebih besar, beberapa alur kemudian bersatu menjadi anak sungai, dan akhirnya beberapa anak sungai tersebut berpadu membentuk sungai utama (Triatmodjo, 2010).



Gambar 2.2 Pola Jaringan Sungai
(Sumber : Triatmodjo, 2010)

2.4. Karakteristik Daerah Aliran

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan sebuah sistem yang memiliki keterkaitan erat dengan hidrologi, dan dapat digambarkan dalam bentuk model berupa proses masuknya air hingga keluarnya air dari wilayah tangkapan. Curah hujan menjadi input utama yang sangat menentukan mekanisme interaksi dengan tanah, vegetasi, maupun aliran sungai, sedangkan output yang dihasilkan berupa debit aliran. Debit maksimum dimanfaatkan untuk menilai kapasitas serta keseimbangan suatu DAS.

Perencanaan, pengelolaan, serta pemantauan DAS umumnya didasarkan pada parameter debit puncak dan debit andalan. Besarnya debit puncak dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu karakteristik hujan dan karakteristik fisik DAS. Ciri-ciri DAS yang berpengaruh antara lain jenis tanah, pola penggunaan serta penutupan lahan, kondisi topografi, kemiringan, dan panjang lereng, yang secara keseluruhan akan menentukan respon DAS terhadap curah hujan yang terjadi di wilayahnya

2.5. Lingkup Rekayasa Sungai

Ruang lingkup dalam ilmu rekayasa sungai mencakup tiga aspek utama, yaitu pengaturan saluran, pengaturan debit, serta pengaturan muka air sungai. Ketiganya menjadi fokus penting sehingga perlu dijelaskan maksud dari masing-masing aspek, yaitu:



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

1. Pengaturan saluran bertujuan untuk menentukan dimensi sungai yang sesuai dengan kapasitas aliran, mencakup lebar maupun kedalaman penampang sungai.
2. Pengaturan debit dimaksudkan untuk mengendalikan besarnya aliran, baik untuk mencegah terjadinya banjir maupun untuk menjamin ketersediaan air bagi kebutuhan manusia. Karena curah hujan bervariasi sesuai musim dan berpengaruh terhadap volume aliran, pengendalian debit umumnya dilakukan dengan pembangunan bendungan.
3. Pengaturan muka air sungai bertujuan menaikkan elevasi permukaan air sungai agar dapat dimanfaatkan, misalnya untuk irigasi pertanian maupun penyediaan air bersih.

2.6. Catchment Area

Daerah tangkapan hujan (Catchment Area) merupakan wilayah yang berfungsi menampung air hujan, dengan batas yang ditentukan oleh titik-titik elevasi tertinggi sehingga membentuk suatu poligon tertutup sesuai dengan kondisi topografi dan arah aliran air. Aliran ini tidak hanya berasal dari air permukaan yang melewati sungai, tetapi juga dari lereng-lereng bukit yang pada akhirnya bermuara ke alur sungai. Oleh sebab itu, wilayah tersebut dikenal sebagai Daerah Aliran Sungai (DAS). Batas DAS umumnya ditentukan berdasarkan kondisi topografi permukaan, bukan berdasarkan air tanah, karena muka air tanah sifatnya dinamis dan berubah-ubah mengikuti musim serta tingkat pemanfaatannya (Sri Harto, 1993).

Menurut Kamus Webster, DAS adalah suatu kawasan yang dibatasi oleh pemisah topografi yang menerima air hujan, menampungnya, menyimpan, kemudian menyalurkannya ke sungai hingga akhirnya menuju danau atau laut. Dalam DAS, komponen masukan utama adalah curah hujan, sementara keluarannya berupa debit aliran air dan angkutan sedimen (Suripin, 2004).

2.6.1. Luas Dan Bentuk DAS

Semakin luas suatu DAS, maka laju dan volume aliran permukaan yang dihasilkan akan semakin besar. Namun, jika aliran permukaan dinyatakan dalam bentuk laju dan volume per satuan luas, maka nilainya justru cenderung menurun seiring bertambahnya luas DAS. Hal ini berkaitan dengan waktu yang dibutuhkan



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

air untuk mengalir dari titik terjauh menuju titik kontrol (waktu konsentrasi), serta dipengaruhi oleh distribusi maupun intensitas curah hujan.

2.6.2. Topografi

Topografi merupakan ilmu yang mempelajari bentuk permukaan bumi serta objek lain seperti planet, satelit alami (misalnya bulan), hingga asteroid. Dalam pengertian yang lebih luas, topografi juga mencakup kajian mengenai vegetasi, aktivitas manusia terhadap lingkungannya, serta unsur budaya lokal. Namun, secara umum topografi lebih menitikberatkan pada kajian relief permukaan, pemodelan tiga dimensi, serta pengenalan jenis-jenis lahan.

2.6.3. Tata Guna Lahan

Pengaruh penggunaan lahan terhadap aliran permukaan dapat ditunjukkan melalui koefisien aliran permukaan (C), yaitu suatu angka yang menggambarkan perbandingan antara jumlah aliran permukaan dengan curah hujan. Nilai koefisien ini menjadi salah satu indikator penting dalam menilai kondisi fisik suatu DAS. Rentang nilai C berada antara 0 hingga 1. Jika $C = 0$, berarti seluruh air hujan dapat diintersepsi dan meresap ke dalam tanah, sedangkan $C = 1$ menunjukkan bahwa seluruh curah hujan langsung mengalir sebagai aliran permukaan.

Suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) umumnya dinamai berdasarkan sungai utama yang mengalir di dalamnya, dengan batas wilayah yang ditentukan melalui titik kontrol, biasanya berupa stasiun hidrometri. Dalam kegiatan analisis, penentuan batas DAS menjadi hal penting agar area kajian dapat ditetapkan secara jelas dan terukur. Hal ini relatif mudah dilakukan menggunakan peta topografi, karena peta tersebut memuat berbagai informasi wilayah, seperti jaringan jalan, permukiman, sungai, jenis vegetasi, tata guna lahan, serta garis kontur. Dari peta tersebut dapat ditentukan titik-titik elevasi tertinggi di sekitar sungai utama, kemudian titik-titik tersebut dihubungkan hingga membentuk garis tertutup yang menyatu di ujung pangkalnya.

2.7. Analisa hidrologi

Perencanaan fasilitas transportasi bukanlah satu-satunya aspek yang perlu diperhatikan kelancaran aliran air hujan. Semua kegiatan yang menggunakan lahan sebagai objek, seperti pembangunan perumahan, kawasan perkantoran, maupun area



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

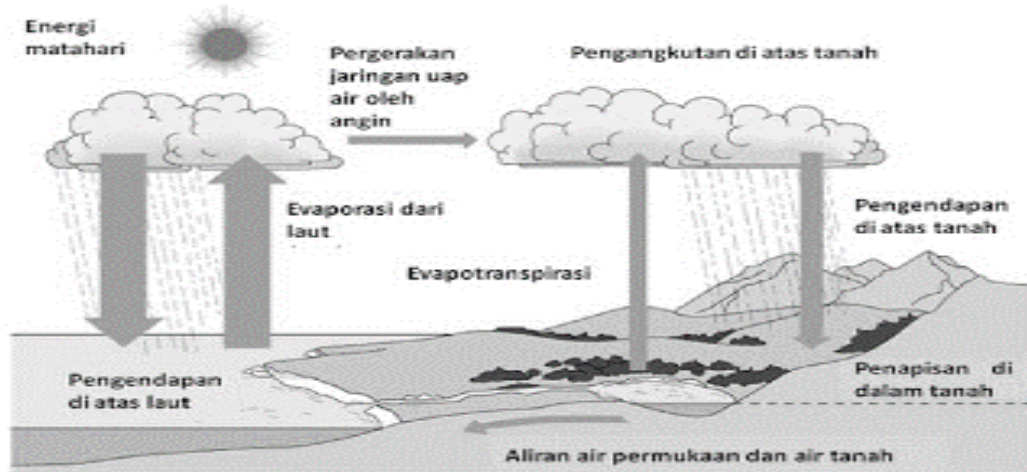
industri, harus memperhitungkan sistem aliran air hujan. Pada perencanaan rumah, misalnya, tidak cukup hanya menyediakan talang, tetapi juga saluran atau got yang menyalurkan air dari talang menuju sistem drainase. Hal yang sama berlaku untuk bangunan industri. Saat membuka lahan, perlu diperhatikan pola drainase setelah pembangunan dilakukan. Umumnya, pengembangan lahan menambah lapisan kedap air yang mengakibatkan meningkatnya debit serta volume aliran permukaan. Pada area tertentu, perlu dibuat saluran sabuk untuk mengalihkan air menjauh dari lokasi pembangunan. Jika lapisan kedap air yang ditambahkan cukup luas, pembangunan kolam retensi mungkin diperlukan untuk mengendalikan peningkatan limpasan permukaan. Selain itu, aspek penting lainnya dalam pembukaan lahan adalah penyediaan sarana pengendali sedimen agar tanah hasil erosi tidak terbawa masuk ke dalam saluran (Suripin, 2004).

Analisis hidrologi termasuk bidang yang rumit dan kompleks karena dipengaruhi oleh ketidakpastian dalam proses hidrologi, keterbatasan teori maupun data pencatatan, serta kendala ekonomi. Curah hujan sendiri merupakan fenomena yang bersifat tidak pasti. Dengan kata lain, intensitas maupun jumlah hujan yang terjadi pada periode tertentu tidak dapat ditentukan secara tepat (Suripin, 2004).

2.7.1. Siklus Hidrologi

Air yang mengalir dalam saluran atau sungai dapat berasal dari aliran permukaan atau dari air tanah yang merembes didasar sungai. Kontribusi air tanah pada aliran sungai disebut aliran dasar (*baseflow*), sementara total aliran disebut debit (*runoff*). Air yang tersimpan di waduk, danau, dan sungai disebut air permukaan (*surface water*).

Kaitanya dengan perencanaan drainase, komponen dalam siklus hidrologi yang terpenting adalah aliran permukaan. Oleh karena itu, komponen inilah yang ditangani secara baik untuk menghindari berbagai bencana, khususnya bencana banjir.



Gambar 2.3 Siklus Hidrologi
 (Sumber : Suripin, 2004)

2.7.2. Curah Hujan Rancangan

Perhitungan curah hujan rencana digunakan untuk meramal besarnya hujan dengan periode ulang tertentu. Berdasarkan curah hujan rencana tersebut kemudian dicari intensitas hujan yang digunakan untuk mencari debit banjir rencana (Sosrodarsono & Takeda, 1977).

Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan dua jenis distribusi yang digunakan dalam bidang hidrologi, yaitu Distribusi normal, distribusi Log-Person type III, dan distribusi Gumbel. Sebelum menghitung curah hujan wilayah dengan distribusi yang ada dilakukan terlebih dahulu pengukuran dispersi untuk mendapatkan parameter-parameter yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana (Suripin, 2004) sebagai berikut:

1. Metode Distribusi Normal

Distribusi normal lebih banyak dimanfaatkan dalam kajian hidrologi, seperti pada analisis frekuensi curah hujan maupun dalam kajian statistik rerata tahunan dan analisis lainnya. Distribusi ini juga dikenal dengan sebutan distribusi Gauss. Fungsi densitas peluang normal (Normal Probability Density Function) dari suatu variabel acak kontinu dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan sebagai berikut:

Rumusnya yaitu:

$$X_t = X + K.s \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

RTr = Nilai Hujan Rencana Dengan Periode Ulang Tr Tahun (Mm)

Sr = Standar Deviasi

KTr = Faktor frekuensi untuk priode ulang tertentu

Merupakan fungsi dari periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang

Tabel 2.2 Nilai Variabel Reduksi Gaus (Soewarno, 1995)

P	TR	KTr
0,0001	10000,00	3,72
0,0050	2000,00	3,29
0,0010	1000,00	3,09
0,0050	200,00	2,58
0,0100	100,00	2,33
0,2500	40,00	1,96
0,0500	20,00	1,65
0,1000	10,00	1,28
0,1500	6,67	1,04
0,2000	5,00	0,84
0,2500	4,00	0,67
0,3000	3,33	0,52
0,3500	2,86	0,39
0,4000	2,50	0,25
0,4500	2,22	0,13
0,5000	2,00	0,00
0,5500	1,82	-0,13
0,6000	1,67	-0,25
0,6500	1,54	-0,39
0,7000	1,43	-0,52
0,7500	1,33	-0,67
0,8000	1,25	-0,84
0,8500	1,18	-1,04
0,9000	1,11	-1,28
0,9500	1,05	-1,65
0,9750	1,03	-1,96
0,9900	1,01	-2,33
0,9950	1,01	-2,58
0,9990	1,00	-3,09

(Sumber : Surifin,2004)



2. Metode Log Person Type III

Untuk menentukan besarnya curah hujan rancangan. Rumus-rumus yang digunakan untuk menentukan curah hujan rencana menurut metode Log Person Type III yaitu:

Tabel 2.3 Tabel faktor frekuensi (G atau Cs positif)

Koefisien Cs	Waktu balik dalam tahun (Periode Ulang)						
	2	5	10	25	50	100	200
	Peluang (%)						
	0.5	0.2	0.1	0.04	0.02	0.01	0.05
3.0	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970
2.9	-0.390	0.440	1.195	2.277	3.134	4.013	4.013
2.8	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973	3.973
2.7	-0.376	0.479	1.224	2.272	3.097	3.932	3.889
2.6	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.889	3.845
2.5	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652
2.4	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800	4.584
2.3	-0.341	0.555	1.274	2.248	2.997	3.753	4.515
2.2	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.444
2.1	-0.319	0.592	1.294	2.240	2.997	3.753	4.515
2.0	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298
1.9	-0.294	0.627	1.310	2.207	2.881	3.553	4.223
1.8	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147
1.7	-0.268	0.660	1.324	2.179	2.815	3.444	4.069
1.6	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990
1.5	0.240	0.690	1.333	2.146	2.743	3.330	3.910
1.4	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828
1.3	-0.210	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745
1.2	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661
1.1	-0.180	0.745	1.341	2.066	2.585	3.087	3.575
1.0	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401
0.8	-0.132	0.780	1.336	1.998	2.453	2.891	3.312
0.7	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223
0.6	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132
0.5	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949

Hak Cipta Ditinjau Ulang

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.

2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.

Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.

3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Waktu balik dalam tahun (Periode Ulang)								
Koefisien Cs	2	5	10	25	50	100	200	
	Peluang (%)							
	0.5	0.2	0.1	0.04	0.02	0.01	0.05	
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang	0.3	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856
	0.2	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763
	0.1	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670
	0	0	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576
	1.3	-0.210	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745
	1.2	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661
	1.1	-0.180	0.745	1.341	2.066	2.585	3.087	3.575
	1.0	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489
	0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401
	0.8	-0.132	0.780	1.336	1.998	2.453	2.891	3.312
	0.7	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223
	0.6	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132
	0.5	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041
	0.4	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949
	0.3	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856
Universitas Islam I	0.2	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763
	0.1	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670
	0	0	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576
	-0.1	0.017	0.836	1.270	1.716	2.000	2.252	2.482
	-0.2	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388
	-0.3	0.050	0.853	1.245	1.643	1.89	2.104	2.294
	-0.4	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201
	-0.5	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108
	-0.6	0.099	0.857	1.200	1.528	1.72	1.880	2.016
	-0.7	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926
	-0.8	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837
	-0.9	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749
	-1.0	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664
	-1.1	0.180	0.848	1.107	1.324	1.435	1.518	1.581
	-1.2	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501
-1.3	0.210	0.838	1.064	1.240	1.324	1.383	1.424	
-1.4	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351	
-1.5	0.240	0.825	1.018	1.157	1.217	1.256	1.282	



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Waktu balik dalam tahun (Periode Ulang)							
Koefisien Cs	2	5	10	25	50	100	200
	Peluang (%)						
	0.5	0.2	0.1	0.04	0.02	0.01	0.05
-1.6	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197	1.261
-1.7	0.268	0.808	0.970	1.075	1.116	1.140	1.155
-1.8	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087	1.097
-1.9	0.294	0.788	0.920	0.996	1.023	1.037	1.044
-2.0	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	0.995
-2.1	0.319	0.765	0.869	0.923	0.939	0.946	0.949
-2.2	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905	0.907
-2.3	0.341	0.739	0.819	0.855	0.864	0.867	0.869
-2.4	0.351	0.725	0.795	0.823	0.826	0.832	0.833
-2.5	0.360	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.800
-2.6	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.769	0.769
-2.7	0.376	0.681	0.724	0.738	0.740	0.740	0.741
-2.8	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714	0.714
-2.9	0.390	0.651	0.681	0.683	0.689	0.690	0.690
-3.0	0.396	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667	0.667

(Sumber : Bambang,2008)

1. Hitung harga rata-rata dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Log RTr} = \overline{\text{Log } R} + K\text{Tr} \times S \text{ Log } R \dots\dots\dots (2.2)$$

2. Hitung harga standart deviasi dengan rumus sebagai berikut :

$$Cs = \frac{n \times \sum_{i=1}^n (Ri - \bar{R})^3}{(n-1)(n-2)(SR^3)} \dots\dots\dots (2.3)$$

3. nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang T (mm)

$$\text{Log RTr} \dots\dots\dots (2.4)$$

4. nilai logaritma curah hujan rerata (mm)

$$\overline{\text{Log } R} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

$T \text{ Log } X_T$ = Curah hujan rancangan kala ulang T tahun

$\text{Log } x$ = Rerata Logaritma

S = Standart deviasi



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

3. Metode distribusi Gumbel

Untuk memperoleh Rumus analisa curah hujan rencana dengan metode Gumbel, yaitu sebagai berikut :

Tabel 2.4 Tabel Nilai S_n dan Y_n

N	S_n	Y_n
10	0,949	0,4952
15	1,021	0,5128
20	1,063	0,5236
25	1,091	0,5390
30	1,112	0,5362
35	1,128	0,5403
40	1,141	0,5436
45	1,152	0,5463
50	1,161	0,5485
60	1,175	0,5521
70	1,185	0,5548
80	1,194	0,5567
90	1,201	0,5586
100	1,206	0,5600
200	1,236	0,5672
500	1,259	0,5724
1000	1,269	0,5745

Tabel 2.5 Nilai Reduced Variate YT

Periode Ulang T (Tahun)	YT
2	0,306
5	1499
10	2250
20	2970
25	3125
50	3901
100	4600

(Sumber : Soemarto (1987))

$$X_i = X_{rt} + s \cdot K \dots\dots\dots (2.6)$$

dimana :

R_{Tr} = Hujan Rencana (Mm)

R' = Nilai curah hujan rerata (mm)

K_{Tr} = faktor frekuensi untuk periode ulang tertentu

S_r = Standar Deviasi Sampel.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Faktor frekuensi k didapat dengan menggunakan rumus :

$$K = \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots (2.7)$$

dimana :

Y_n = Nilai Reduced Mean

S_n = Reduced Standar Deviation

Y_t = Nilai Reduced Variate

(Soemarto, 1999).

2.7.3. Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan dibagian hilir suatu aliran setelah tanah menjadi jenuh. Dalam hal ini diasumsikan bahwa jika durasi hujan sama dengan waktu konsentrasi, maka setiap aliran air secara serentak telah menyumbangkan aliran terhadap titik kontrol, sehingga sangat berpengaruh pada besarnya debit yang masuk kesaluran atau sungai.

Berdasarkan Kaimana (2011), estimasi waktu konsentrasi (t_c) dilakukan dengan menggunakan rumus yang dikembangkan oleh Kirpich pada tahun 1940

$$T_c = T_1 + T_2 \dots\dots\dots (2.8)$$

$$T_1 = \left[\left(\frac{2}{3} \right) \times (3.28) \times L_o \times \left(\frac{nd}{\sqrt{S}} \right) \right]^{0.167} \dots\dots\dots (2.9)$$

$$T_2 = \frac{L}{60v} \dots\dots\dots (2.10)$$

dimana:

t_c = Waktu konsentrasi (jam).

T_1 = waktu yang diperlukan air untuk mengalir melalui permukaan tanah kesaluran terdekat (menit)

T_2 = waktu yang diperlukan air untuk mengalir didalam saluran ke tempat yang direncanakan (menit)

L_o = jarak dari titik terjauh ke fasilitas

nd = koefesien hambatan

L = Panjang lintasan air dari titik terjauh sampai titik yang ditinjau (Km).

S = Kemiringan rata-rata daerah lintasan air.

V = kecepatan rerata aliran air



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Tabel 2.6 Nilai kekasaran permukaan jalan

No	Kondisi Lapis Permukaan	nd
1	Lapisan semen dan aspal beton	0.013
2	Permukaan licin dan kedap air	0.020
3	Permukaan licin dan kokoh	0.100
4	Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0.200
5	Padang rumput dan rerumputan	0.400
6	Hutan gundul	0.600
7	Hutan rimbu dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0.800

Tabel 2.7 laju aliran air maksimum yang diperbolehkan sesuai dengan karakteristik material

No	Jenis Bahan	Batas kecepatan aliran air sesuai dengan jenis material (m/detik)
1	Pasir halus	0.45
2	Lempung	0.5
3	Lanau alluvial	0.6
4	Kerikil halus	0.75
5	Lempung kokoh	0.75
6	Lempung padat	1.10
7	Kerikil kasar	1.20
8	Batu-batu besar	1.50
9	Pasang batu	1.50
10	beton	1.50
11	Beton bertulang	1.50



Tabel 2.8 Nilai Koefisien Manning untuk analisis dasar perencanaan

No.	Jenis Permukaan	Min.	Normal	Mak.
1.	Gorong - gorong slab	0.018	0.025	0.030
2.	Gorong - gorong beton, bebas kikisan	0.010	0.011	0.013
3.	Gorong - gorong beton, saluran pembuangan dengan bak kontrol, apron dan lurus	0.013	0.015	0.017
4.	Gorong - gorong baja yang bergelombang	0.013	0.016	0.017
5.	Tanah, lurus dan sama, bersih baru dibuat	0.016	0.018	0.020
6.	Tanah lurus dan seragam, berumput pendek, sedikit tanaman pengganggu	0.022	0.027	0.033
7.	Saluran tanah, berkelok-kelok dan tenang tanpa tetumbuhan	0.023	0.025	0.030
8.	Tanah, berkelok-kelok dan tenang dengan beberapa tanaman pengganggu	0.025	0.030	0.033
9.	Tanah, berkelok-kelok dan tenang dengan banyak tanaman pengganggu atau tanaman air pada saluran yang dalam	0.030	0.035	0.040
10.	Tanah, dasar tanah dengan tebing dari batu pecah	0.028	0.030	0.035
11.	Tanah hasil galian atau kerukan tanpa tetumbuhan	0.025	0.028	0.033
12.	Tanah hasil galian atau kerukan dengan semak-semak kecil di tebing	0.035	0.050	0.060
13.	Pasangan batu yang disemen	0.017	0.025	0.030
14.	Pasangan batu	0.023	0.032	0.035
15.	Beton yang dipoles	0.015	0.017	0.020
16.	Beton yang tidak dipoles	0.014	0.017	0.020

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.



2.7.4. Koefisien Pengaliran (run off)

Koefisien pengaliran (*run off coefficient*) adalah perbandingan antara jumlah air hujan yang mengalir atau melimpas di atas permukaan tanah (*surface runoff*) dengan jumlah air hujan yang jatuh dari atmosfer. Nilai koefisien pengaliran bergantung dari jenis tanah, jenis vegetasi, karakteristik tataguna lahan dan konstruksi yang ada dipermukaan tanah seperti jalan aspal dan atap bangunan yang menyebabkan air hujan tidak dapat sampai secara langsung ke permukaan tanah sehingga tidak dapat berinfiltrasi maka akan menghasilkan limpasan hampir 100%. Rumus untuk menentukan koefisien pengaliran sebagai berikut:

$$C = \frac{Q}{R} \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana:

C = Koefisien Pengaliran.

Q = Jumlah limpasan.

R = Jumlah curah hujan.

Tabel 2.9 Koefisien Limpasan untuk metode rasional (Suripin 2003).

No	Deskripsi lahan / karakter permukaan	Koefisien C
1	Bisnis	
	- Perkotaan	0,70 - 0,95
	- Pinggiran kota	0,50 - 0,70
2	Perumahan	
	- Rumah tunggal	0,30 - 0,50
	- Multiunit terpisah, terpisah	0,40 - 0,50
	-Multiunit tergabung	0,60 - 0,75
	-Perkampungan	0,25 - 0,40
	-Apartemen	0,50 - 0,70
3	Industri	
	- Ringan	0,50 - 0,80
	- Berat	0,60 - 0,90
4	Perkerasan	
	- Aspal dan beton	0,70 - 0,95
	- Batu bata, paving	0,50 - 0,70
5	Atap	0,75 - 0,95
6	Halaman, tanah berpasir	
	- Datar 2%	0,05 - 0,10
	- Rata-rata 2-7%	0,10 - 0,15
	- Curam 7%	0,15 - 0,20
7	Halaman, tanah berat	



	- Datar 2%	0,13 - 0,17
	- Rata-rata 2-7%	0,18 - 0,22
	- Curam 7%	0,25 - 0,35
8	Halaman kereta api	0,10 - 0,35
9	Taman tempat bermain	0,20 - 0,35
10	Rerumputan	0,05 - 0,35
11	Taman dan Kebun	0,20 - 0,40
12	Hutan	
	- Datar, 0-5%	0,10 - 0,40
	- Bergelombang, 5-10%	0,25 - 0,50
	- Berbukit 10-30%	0,30 - 0,60

Menurut Kamiana (2011) koefisien pengaliran (C), didefinisikan sebagai nisbah antara puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan. Perkiraan atau pemilihan nilai C secara tepat sulit dilakukan, karena koefisien ini antara lain bergantung dari :

- Kehilangan akibat infiltrasi, penguapan, tampungan permukaan.
- Intensitas dan lama hujan.

2.7.5. Uji Kecocokan Distribusi

Untuk menilai kesesuaian distribusi frekuensi suatu sampel dengan fungsi peluang yang diperkirakan dapat merepresentasikannya, diperlukan pengujian parameter tertentu. Salah satu uji yang digunakan dan akan dijelaskan pada subbab ini adalah:

1. Uji Chi – Kuadrat

Uji Chi–Kuadrat dipakai untuk mengetahui apakah persamaan peluang (metode yang digunakan dalam penentuan hujan rencana) mampu merepresentasikan distribusi data sampel yang dianalisis. Parameter yang dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan pada uji ini adalah X^2 , sehingga uji ini disebut Uji Chi–Kuadrat. Nilai X^2 tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$X^2 = \sum_{i=1}^N \frac{(R_i - E_i)^2}{E_i} \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana :

X^2 = Parameter Chi-kuadrat terhitung

R_i = Data hasil pengukuran



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Ei = data hasil perhitungan

Nilai x^2 yang diperoleh harus lebih kecil dari nilai X_{cr}^2 (chi kuadrat kritis), untuk suatu derajat nyata tertentu yang sering diambil 5%. Derajat kebebasan dihitung dengan:

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

Dimana :

DK = Derajat kebebasan

K = Jumlah Kelas distribusi = $1 + (3.322 \times \text{Log } n)$

p = banyaknya parameter, untuk uji Chi-Kuadrat

Tabel 2.10 Nilai batas pada uji distribusi Chi-Kuadrat (Bambang triatmodjo 2008)

dk	Distribusi X ²						
	0.995	0.99	0.975	0.95	0.05	0.025	0.01
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5.024	6.635
2	0,01	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7.378	9.21
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9.348	11.345
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11.143	13.277
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,07	12.832	15.086
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14.449	16.812
7	0,989	1,239	1,69	2,167	14,067	16.012	18.475
8	1,344	1,646	2,18	2,733	15,507	17.535	20.09
9	1,735	2,088	2,7	3,325	16,919	19.023	21.666
10	2,156	2,558	3,247	3,94	18,307	20.843	23.209

(Sumber : Bambang triatmodjo, 2008 , 238))

2. Uji Kolmogorov - Smirnov

Uji Kolmogorov–Smirnov, yang juga dikenal sebagai uji kecocokan non-parametrik (non-parametric test), digunakan karena tidak bergantung pada fungsi distribusi tertentu. Adapun tahapan dalam pelaksanaan uji Kolmogorov–Smirnov yaitu sebagai berikut:

$$D_{\text{maks}} | P - P' | \dots\dots\dots(2.14)$$

D_{maks} = Nilai Selisih Data Probabilitas Pengamatan Dan Teoritis

P = Nilai Peluang Pengamatan

P' = Nilai Peluang Teoritis



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

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

Dimana :

P = Probabilitas (%)

M = nomor urut data dari seri yang telah diurutkan

n = banyak data

Tabel 2.11 Nilai Kepercayaan Kolmogorov - Smirnov

N	Derajat Kepercayaan			
	0.2	0.1	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	0.3	0.34	0.4
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	0.2	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.2	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
n>50	1,07/n	1,22/n	1,36/n	1,63/n

2.7.6. Intensita Hujan

Intensitas hujan merupakan hasil dari curah hujan yang dinyatakan dalam bentuk tinggi hujan per satuan waktu, yang nilainya dipengaruhi oleh lama kejadian hujan dan frekuensinya, serta yang akan peroleh melalui analisis data curah hujan. Perhitungan intensitas hujan sangat bergantung pada ketersediaan data. Hubungan antara intensitas dan durasi hujan umumnya dirumuskan berdasarkan parameter yang dipengaruhi oleh kondisi lokal.

Apabila proses pendinginan atmosfer berlangsung secara masif, maka butiran air akan jatuh ke permukaan sebagai hujan (presipitasi). Bentuk presipitasi tidak hanya berupa hujan, tetapi juga dapat berupa salju, embun, atau bentuk lainnya. Derasnya hujan ditentukan oleh jumlah uap air yang terkandung di udara. Secara umum, semakin tinggi intensitas hujan, maka durasinya cenderung lebih singkat. Hal ini karena setelah sebagian besar uap air terkondensasi, kelembapan udara berkurang sehingga intensitas hujan menurun seiring berjalannya waktu.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Data-data dari alat hujan penangkal hujan manual; data hujan harian atau data hujan 24 jam, menggunakan rumus Mononobe sebagai berikut:

1. Model Mononobe

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

Dimana:

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

R_{24} = Tinggi hujan harian maksimum atau hujan rencana (mm)

T_c = waktu kosentrasi

2.7.7. Debit Banjir Rencana

Menurut (I Made Kamiana) debit rencana (Q_t) adalah debit dengan priode ulang tertentu (n) yang di perkirakan akan melalui suatu sungai. Priode ulang adalah waktu hipotetik dimana suatu kejadian dengan nilai tertentu, akan disamai atau di lampau satu kali dalam jangka waktu hipotetik tersebut. Kejadian tersebut tidak berarti bahwa akan berulang secara teratur setiap priode ulangnya.

Debit banjir memakai metode kombinasi yaitu metode:

1. Metode rasional

$$Q_{hidrologi} = C \times I \times A \dots\dots\dots(2.17)$$

keterangan rumus :

Q = Debit Banjir Rencana (m^3/dtk)

C = Koefisien Pengairan

I = Intensitas Hujan ($m^3/dt/km^2$)

A = Luas Daerah Pengairan (Km)

2.7.8. Pengukuran Kecepatan Aliran Sungai

Kecepatan aliran merupakan suatu komponen yang penting. Kecepatan aliran dapat diukur dalam satuan panjang setiap satu satuan waktu atau satuan meter per detik (m/d). Pengukuran dilakukan dengan berbagai cara salah satunya yaitu diukur menggunakan pelampung (float). Pelampung merupakan suatu alat yang biasanya digunakan untuk mengukur kecepatan aliran sungai dengan tingkat ketelitian yang relatif kecil. Menghitung kecepatan aliran sungai dapat dilakukan dengan

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

mengalihkan jarak titik pengamatan dan waktu tempuh rata – rata (Triatmodjo, 1993).

$$\text{Kecepatan Aliran, } V = \frac{L}{t} \dots\dots\dots (2.18)$$

keterangan :

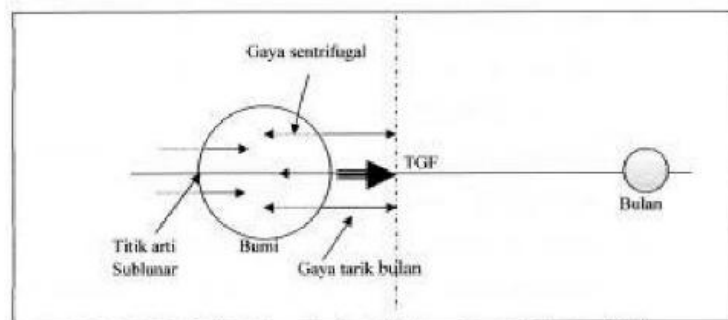
V = Kecepatan aliran (m/s)

L = Jarak (m)

t = Waktu (s)

2.7.9. Pasang Surut

Pasang surut merupakan perubahan muka air laut yang terjadi akibat pengaruh gaya gravitasi benda-benda langit, terutama bulan dan matahari, terhadap massa air laut di bumi. Walaupun matahari memiliki massa yang jauh lebih besar dibandingkan bulan, kedekatan jarak bulan dengan bumi menyebabkan gaya tarik bulan lebih dominan. Bahkan, pengaruh gravitasi bulan terhadap terjadinya pasang surut tercatat sekitar 2,2 kali lebih kuat dibandingkan gaya tarik matahari (Triatmodjo, 1999).



Gambar 2.4 Distribusi Gaya Pemicu Pasang Surut oleh Sistem Bulan
(Sumber : Bambang Triatmodjo,1999)

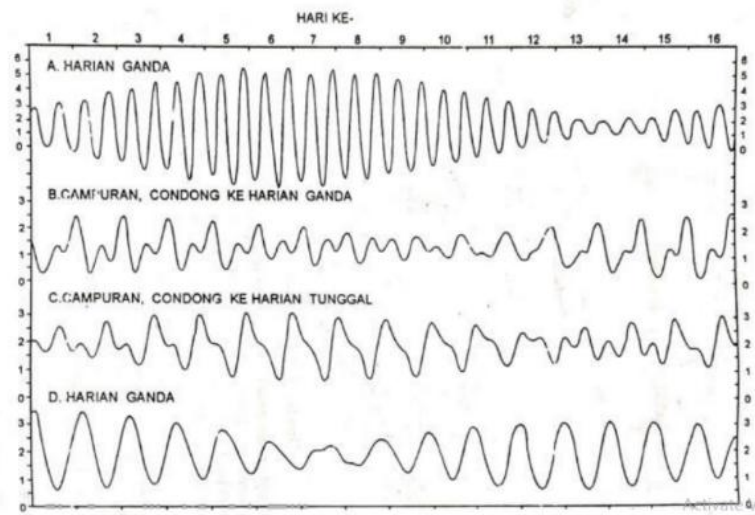
1. Tipe-Tipe Pasang Surut

Pasang surut merupakan fenomena periodik naik turunnya permukaan laut akibat pengaruh gaya gravitasi bulan dan matahari. Perubahan ini menimbulkan variasi kedalaman perairan yang selanjutnya memicu terbentuknya arus pasang. Konfigurasi garis pantai serta bentuk topografi dasar laut turut memengaruhi pola pasang surut yang terjadi. Pasang surut laut merupakan aspek penting yang harus diperhatikan dalam perencanaan konstruksi bangunan pantai. Informasi mengenai elevasi muka air tertinggi (pasang) dan muka air terendah (surut) menjadi hal yang krusial, sedangkan jarak vertikal antara keduanya dikenal sebagai tinggi pasang surut.

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Klasifikasi pasang surut didasarkan pada periode terjadinya, yaitu sekitar 12 jam atau 24 jam. Secara umum, pasang surut dapat dibedakan menjadi tiga tipe, yaitu:

1. Pasang surut harian tunggal (diurnal tides): perairan mengalami satu kali pasang dan satu kali surut dalam sehari.
2. Pasang surut harian ganda (semidiurnal tides): perairan mengalami dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari.
3. Pasang surut campuran: merupakan kombinasi dari tipe tunggal dan ganda. Jenis ini terbagi lagi menjadi dua kategori, yaitu campuran dengan dominasi ganda serta campuran dengan dominasi tunggal



Gambar 2.5 Tipe Pasang Surut
(Sumber : Bambang Triatmodjo, 1999)

arena tinggi muka air laut selalu mengalami perubahan, maka diperlukan suatu elevasi acuan yang ditetapkan berdasarkan hasil analisis pasang surut. Elevasi ini dijadikan sebagai dasar perencanaan dalam pembangunan struktur pantai. Beberapa jenis elevasi tersebut antara lain:

- | | |
|------|--|
| MSL | : Rata-Rata Muka Air Laut. |
| MHWL | : Rata-Rata Muka Air Pasang. |
| DL | : Elevasi Patokan Atau Datum |
| HHWL | : Muka Air Tinggi Tertinggi (Highest High Water Level) |
| MLWL | : Muka Air Rendah Rerata (Mean Low Water Level) |
| LLWL | : Air Rendah Terendah (Lowest Low Water Level) |
| HWL | : Muka Air Tinggi (High Water Level) |

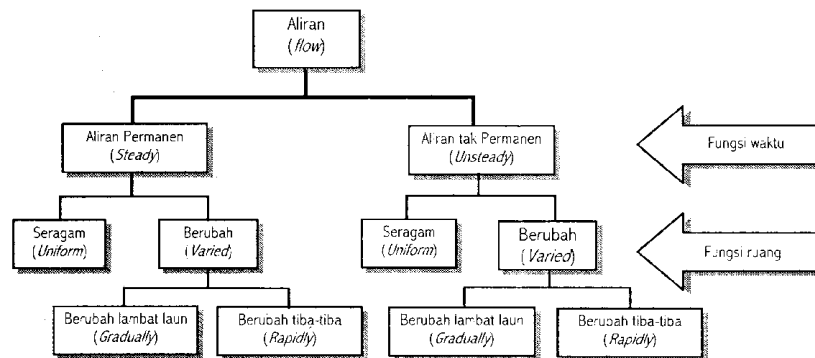
2.8. Aspek Hidraulika

Aspek Hidraulika meliputi berbagai klasifikasi aliran pada penampang parit.

2.8.1. Klasifikasi Aliran

Klasifikasi tersebut adalah sebagai berikut:

1. liran permukaan bebas dapat dibedakan menjadi beberapa jenis tergantung pada kriteria klasifikasi yang digunakan.
2. Jika ditinjau dari perubahan kedalaman dan/atau kecepatan terhadap waktu, aliran dibagi menjadi aliran tetap (steady flow) dan aliran tidak tetap (unsteady flow).
3. Apabila ditinjau dari aspek ruang, aliran dapat dikelompokkan menjadi aliran seragam (uniform flow) dan aliran tidak seragam (non-uniform flow).



Gambar 2.6 Klasifikasi aliran pada saluran terbuka
(Sumber : Suripin, 2004)

2.8.2. Saluran Terbuka

Jenis aliran yang terjadi adalah aliran terbuka (open channel), yaitu pengaliran air dengan permukaan bebas. Perencanaan ini digunakan untuk perencanaan saluran oleh besarnya kecepatan rencana aliran air yang mengalir disaluran samping tersebut



Tabel 2.12 Koefisien manning dari setiap jenis material saluran

Material Saluran	Koefesien kekasaran
Plesteran halus	0,001 -0,013
Plesteran kasar	0,011 – 0,015
Beton dipoles	0,013 – 0,016
Beton yang dipoles dengan sendok kayu	0,011 – 0,015
Batu teratur campur semen	0,015 – 0,020
Batu bata campur semen	0,012 – 0,018
Batu tidak teratur dengan semen	0,017 – 0,024
Pasang batu pecah yang disemen	0,017 – 0,030
Tanah dengan sedikit tanaman pengganggu	0,022 – 0,033
Tanah yang sejumlah besar tanaman pengganggu	0,030 – 0,040

Tabel 2.13 Koefisien Manning (n).

Saluran	Keterangan	Koefisien Manning (n)
Tanah	Lurus, Baru, Seragam, Landai dan Bersih	0,016-0.033
	Berkelok, Landai dan Berumput	0.023-0.040
	Tidak terawat dan Kotor	0.050-0.140
	Tanah berbatu, kasar dan tidak teratur	0.035-0.045
Pasangan	Batu Kosong	0.023-0.035
	Pasangan Batu Belah	0.017-0.030
Beton	Halus, Sambungan baik dan Rata	0.014-0.018
	Kurang Halus dan Sambungan Kurang Merata	0.018-0.030

(Sumber : Bambang Triatmodjo, 1993)

2.8.3. Dimensi Saluran

Perhitungan dimensi saluran irigasi yaitu sebagai berikut:

$$A = (b + m.h) h \dots\dots\dots (2.19)$$

$$P = b + 2h \sqrt{1 + m^2} \dots\dots\dots (2.20)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (2.21)$$

$$V_{awal} = \frac{1}{nd} \times R^{2/3} \times i^{1/2} \dots\dots\dots (2.22)$$

$$Q = V \cdot A \dots\dots\dots (2.23)$$

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
 4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
 5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi.
 3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.
- Universitas Islam Indragiri

Dimana :

Q = Debit Saluran (m^3/dt)

A = Luas Penampang Saluran (m^2)

R = Jari-Jari Hidrolika

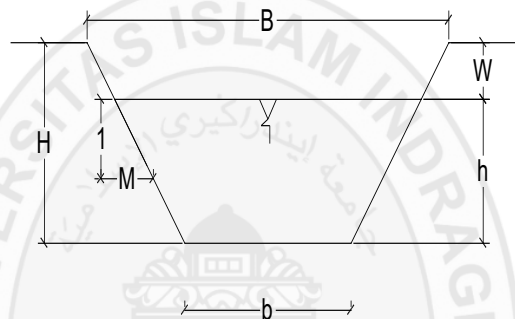
P = Keliling Basah

b = Lebar Saluran

h = Tinggi Air

m = Kemiringan Saluran

nd = koefisien hambatan



Gambar 2.7 Penampang Saluran Trapesium
(Sumber : I Made Kamiana, 2019)

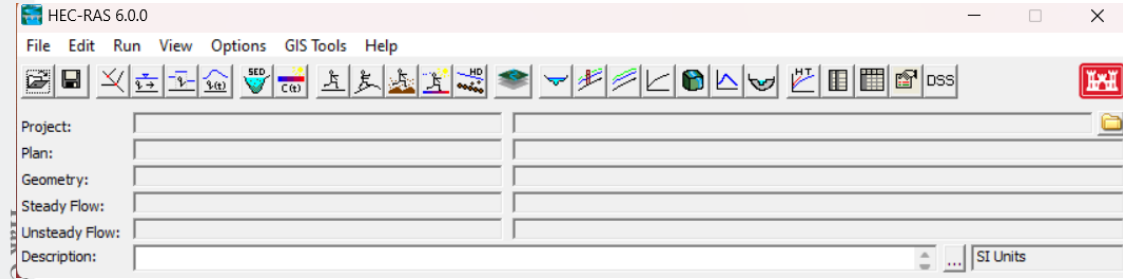
2.9. Program HEC-RAS

HEC-RAS adalah perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan pemodelan aliran sungai atau River Analysis System (RAS). Program ini dikembangkan oleh Hydrologic Engineering Center (HEC) yang berada di bawah Institute for Water Resources (IWR) (Istiarto, 2014). HEC-RAS berfungsi sebagai software berbasis satu dimensi untuk menganalisis aliran permanen maupun tidak permanen (steady and unsteady one-dimensional flow model). Di dalamnya, terdapat empat modul utama yang digunakan untuk analisis hidraulika satu dimensi, yaitu:

1. hitungan profil muka air aliran permanen,
2. simulasi aliran tak permanen,
3. hitungan transport sedimen,
4. hitungan kualitas air.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.



Gambar 2.8 Tampilan Menu Utama HEC-RAS

Berikut kegunaan tentang beberapa tools yang ada dalam software HEC RAS adalah sebagai berikut:

1. Edit/Enter Geometric Data () untuk membuat dan mengisi data geometri sungai yang akan dimodelkan.
2. Edit/Enter Unsteady Flow Data () untuk memasukkan data aliran unsteady serta kondisi batas hulu dan hilir.
3. Perform An Unsteady Flow Simulation () untuk running simulasi aliran.
4. View Cross Sections () untuk melihat potongan melintang sungai.
5. View Profiles () untuk melihat potongan memanjang sungai.
6. View 3D Multiple Cross Section Plot () untuk melihat penampakan 3D dari pemodelan yang telah dibuat.
7. View Summary Output Tables by Profile () untuk melihat hasil running berupa tabel.