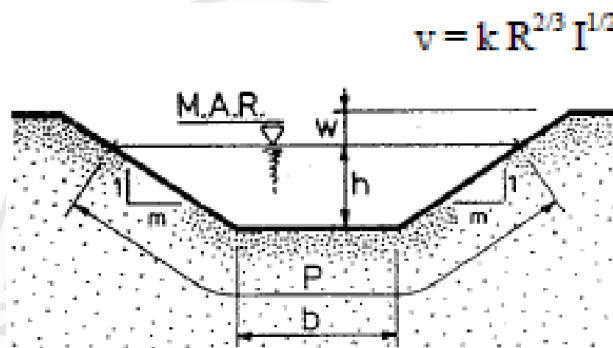


BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 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 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.)

Standar banjir perencanaan dibuat agar penanggulangan banjir tetap aman, artinya debit banjir yang terjadi tidak melebihi debit rencana, yang biasanya ditentukan berdasarkan kala ulang. Ada dua standar pemilihan kala ulang banjir rencana:

1. Standar pertama (fase awal): menggunakan kala ulang minimum yang sama untuk semua kondisi dan pemakaian.
2. Standar kedua (fase akhir): menggunakan kala ulang yang ditentukan melalui analisis ekonomi agar manfaat ekonomi bisa optimal.

Tabel 2. 1 Tabel III-5. Usulan Kala Ulang Untuk Perencanaan Kala Ulang Untuk Perencanaan Banjir Rencana

Sistem sungai	Didasarkan pada tipe proyek Didasarkan pada populasi total	Fase awal	Fase akhir
Sungai	Proyek darurat	5	10
	Proyek baru	10	25
	Untuk pedesaan dan/ atau kota		
	Dengan 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
	Perkotaan 500.000 < P< 2000.000	5	15
	Perkotaan dengan populasi > 2 JT	10	25
Sistem drainase sekunder (DAS< 500 ha)	Pedesaan	1	2
	Perkotaan Populasi < 500.000	2	5
	Perkotaan 500.000 < P< 2000.000	2	5
	Perkotaan populasi > 2 JT	5	10
Sistem drainase tersier (DAS< 10 ha)	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 pembebanan, hingga analisis stabilitas.

2.2 Definisi Sungai

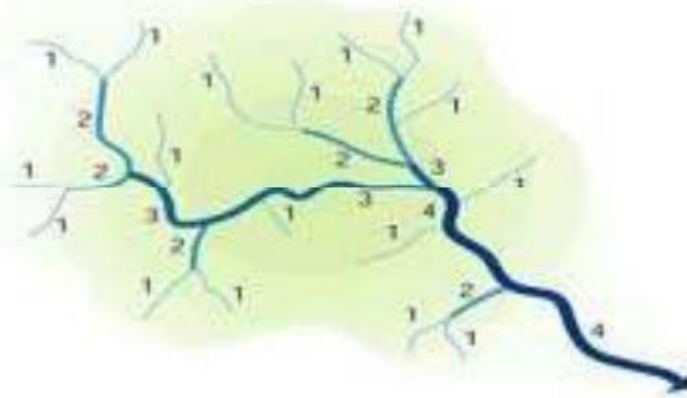
Panjang sungai diukur dari muara hingga ke hulu pada stasiun yang ditinjau. Sungai utama adalah sungai terbesar dalam suatu daerah tangkapan yang membawa aliran menuju muara. Pengukuran panjang sungai dan panjang DAS penting dilakukan untuk menganalisis limpasan dan debit aliran. Panjang DAS sendiri adalah jarak maksimum dari muara sungai utama hingga titik terjauh batas DAS (*Triatmodjo, 2010*).



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.
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.

Secara umum, sungai berfungsi menampung air hujan yang menjadi aliran permukaan dan menyalurkannya hingga ke laut. Dengan demikian, Sungai berfungsi sebagai wadah sekaligus saluran air dari DAS ke daerah yang lebih rendah hingga bermuara di laut. Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah sistem yang mengubah curah hujan menjadi aliran air, membentuk suatu sistem yang kompleks (Soewarno, 1995).

Luas DAS merupakan parameter penting dalam karakteristik sungai. Semakin luas DAS, waktu limpasan menuju outlet semakin lama, dan bentuk DAS cenderung lebih lebar karena volume hujan yang tertangkap lebih besar. Jaringan sungai dan anak sungainya mirip percabangan pohon: parit kecil bergabung menjadi alur lebih besar, lalu membentuk anak sungai, dan beberapa anak sungai akhirnya menyatu menjadi sungai utama. (Triatmodjo, 2010).



Gambar 2. 2 Jaringan Sungai Dan Tingkatannya
(Sumber: Triatmodjo, 2010)

2.3 Karakteristik Daerah Aliran

Daerah Aliran Sungai (DAS) bisa dilihat sebagai sistem yang bekerja dengan masuknya air hujan dan keluarnya aliran sungai. Hujan menjadi masukan utama yang memengaruhi tanah, tanaman, dan aliran air. Hasil akhirnya adalah debit air sungai. Debit maksimum dipakai untuk mengetahui kemampuan dan keseimbangan DAS, sedangkan pengelolaan dilakukan dengan melihat debit puncak dan debit andalan. Besarnya debit puncak sangat dipengaruhi oleh curah hujan dan kondisi DAS, seperti jenis tanah, penggunaan lahan, tutupan lahan, bentuk topografi, kemiringan, dan panjang lereng yang menentukan seberapa cepat air hujan mengalir.



2.4 Lingkup Rekayasa Sungai

Ruang lingkup ilmu rekayasa sungai mencakup tiga hal utama, yaitu pengaturan saluran, pengaturan debit, dan pengaturan muka air sungai. Ketiga aspek ini menjadi perhatian utama untuk diketahui maksud dari masing-masing aspek tersebut, yaitu:

1. Pengaturan saluran bertujuan menyesuaikan dimensi sungai, seperti lebar dan kedalamannya, agar sesuai dengan kapasitas aliran yang harus ditampung.
2. Pengaturan debit dilakukan untuk mengendalikan besarnya aliran sungai agar tidak menimbulkan banjir sekaligus bisa dimanfaatkan bagi kebutuhan manusia. Karena curah hujan berubah-ubah sesuai musim, volume air juga ikut berfluktuasi. Salah satu cara pengendaliannya adalah dengan membangun bendungan besar.
3. Pengaturan muka air sungai dimaksudkan untuk meninggikan permukaan air sungai sehingga air dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan pertanian maupun sebagai sumber air minum.

2.5 Catchment Area

Catchment Area atau daerah tangkapan hujan adalah wilayah yang menampung air hujan, di mana batasnya ditentukan oleh titik-titik elevasi tertinggi sehingga membentuk sebuah poligon tertutup sesuai kondisi topografi. Aliran air yang masuk ke wilayah ini tidak hanya berasal dari air permukaan di alur sungai, tetapi juga dari aliran di lereng-lereng bukit yang kemudian mengarah ke sungai utama. Karena itu, wilayah ini disebut juga daerah aliran sungai (DAS). Daerah ini umumnya di dibatasi oleh topografi, yang berarti berarti ditetapkan berdasarkan berdasarkan air permukaan. Batas ini tidak ditetapkan berdasarkan air bawah tanah karena permukaan air tanah selalu berubah sesuai dengan musim dan tingkat kegiatan pemakaian (Sri Harto, 1993).

Menurut kamus Webster, DAS adalah suatu daerah yang dibatasi oleh pemisah topografi yang menerima pemisah topografi yang menerima hujan, menampung, hujan, menampung, menyimpan dan mengalirkan ke menyimpan dan mengalirkan sungai dan seterusnya ke danau atau ke laut. Komponen masukan dalam DAS adalah curah hujan, sedangkan keluarannya terdiri dari debit air dan muatan sedimen (Suripin, 2004).



2.5.1 Luas Dan Bentuk DAS

Semakin luas daerah aliran sungai (DAS), maka laju dan volume aliran permukaan akan semakin besar. Namun, jika aliran permukaan dihitung bukan sebagai total DAS, melainkan sebagai laju dan volume per satuan luas, nilainya justru cenderung menurun semakin meningkatnya luas DAS. Hal ini dipengaruhi oleh waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir dari titik terjauh ke titik kontrol (waktu konsentrasi), serta oleh faktor penyebaran dan intensitas hujan.

2.5.2 Topografi

Bentuk permukaan bumi atau topografi, seperti kemiringan lahan, kondisi serta kerapatan parit atau saluran, dan adanya cekungan-cekungan, sangat memengaruhi laju serta volume aliran permukaan.

2.5.3 Tata Guna Lahan

Pengaruh tata guna lahan terhadap aliran permukaan dinyatakan dengan koefisien aliran permukaan (C), yaitu (C), yaitu bilangan y bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besar aliran permukaan dengan jumlah curah hujan yang terjadi. Koefisien aliran permukaan merupakan salah satu indikator yang digunakan untuk menilai kondisi fisik suatu daerah aliran sungai (DAS).

Unsur-Unsur Peta Topografi Layaknya peta-peta yang lain, Peta Topografi memiliki unsur unsur di dalamnya.

Dibawah ini adalah unsur unsur penting dalam peta topografi adalah:

1. Judul Peta ada dibagian tengah atas, Judul peta menyatakan lokasi yang ditunjukkan oleh peta yang bersangkutan, sehingga lokasi yang berbeda akan mempunyai judul yang berbeda pula.
2. Skala Peta Merupakan perbandingan antara jarak horizontal sebenarnya dengan jarak ada peta.
3. Legenda adalah kumpulan penjelasan tentang simbol-simbol medan yang mewakili kondisi atau tanda yang ada di lapangan.
4. Arah utara penting untuk orientasi medan agar kita dapat menentukan posisi kita pada peta dan memperoleh arah mata angin yang benar.
5. Nomor Lembar Peta Setiap negara memiliki sistem penomoran untuk membagi wilayah menjadi kotak-kotak yang dijadikan dasar pembuatan peta topografi.



6. Coverage diagram Merupakan keterangan yang menunjukkan referensi bagaimana peta ini dibuat sehingga kita tahu ketelitian peta.
7. Indeks nomor peta daerah sekitar Menunjukkan kedudukan peta yang bersangkutan terdapat lembar-lembar peta disekitarnya. Ini berguna bagi yang akan mencari peta berada di sebleahnya memiliki nomor berapa. Umumnya lembar tersebut diletakkan pada bagian tengah indeks peta.
8. Merupakan pembagian wilayah berdasarkan aturan pemerintahan. Indeks ini penting agar proses perizinan, seperti penelitian atau kegiatan pemetaan, dapat dilakukan dengan lebih mudah.
9. Edisi peta Informasi yang menjelaskan waktu suatu wilayah disurvei, dipetakan, serta kapan peta tersebut diterbitkan

2.6 Analisa Hidrologi

Perencanaan fasilitas transportasi bukan satu-satunya hal yang perlu memperhatikan aliran air saat hujan. Setiap kegiatan yang melibatkan lahan sebagai obyek, seperti perumahan, perkantoran, dan industri harus memperhatikan aliran air hujan. Dalam merencanakan rumah, perlu dipikirkan bukan hanya pemasangan talang dan perlengkapannya, tapi juga saluran atau got yang menyalurkan air hujan dari talang ke sistem drainase. Hal yang sama juga berlaku pada bangunan industri. Saat membuka lahan, pola aliran air setelah pembangunan harus diperhatikan. Soalnya, pengembangan lahan biasanya menambah lapisan kedap air yang membuat laju dan volume aliran permukaan jadi lebih besar. Pada titik-titik tertentu, harus dibuat saluran sabuk untuk mengalirkan air menjauh dari lokasi pengembangan lahan, dimana penambahan lapisan kedap air besar, pembangunan kolam penahan mungkin diperlukan untuk mengontrol kenaikan aliran permukaan. Disamping itu, yang tak kalah pentingnya dalam pembukaan lahan adalah penyediaan fasilitas pengendali sedimen untuk menjamin bahwa tanah yang tererosi tidak masuk kesaluran (Suripin, 2004).

Analisis hidrologi merupakan bidang yang sangat rumit dan kompleks hal ini disebabkan oleh ketidak pastian dalam hidrologi, keterbatasan teori dan rekaman data, dan keterbatasan ekonomi. Hujan adalah kejadian yang tidak dapat diprediksi. Artinya, kita tidak dapat memprediksi secara pasti seberapa besar hujan yang akan terjadi pada suatu priode waktu (Suripin, 2004).

2.6.1 Siklus Hidrologi

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

Dalam perencanaan drainase, komponen terpenting dari siklus hidrologi adalah aliran permukaan, sehingga pengelolaannya perlu dilakukan dengan baik untuk mencegah berbagai bencana, terutama banjir



Gambar 2. 3 Siklus Hidrologi
(Sumber: Suripin, 2004)

2.6.2 Curah Hujan Rancangan

Perhitungan curah hujan rencana dilakukan untuk memperkirakan besarnya hujan dengan periode ulang tertentu. Dari data ini kemudian ditentukan intensitas hujan yang dipakai dalam menghitung debit banjir rencana (Sosrodarsono & Takeda, 1977).

Dalam statistik, dikenal berbagai distribusi frekuensi, namun di bidang hidrologi umumnya digunakan distribusi Normal, Log-Pearson tipe III, dan Gumbel. Sebelum menghitung curah hujan wilayah dengan distribusi tersebut, perlu dilakukan pengukuran dispersi guna memperoleh parameter-parameter yang diperlukan (Suripin, 2004).

2.6.3 Metode Distribusi Normal

Distribusi normal banyak digunakan dalam analisis hidrologi, misalnya untuk frekuensi curah hujan atau rata-rata tahunan, dan juga dikenal sebagai distribusi Gauss. Fungsi densitas peluang normal (*Normal Probability Density Function*) untuk variabel acak kontinu dapat dinyatakan berikut ini:

Rumus yang digunakan:

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



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.
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.

Dimana:

X_t = Perkiraan besarnya x yang kemungkinan terjadi setiap t tahun

S = Deviasi Standar nilai variabel X

k = Faktor frekuensi,

Fungsi ini tergantung pada periode ulang dan tipe model distribusi peluang yang dipakai dalam analisis probabilitas.

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)



2.6.3.1 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 sebagai berikut:

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 Dilindungi Undang-Undang

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.

Universitas Islam Indragiri

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
0.3	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856
0.2	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763
0.1	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670
0	0	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576
1.3	-0.210	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745
1.2	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661
1.1	-0.180	0.745	1.341	2.066	2.585	3.087	3.575
1.0	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401
0.8	-0.132	0.780	1.336	1.998	2.453	2.891	3.312
0.7	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223
0.6	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132
0.5	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949
0.3	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856
0.2	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763
0.1	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670
0	0	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576

(Sumber: Soemarto (1987))

Tabel 2. 4 Tabel faktor frekuensi (G atau Cs negatif)

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
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



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
-0.6	0.099	0.857	1.200	1.528	1.72	1.880	2.016
-0.7	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926
-0.8	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837
-0.9	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749
-1.0	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664
-1.1	0.180	0.848	1.107	1.324	1.435	1.518	1.581
-1.2	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501
-1.3	0.210	0.838	1.064	1.240	1.324	1.383	1.424
-1.4	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351
-1.5	0.240	0.825	1.018	1.157	1.217	1.256	1.282
-1.6	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197	1.261
-1.7	0.268	0.808	0.970	1.075	1.116	1.140	1.155
-1.8	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087	1.097
-1.9	0.294	0.788	0.920	0.996	1.023	1.037	1.044
-2.0	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	0.995
-2.1	0.319	0.765	0.869	0.923	0.939	0.946	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	0.752	0.795	0.823	0.826	0.832	0.833
-2.5	0.360	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.800
-2.6	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.769	0.769
-2.7	0.376	0.681	0.724	0.738	0.740	0.740	0.741
-2.8	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714	0.714
-2.9	0.390	0.651	0.681	0.683	0.689	0.690	0.690
-3.0	0.396	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667	0.667

(Sumber: Bambang,2008)



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

$$\text{Log RTr} = \overline{\text{Log } R} + K\text{Tr} \times S \text{ Log } R \dots\dots\dots (2.12)$$

2. Hitung harga standart deviasi dengan rumus sebagai berikut :

$$Cs = \frac{n \times \sum_{i=1}^n (Ri - \bar{R})^3}{(n-1)(n-2)(SR^3)} \dots\dots\dots (2.13)$$

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

$$\text{Log RTr} \dots\dots\dots (2.14)$$

4. nilai logaritma curah hujan rerata (mm)

$$\overline{\text{Log } R} \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana:

T Log X_T = Curah hujan rancangan kala ulang T tahun

Log x = Rerata Logaritma

S = Standart deviasi

2.6.3.2 Metode distribusi Gumbel

Persamaan yang digunakan untuk menghitung curah hujan rencana dengan metode Gumbel adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 5 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. 6 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 Dengan Periode Ulang T Tahun (Mm).

R' = Nilai curah hujan rerata (mm)

K_{Tr} = faktor frekuensi untuk periode ulang tertentu

S_r = Standar Deviasi Sampel.

Nilai faktor frekuensi k diperoleh melalui rumus berikut:

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

Dimana:

Y_n = Nilai Reduced Mean

S_n = *Reduced Standar Deviation*

Y_t = Nilai Reduced Variate

(Soemarto, 1999).

2.6.3.3 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah hujan per satuan waktu saat air hujan terkonsentrasi. Durasi hujan menunjukkan lamanya hujan terjadi. Intensitas tinggi biasanya berlangsung singkat dan pada area yang relatif kecil. Besarnya intensitas hujan berbeda-beda di tiap lokasi, dipengaruhi oleh topografi, durasi, dan frekuensi hujan. Faktor-faktor ini digunakan menciptakan kurva IDF (*Intensity-Duration-Frequency*), yang membantu metode rasional dalam menentukan intensitas hujan rata-rata sesuai waktu konsentrasi. Tetapi, penyusunan kurva IDF cukup kompleks karena membutuhkan banyak data dan harus diperbarui secara berkala bila tersedia data baru, sehingga manual akan memakan waktu lama.



Kurva frekuensi intensitas–durasi memiliki sumbu waktu (t) adalah absis dan intensitas (I) ialah ordinat. Selanjutnya kurva digunakan menghitung debit puncak berdasarkan intensitas hujan yang setara dengan waktu aliran dari hulu ke hilir suatu daerah aliran (Sosrodarsono & Takeda, 2003). Kurva IDF sendiri menunjukkan hubungan antara frekuensi, intensitas, dan durasi hujan dengan kala ulang tertentu. Jika data hujan otomatis (menit/jam) tersedia, kurva IDF dapat dibuat melalui analisis frekuensi. misal data tidak ada, kurva IDF dapat alternatif dari data harian menggunakan pendekatan, salah satunya metode Mononobe. Dalam metode ini, intensitas hujan (mm/jam) dihitung dari data curah hujan harian (mm). Intensitas hujan (I) untuk metode rasional dihitung menggunakan rumus berikut:

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{T_c} \right)^{2/3} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana:

R24 = Curah hujan rancangan setempat (mm)

t = Lamanya curah hujan (jam)

I = curah hujan (mm/jam)

(Loebis, 1992).

2.6.3.4 Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir dari titik paling jauh di daerah aliran ke titik kontrol di hilir, setelah tanah mencapai kejenuhan. 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.

Menurut Kaimana (2011), waktu konsentrasi (tc) bisa dihitung rumus Kirpich (1940)

$$T_c = T_1 + T_2 \dots\dots\dots(2.9)$$

$$T_0 = \left[\left(\frac{2}{3} \right) \times (3.28) \times L_0 \times \left(\frac{nd}{\sqrt{s}} \right) \right]^{0.167} \dots\dots\dots(2.10)$$

$$T_2 = \frac{L}{60v} \dots\dots\dots(2.11)$$

dimana:

tc = Waktu konsentrasi (jam).

T1 = waktu yang diperlukan air untuk mengalir melalui permukaan tanah kesaluran terdekat (menit)



- T₂ = waktu yang diperlukan air untuk mengalir didalam saluran ke tempat yang direncanakan (menit)
- L_o = jarak dari titik terjauh ke fasilitas
- n_d = koefesien hambatan
- L = Panjang lintasan air dari titik terjauh sampai titik yang ditinjau (Km).
- S = Kemiringan rata-rata daerah lintasan air.
- V = kecepatan air rata rata

2.6.3.5 Koefisien Pengaliran (run off)

Koefisien pengaliran (*runoff coefficient*) adalah perbandingan antara jumlah air hujan yang mengalir di permukaan tanah (*surface runoff*) dengan total curah hujan yang jatuh dari atmosfer. Nilai koefisien ini dipengaruhi oleh jenis tanah, vegetasi, penggunaan lahan, dan adanya konstruksi seperti jalan aspal atau atap bangunan yang menghalangi infiltrasi, sehingga air hujan langsung menjadi limpasan hingga hampir 100%. Rumus untuk menghitung koefisien pengaliran adalah sebagai berikut:

$$C = \frac{Q}{R} \dots\dots\dots (2.17)$$

Dimana:

C = Koefisien Pengaliran.

Q = Jumlah limpasan.

R = Jumlah curah hujan.

Tabel 2. 7 Koefisien Limpasan untuk metode rasional (McGuen, 1989 dalam 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 Kaimana (2011), koefisien pengaliran (C) didefinisikan sebagai perbandingan antara puncak aliran permukaan dengan intensitas hujan. Pemilihan nilai C yang tepat cukup sulit karena dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

- Kehilangan air akibat infiltrasi, penguapan, dan penampungan di permukaan.
- Intensitas dan durasi hujan.

2.6.4 Uji Kecocokan Distribusi

Untuk mengetahui apakah distribusi frekuensi sampel cocok dengan fungsi peluang yang diasumsikan, perlu dilakukan pengujian parameter. Subbab ini akan membahas jenis-jenis pengujian tersebut.

1. Uji Chi – Kuadrat

Uji Chi–Kuadrat dipakai untuk menilai apakah persamaan peluang yang digunakan dalam menentukan hujan rencana sudah sesuai dan dapat mewakili distribusi data sampel. Parameternya adalah X^2 , sehingga disebut Uji Chi– Kuadrat. Parameter X^2 dihitung dengan rumus:

$$X^2 h = \sum_{i=1}^N \frac{(Ri - Ei)^2}{Ei} \dots\dots\dots (2.13)$$



Dimana:

X^2 = Parameter Chi-kuadrat terhitung

R_i = Data hasil pengukuran

E_i = data hasil perhitungan

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

$$DK = K - (p + 1) \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana:

DK = Derajat kebebasan

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

p = banyaknya parameter, untuk uji Chi-Kuadrat

Tabel 2. 8 Nilai kritis untuk Distribusi Chi-Kuadrat uji satu sisi (Bambang triatmodjo 2008)

dk	Distribusi X2						
	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 Smirnov - Kolmogorov

Uji Smirnov–Kolmogorov, yang juga dikenal sebagai uji kecocokan nonparametrik (*non-parametric test*), tidak bergantung pada fungsi distribusi tertentu. Prosedur uji Smirnov–Kolmogorov adalah sebagai berikut:

$$D_{\text{maks}}|P-P'| \dots\dots\dots (2.15)$$



Dmaks = Nilai Selisih Data Probabilitas Pengamatan Dan Teoritis

P = Nilai Peluang Pengamatan

P' = Nilai Peluang Teoritis

$$P = \frac{m}{n+1} \dots\dots\dots (2.16)$$

Dimana:

DP = Probabilitas (%)

M = nomor urut data dari seri yang telah diurutkan

n = banyak data

Tabel 2. 9 Nilai Kepercayaan Smirnov Kolmogorof

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

2.6.5 Waktu Kosentrasi

waktu terpanjang yang dibutuhkan untuk seluruh daerah layanan dalam menyalurkan air secara simultan (runoff) setelah melewati titik titik tertentu. Rumus:

$$T_c = T_1 + T_2 \dots\dots\dots (2.17)$$

$$T_0 = \left[\left(\frac{2}{3} \right) \times (3.28) \times L_o \times \left(\frac{nd}{\sqrt{s}} \right) \right]^{0.167} \dots\dots\dots (2.18)$$

$$T_2 = \frac{L}{60v} \dots\dots\dots (2.19)$$

Dimana:

Tc =Waktu Kosentrasi, Untuk Daerah Saluran

T1 = Waktu Yang Diperlukan Air Untuk Mengalir Melalui Permukaan Tanah Kesaluran Terdekat (Menit)

T2 = Waktu Yang Diperlukan Air Untuk Mengalir Didalam Saluran Ke Tempat Yang Direncanakan (Menit)Kat (Menit)



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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.

Universitas Islam Indragiri

L₀ = Jarak Dari Titik Terjauh Ke Fasilitas

L = Panjang Saluran (M)

N_d = Koefesien Hambatan

S = Kemiringan Daerah Pengaliran

V = Kecepatan Air Rata Rata

Tabel 2. 10 Tabel 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 rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0.800

Tabel 2. 11 kecepatan aliran air yang diizinkan berdasarkan jenis material

No	Jenis Bahan	Kecepatan aliran air yang diizinkan berdasarkan jenis material (m/Detik)
1	Pasir halus	0.45
2	Lempung kepasiran	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



2.6.6 Intensitas hujan

Intensitas hujan adalah jumlah hujan per satuan waktu, dipengaruhi oleh durasi dan frekuensi hujan, serta diperoleh dari analisis data hujan. Perhitungannya bergantung pada ketersediaan data, dan hubungan intensitas–waktu biasanya disesuaikan dengan kondisi setempat.

Jika pendinginan udara terjadi secara signifikan, uap air akan mengembun dan jatuh sebagai presipitasi, yang bisa berupa hujan, salju, atau embun. Derasnya hujan bergantung pada kandungan uap air di udara; hujan deras biasanya berlangsung singkat, dan seiring udara menjadi lebih kering, intensitas hujan akan menurun.

Untuk data yang diperoleh dari alat hujan manual, data hujan harian, atau data hujan 24 jam, perhitungan intensitas hujan menggunakan rumus Mononobe sebagai berikut:

1. Model Mononobe

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{T_c} \right)^{2/3} \dots\dots\dots (2.20)$$

Dimana:

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

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

T_c = waktu kosentrasi

2.6.7 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

$$Q_{maks} = Q = 0.278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots (2.21)$$

Dimana:

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

C = Koefisien Pengairan

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

A = Luas Daerah Pengairan (Km)



2.6.8 Pengukuran Kecepatan Aliran Sungai

Kecepatan aliran adalah komponen penting dalam hidrologi dan diukur dalam satuan panjang per waktu, biasanya meter per detik (m/s). Pengukuran dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya menggunakan pelampung (*float*), alat yang umum dipakai untuk mengukur kecepatan aliran sungai dengan ketelitian relatif rendah. Kecepatan aliran juga dapat dihitung dengan membagi jarak titik pengamatan dengan waktu tempuh rata-rata (Triatmodjo, 1993).

$$\text{Kecepatan Aliran, } V = \frac{L}{t} \dots\dots\dots (2.39)$$

keterangan:

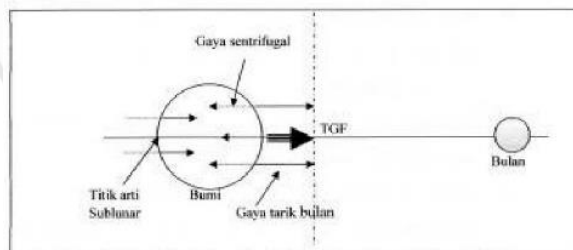
V = Kecepatan aliran (m/s)

L = Jarak (m)

T = Waktu (s)

2.6.9 Pasang Surut

Pasang surut adalah perubahan muka air laut yang disebabkan oleh gaya tarik benda-benda langit, terutama matahari dan bulan. Meskipun massa bulan lebih kecil daripada matahari, jaraknya yang lebih dekat ke bumi membuat pengaruh gaya tarik bulan terhadap pasang surut lebih besar, sekitar 2,2 kali lipat dibanding pengaruh matahari (Triatmodjo, 1999).



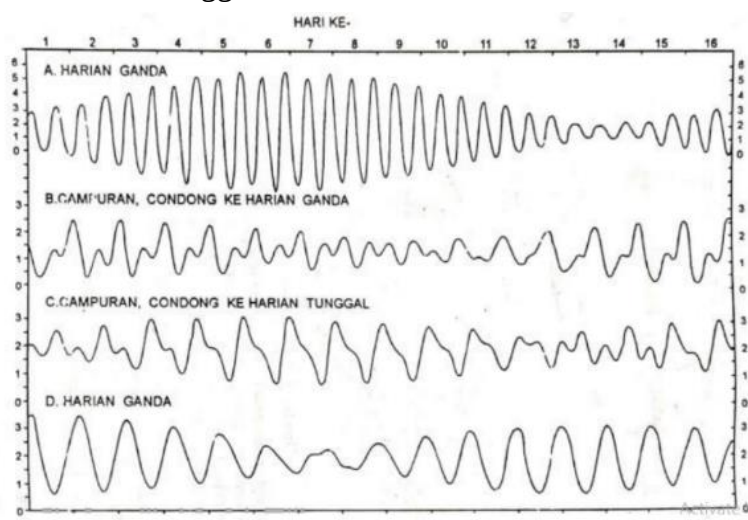
Gambar 2. 4 Distribusi Gaya Pembangkit Pasang Surut Sistem Bulan
(Sumber: Bambang Triatmodjo,1999)

2.6.9.1 Tipe-Tipe Pasang Surut

Pasang surut adalah naik turunnya permukaan air laut secara berkala akibat gaya gravitasi bulan dan matahari. Perubahan ini memengaruhi kedalaman perairan dan arus pasang, serta dipengaruhi oleh bentuk garis pantai dan topografi dasar laut. Pasang surut sangat penting dalam perencanaan bangunan pantai, terutama elevasi muka air tertinggi (pasang) dan terendah (surut).

Jarak vertikal antara air tertinggi dan terendah disebut tinggi pasang surut. Pasang surut diklasifikasikan berdasarkan periode waktunya, yaitu 12 jam atau 24 jam, dan secara umum dibedakan menjadi tiga tipe:

1. Harian tunggal (diurnal tides): terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dalam sehari.
2. Harian ganda (semidiurnal tides): terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari.
3. Campuran: peralihan antara tipe tunggal dan ganda, dibagi menjadi tipe dominasi ganda dan dominasi tunggal.



Gambar 2. 5 Tipe-tipe Pasang Surut
(Sumber: Bambang Triatmodjo, 1999)

Karena elevasi permukaan air laut tidak menentu, perencanaan bangunan pantai memerlukan elevasi acuan berdasarkan data pasang surut. Beberapa elevasi tersebut adalah sebagai berikut:

MSL	: Muka Air Laut Rerata (<i>Mean Sea Level</i>)
MHWL	: Muka Air Tinggi Rerata (<i>Mean High Water Level</i>)
DL	: Datum Level
HHWL	: Muka Air Tinggi Tertinggi (<i>Highest High Water Level</i>)
MLWL	: Muka Air Rendah Rerata (<i>Mean Low Water Level</i>)
LLWL	: Air Rendah Terendah (<i>Lowest Low Water Level</i>)
HWL	: Muka Air Tinggi (<i>High Water Level</i>)
LWL	: Muka Air Rendah (<i>Low Water Level</i>)

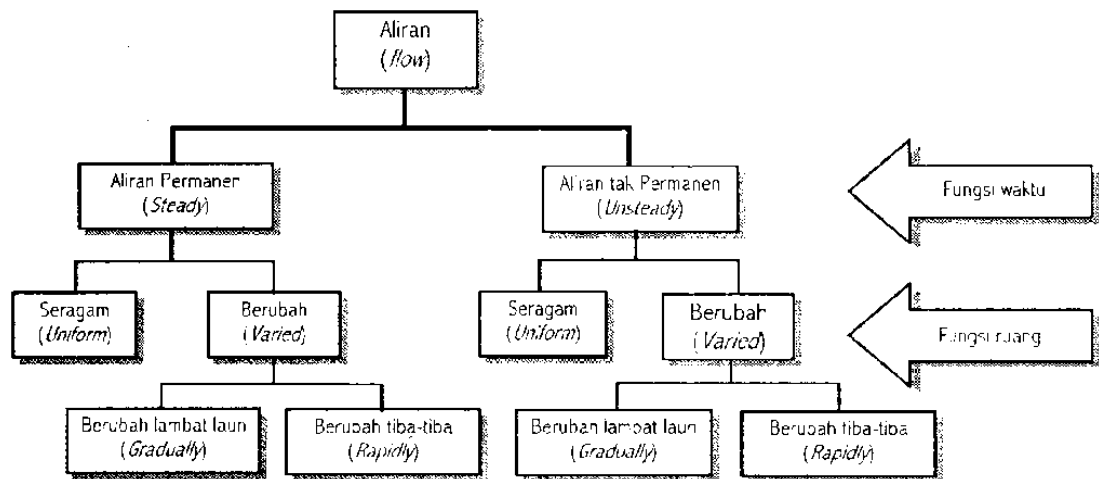
2.7 Aspek Hidraulika

Aspek Hidraulika meliputi berbagai klasifikasi aliran pada penampang parit.

2.7.1 Klasifikasi Aliran

Klasifikasi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Aliran permukaan bebas dapat dibagi menjadi beberapa tipe sesuai kriteria yang digunakan.
2. Berdasarkan perubahan kedalaman atau kecepatan seiring waktu, aliran dibedakan menjadi aliran permanen (*steady*) dan tidak permanen (*unsteady*).
3. Berdasarkan distribusi ruang, aliran dibedakan menjadi aliran seragam (*uniform*) dan tidak seragam (*non-uniform*).



Gambar 2. 6 Klasifikasi aliran pada saluran terbuka
(Sumber: Suripin, 2004)

2.7.2 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
Plester halus	0,001 -0,013
Plester kasar	0,011 – 0,015
Beton dipoles sedikit	0,013 – 0,016



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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.

Universitas Islam Indragiri

Beton dipoles dengan sendok kayu	0,011 – 0,015
Batu teratur dengan semen	0,015 – 0,020
Batu bata dengan semen	0,012 – 0,018
Batu tidak teratur dengan semen	0,017 – 0,024
Pasangan batu pecah disemen	0,017 – 0,030
Tanah dengan sedikit tanaman pengganggu	0,022 – 0,033
Tanah dengan banyak 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)

2.7.3 Dimensi Saluran

Perhitungan dimensi saluran irigasi yaitu sebagai berikut:

$$A = (B + mh) h \dots\dots\dots (2.23)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (2.24)$$

$$P = B + 2mh \sqrt{1 + m^2} \dots\dots\dots (2.25)$$

$$P' = B + 2h \sqrt{1 + m^2} \dots\dots\dots (2.26)$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots (2.27)$$

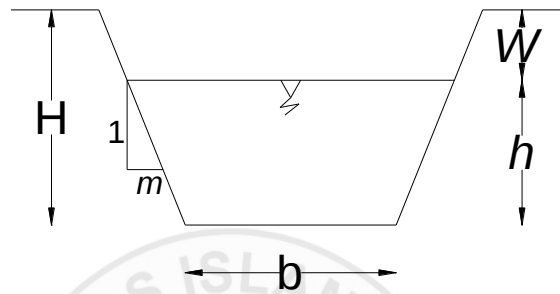
$$Q = V \cdot A \dots\dots\dots (2.28)$$

Dimana: Q = Debit Saluran (m³/dt)

A = Luas Penampang Saluran (m²)

R = Jari-Jari Hidrolika

- P = Penampang Ekonomis
P = Keliling Basah
B = Lebar Saluran
H = Tinggi Air
m = Kemiringan Saluran

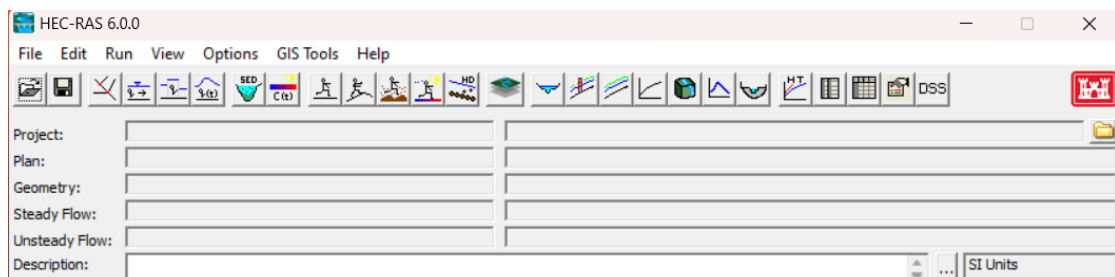


Gambar 2. 7 Penampang Saluran Trapesium
(Sumber: I Made Kamiana, 2019)

2.8 Program HEC-GeoRAS

HEC-RAS merupakan aplikasi untuk memodelkan aliran di sungai, River Analysis System (RAS), software ini dibuat oleh *Hydrologic Engineering Center* (HEC) yang merupakan satu divisi di dalam *Institut for Water Resources* (IWR) (Istiarto, 2014). HEC-RAS merupakan software satu dimensi aliran permanen maupun tak permanen (*steady and unsteady one dimensional flow model*). HEC RAS memiliki empat komponen analisa hidraulika satu dimensi untuk:

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



Gambar 2. 8 Tampilan Menu Utama HEC-RAS

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



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.

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.

Koefisien Manning

Tabel 2. 14 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 bergelombang	0.013	0.016	0.017
5.	Saluran tanah, lurus dan seragam, bersih baru dibuat	0.016	0.018	0.020
6.	Saluran 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.	Saluran tanah, berkelok-kelok dan tenang dengan beberapa tanaman pengganggu	0.025	0.030	0.033
9.	Saluran tanah, berkelok-kelok dan tenang dengan banyak tanaman pengganggu atau tanaman air pada saluran yang dalam	0.030	0.035	0.040



10.	Saluran tanah, dasar tanah dengan tebing dari batu pecah	0.028	0.030	0.035
11.	Saluran tanah hasil galian atau kerukan tanpa tetumbuhan	0.025	0.028	0.033
12.	Saluran tanah hasil galian atau kerukan dengan semak-semak kecil di tebing	0.035	0.050	0.060
13.	Saluran pasangan batu disemen	0.017	0.025	0.030
14.	Saluran pasangan batu	0.023	0.032	0.035
15.	Saluran beton dipoles	0.015	0.017	0.020
16.	Saluran beton tidak dipoles	0.014	0.017	0.020

2.9 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah perhitungan biaya yang diperlukan untuk bahan, upah, sewa alat, dan biaya lain yang terkait pelaksanaan suatu bangunan atau proyek. Anggaran biaya mencerminkan harga bahan bangunan yang dihitung dengan cermat dan memenuhi standar. Ada lima komponen utama dalam menghitung biaya konstruksi:

1. Bahan-bahan
2. Upah pekerja
3. Alat-alat konstruksi
4. Overhead atau biaya tak terduga
5. Keuntungan/profit

Biaya pada bangunan yang sama dapat berbeda di tiap daerah karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja. Langkah-langkah menghitung RAB meliputi:

1. Persiapan dan pengecekan gambar kerja
2. Perhitungan volume
3. Penentuan harga satuan pekerjaan
4. Perhitungan jumlah biaya pekerjaan
5. Rekapitulasi