

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Drainase Perkotaan

Pengertian drainase kota pada dasarnya telah diatur dalam SK Menteri PU 239 Tahun 1987, dimana yang dimaksud drainase kota adalah jaringan pembuangan air yang berfungsi mengeringkan bagian-bagian wilayah administrasi kota dan daerah urban dari genangan air, baik dari hujan lokal maupun luapan sungai yang melintas di dalam kota.

Sistem drainase perkotaan adalah prasarana yang terdiri dari kumpulan sistem saluran di dalam kota yang berfungsi mengeringkan lahan perkotaan dari banjir/genangan akibat hujan dengan cara mengalirkan kelebihan air permukaan ke badan air melalui sistem saluran saluran tersebut. (Diseminasi dan Sosialisasi Keteknikan Bidang PLP Ditjen Cipta Karya, 2011).

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan. Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan bahwa pengertian drainase adalah prasarana yang berfungsi mengalirkan kelebihan air dari suatu Kawasan ke badan air penerima. Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya).

Drainase secara umum adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan dalam suatu konteks pemanfaatan tertentu (Hasmar, 2012). Pengertian drainase tidak terbatas pada teknik pembuangan air yang berlebihan namun lebih luas lagi menyangkut keterkaitannya dengan aspek kehidupan yang berada didalam kawasan perkotaan. Drainase perkotaan awalnya tumbuh dari kemampuan manusia mengenali lembah-lembah sungai yang mampu mendukung kebutuhan pokok hidup yang berupa ketersediaan air bagi keperluan rumah tangga, pertanian, peternakan, perikanan, transportasi, dan kebutuhan sosial budaya.

Dengan adanya suatu sistem drainase di perkotaan maka akan di peroleh banyak manfaat pada kawasan perkotaan yang bersangkutan, yaitu akan semakin

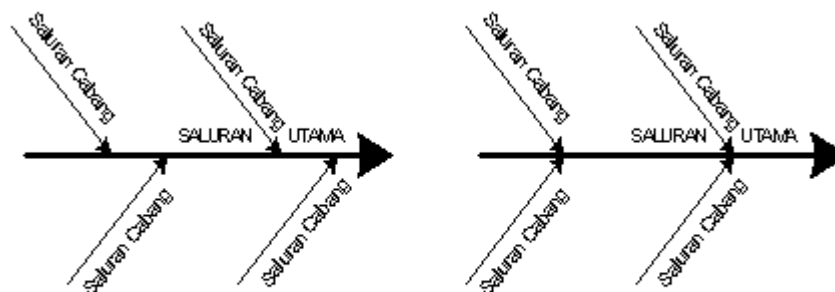
meningkatnya kesehatan, kenyamanan dan keasrian daerah permukiman khususnya dan daerah perkotaan pada umumnya, dan dengan tidak adanya genangan air, banjir, dan pembuangan limbah yang tidak teratur, maka kualitas hidup penduduk di wilayah bersangkutan akan menjadi lebih baik sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan ketentraman seluruh masyarakat (Azwaruddin, 2008).

Sumber daya air yang berharga bisa menjadi bahaya bagi manusia. Hal ini terjadi bila air yang mengalir berlebihan akan mengakibatkan banjir yang dapat menimbulkan ancaman kerusakan bangunan atau daerah-daerah sekitarnya. Begitupun sebaliknya bila terjadi kekurangan air, maka dapat menyebabkan kondisi/ keadaan alam yang kurang menguntungkan dan bangunan menjadi tidak ekonomis (Fadlan, 2016).

Beberapa contoh model tata letak jalur saluran yang dapat diterapkan dalam perencanaan drainase sebagai berikut :

a. Pola Alamiah

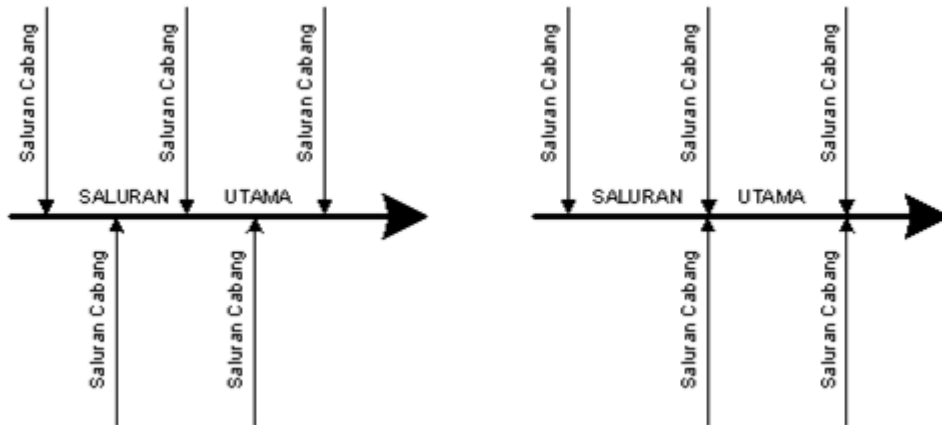
Letak *conveyor drain* ada dibagian terendah (lembah) dari suatu daerah (alam) yang efektif berfungsi sebagai pengumpul dari anak cabang saluran yang ada (*collector drain*)



Gambar 2. 1 Pola Alamiah

b. Pola Siku

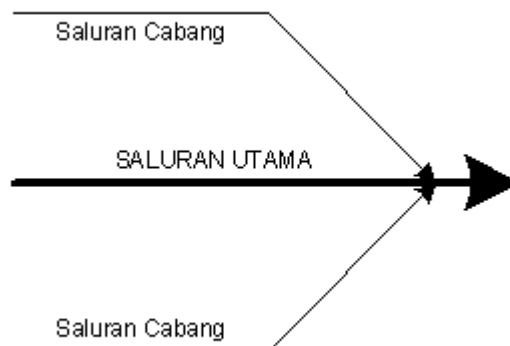
Conveyor drain terletak dibagian terendah (lembah), sedangkan *collector drain* dibuat tegak *conveyor drain*.



Gambar 2. 2 Pola Siku

c. Pola Paralel

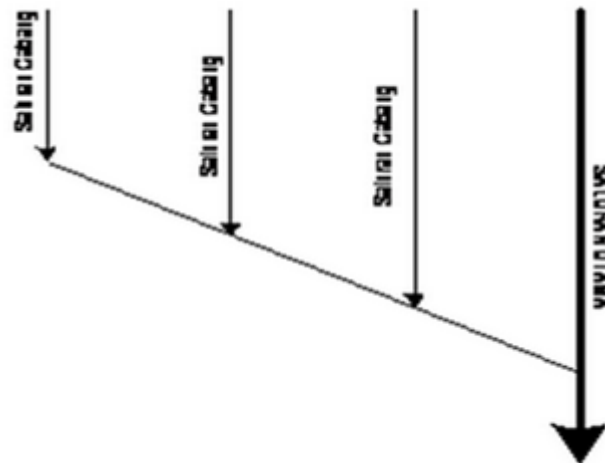
Collector drain menampung debit air yang lebih kecil. *Collector drain* dibuat sejajar satu sama lain dan kemudian debit air yang lebih kecil masuk ke *conveyor drain*.



Gambar 2. 3 Pola Paralel

d. Pola Grid Iron

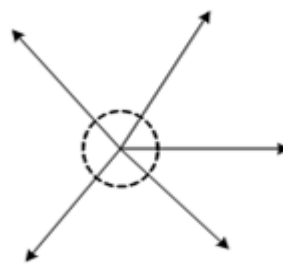
Beberapa *interceptor drain* dibuat sejajar satu sama lain, kemudian ditampung di *collector drain* untuk selanjutnya masuk kedalam *conveyor drain*.



Gambar 2. 4 Pola Grid Iron

e. Pola Radial

Satu daerah genangan dikeringkan melalui beberapa *collector drain* dari satu titik menyebar ke segala arah (sesuai dengan tofografi daerah)

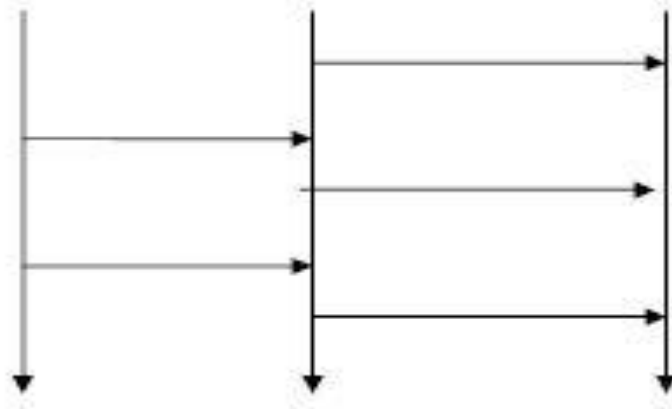


Gambar 2. 5 Pola Radial

f. Pola Jaring-Jaring

Untuk mencegah terjadinya pembebanan aliran disuatu daerah terhadap daerah lainnya, maka dapat dibuat beberapa *interceptor drain* yang

kemudian ditampung kedalam saluran *collector drain* dan selanjutnya dialirkan menuju *conveyor drain*.



Gambar 2. 6 Pola Jaring-Jaring

2.1.1 Fungsi Drainase Perkotaan

Drainase perkotaan berfungsi :

1. Mengeringkan bagian wilayah kota yang permukaannya lebih rendah dari genangan sehingga tidak menimbulkan dampak negatif berupa kerusakan infrastruktur kota dan harta benda milik masyarakat.
2. Mengalirkan kelebihan air permukaan ke badan air terdekat secepatnya agar tidak membanjiri atau menggenangi kota yang dapat merusak selain harta benda masyarakat juga infrastruktur perkotaan.
3. Mengendalikan sebagian air permukaan akibat hujan yang dapat dimanfaatkan untuk persediaan air.
4. Meresapkan air permukaan untuk menjaga kelestarian air tanah.

Fungsi drainase menurut kodoatie (2005) adalah :

- a. Membebaskan suatu wilayah (terutama yang padat dari permukiman) dari genangan air, erosi dan banjir.
- b. Karena aliran lancar maka drainase juga berfungsi memperkecil resiko kesehatan lingkungan bebas dari malaria (nyamuk) dan penyakit lainnya.
- c. Kegunaan tanah permukiman padat akan menjadi lebih baik karena terhindar dari kelembaban.

- d. Dengan sistem yang baik tata guna lahan dapat dioptimalkan dan juga memperkecil kerusakan-kerusakan struktur tanah untuk jalan dan bangunan lainnya.

2.1.2 Jenis-Jenis Drainase

Jenis-jenis drainase dapat dibedakan berdasarkan sejarah terbentuknya, letak bangunan dan berdasarkan fungsi (Gunadarma, 1997).

Jenis drainase berdasarkan sejarah terbentuknya :

- a. drainase alamiah (natural drainage);
- b. drainase buatan (artificial drainage).

Jenis drainase berdasarkan letak bangunan :

- a. drainase permukaan tanah (surface drainage)
- b. drainase bawah permukaan tanah (subsurface drainage).

Jenis drainase berdasarkan fungsi :

- a. single purpose
- b. multi purpose.

2.1.3 Sistem Jaringan Drainase Perkotaan

Dalam Materi Bidang Drainase pada Diseminasi dan Sosialisasi Keteknikan Bidang PLP Ditjen Cipta Karya (2011) dijelaskan bahwa berdasarkan fungsi layanannya, sistem jaringan drainase perkotaan dibagi atas:

- (a) sistem drainase lokal (minor urban drainage)
- (b) sistem drainase utama (major urban drainage)
- (c) pengendalian banjir (Flood Control).

Berdasarkan fisiknya, jaringan sistem drainase terdiri atas :

- (a) sistem saluran Primer : adalah saluran drainase yang menerima air dari saluran sekunder dan menyalurkannya ke badan air penerima.
- (b) sistem saluran Sekunder : adalah saluran drainase yang menerima air dari saluran tersier dan menyalurkannya ke saluran primer.
- (c) sistem saluran Tersier : adalah saluran drainase yang menerima dari sistem drainase lokal dan menyalurkannya ke saluran sekunder.

Menurut Gunadarma (1997) dalam pengertian jaringan drainase, sesuai dengan fungsi dan sistem kerjanya jenis saluran dapat dibedakan menjadi;

- (a) *Interceptor Drain* adalah saluran yang berfungsi sebagai pencegah terjadinya pembebanan aliran dari suatu daerah terhadap daerah lain di bawahnya
- (b) *Collector Drain* adalah saluran yang berfungsi sebagai pengumpul debit yang diperoleh dari saluran drainase yang lebih kecil dan akhirnya akan dibuang ke saluran conveyor (pembawa)
- (c) *Conveyor Drain* adalah saluran yang berfungsi sebagai pembawa air buangan dari suatu daerah ke lokasi pembuangan tanpa harus membahayakan daerah yang dilalui.

Dalam kenyataan dapat terjadi suatu saluran bekerja sekaligus untuk kedua atau bahkan ketiga jenis fungsi di atas.

2.1.4 Faktor yang Berpengaruh dalam Sistem Drainase Perkotaan

Faktor-faktor yang berpengaruh dalam sistem drainase perkotaan adalah :

- a) Intensitas Hujan
- b) Catchment Area
- c) Pertumbuhan Daerah Perkotaan
- d) Faktor Medan dan Lingkungan.

2.1.5 Komponen Sistem Drainase Perkotaan

1. Saluran.
2. Bangunan Persilangan.
 - Gorong-gorong.
 - Siphon drainase.
3. Bangunan terjun.
4. Tanggul.
5. Bangunan Penangkap Pasir.
6. Pintu Air
7. Kolam Retensi/Kolam Tandon.
8. Stasiun Pompa.
9. Trash Rack.

10. Sumur dan Kolam Resapan.

2.1.6 Operasional dan Pemeliharaan Sistem Drainase Perkotaan

Kegiatan operasional dan pemeliharaan (O&P) drainase perkotaan sebagaimana diatur dalam Permen PU No.12/PRT/M/2014, sebagai berikut :

1. Perencanaan O&P Drainase Perkotaan

Pada tahap pertama Perencanaan O&P harus difokuskan pada program berikut;

- (1) Pemeliharaan rutin
- (2) Pemeliharaan berkala
- (3) Pemeliharaan khusus
- (4) Rehabilitasi

2. Partisipasi Masyarakat

Masyarakat sebaiknya diikutsertakan dalam kegiatan O&P dari tahap perencanaan sampai dengan tahap pengawasan, terutama dalam sistem drainase lokal.

2.2 Analisis Hidrologi

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

2.2.1 Data Curah Hujan

Data curah hujan merupakan suatu rangkaian data yang dianggap mempunyai bentuk persamaan atau fungsi probabilitas (*probability function*). Dalam ilmu statistik dikenal dengan metode analisa frekuensi yang sering digunakan untuk Keperluan Hidrologi Seperti Distribusi Normal, Log Normal, Gumbel, Dan Log Pearson Type III.

Curah hujan adalah tinggi atau tebalnya hujan dalam jangka waktu tertentu yang dinyatakan dalam satuan mm.

Data curah hujan yang digunakan sekurang-kurangnya 10 tahun terakhir pengamatan yang diperoleh dari minimal 1 (satu) stasiun pencatat curah hujan terdekat di lokasi perencanaan.

2.2.2 Analisa Distribusi

Metode Analisa distribusi digunakan dalam menentukan hujan periode ulang tertentu. Metode yang dimaksud adalah metode yang tercakup dalam distribusi kontinu, beberapa parameter statistik yang digunakan dalam perhitungan dengan penetapan metode yang sesuai dengan rangkaian data, yaitu :

1. Metode Normal
2. Metode Gumbel Tipe I
3. Metode Log Pearson Tipe III
4. Metode Log Normal 2 Parameter
5. Metode Log Normal 3 Parameter

2.2.2.1 Metode Normal

Hal yang penting dalam hal perancangan dan perencanaan drainase adalah distribusi curah hujan yang sifatnya berbeda-beda sesuai jangka waktu yang di tinjau yakni curah hujan tahunan (jumlah hujan dalam setahun), curah hujan harian, bulanan, jam-jaman, atau curah hujan menit-menitan.

Maksud dan tujuan dari penentuan metode analisa distribusi hujan yang paling sesuai adalah untuk menentukan metode analisa yang paling cocok digunakan dalam menentukan hujan periode ulang tertentu.

Metode yang dimaksud adalah metode yang tercakup dalam distribusi kontinu, diantaranya adalah Distribusi Normal banyak digunakan dalam analisa hidrologi. Distribusi normal atau kurva normal ini biasanya disebut juga Distribusi Gauss. Bentuk persamaan kurva frekuensi adalah :

$$X = X_{\text{rata-rata}} + t_p \cdot S \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

X = nilai suatu kejadian dengan periode ulang T tahun

X_{rata-rata} = nilai rata-rata hitung kejadian-kejadian

S = simpangan baku (standar deviasi)

t_p = karakteristik dari distribusi probabilitas normal. Nilai T_p didapat dengan membaca tabel area bawah kurva standar Normal untuk nilai probabilitas kumulatif yang dihitung.

Tabel 2. 1 Nilai Variasi Reduksi Gauss

T (Tahun)	Peluang	k	T (Tahun)	Peluang	K
1,001	0,999	-3,05	3,33	0,3	0,52
1,005	0,995	-2,58	4	0,25	0,67
1,01	0,99	-2,33	5	0,2	0,84
1,05	0,95	-1,64	10	0,1	1,28
1,11	0,9	-1,28	20	0,05	1,64
1,25	0,8	-0,84	50	0,02	2,05
1,33	0,75	-0,67	100	0,01	2,33
1,43	0,7	-0,52	200	0,005	2,58
1,67	0,6	-0,25	500	0,002	2,88
2	0,5	0	1000	0,001	3,09
2,5	0,4	0,25			

Sumber: Hidrologi, Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data (Soewarno, 1995;119)

2.2.2.2 Metode Gumbel Tipe I

Dalam soewarno, 2003; 123 dikatakan bahwa Distribusi Gumbel Tipe I atau disebut juga dengan distribusi ekstrem 1 (*extreme type I distribution*) umumnya digunakan untuk Analisa data maksimum, misal untuk Analisa frekuensi banjir.

Persamaan garis lurus model matematik Distribusi Gumbel Type I yang ditentukan dengan menggunakan metode momen adalah :

$$Y = \alpha(X - X_o) \dots\dots\dots (2.2)$$

$$\alpha = \frac{1,283}{\sigma} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$X_o = \mu - \frac{0,577}{\alpha} \text{ atau } X_o = \mu - 0,455 \sigma \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

μ = standar deviasi

σ = nilai rata- rata

Distribusi Gumbel Type I mempunyai koefisien kemencengan (*coefficient of skewness*) $C_s = 1,139$. Nilai Y , faktor reduksi Gumbel Type I merupakan fungsi dari besarnya peluang atau periode ulang seperti yang ditunjukkan dalam tabel berikut :

Tabel 2. 2 Nilai Variasi Reduksi Gumbel

T (Tahun)	Peluang	Y	T (Tahun)	Peluang	Y
1,001	0,001	-1,930	3,33	0,700	1,030
1,005	0,005	-1,670	4,00	0,750	1,240
1,01	0,01	-1,530	5,00	0,800	1,510
1,05	0,05	-1,097	10,00	0,900	2,25
1,11	0,10	-0,834	20,00	0,950	2,97
1,25	0,20	-0,476	50,00	0,980	3,9
1,33	0,25	-0,326	100,00	0,990	4,6
1,43	0,30	-0,185	200,00	0,995	5,29
1,67	0,40	0,087	500,00	0,998	6,21
2,00	0,50	0,366	1000,00	0,999	6,9
2,50	0,60	0,671			

Sumber : Bonnier 1980 Dalam Soewarno; 1995; 124

Perhitungan persamaan garis lurus untuk distribusi Gumbel Type I dapat juga menggunakan persamaan distribusi frekuensi empiris sebagai berikut :

$$X = \bar{X} + \frac{S}{S_n} (Y - Y_n) \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

X = nilai variat yang diharapkan terjadi

\bar{X} = nilai rata-rata hitung variat

Y = nilai reduksi variat dari variable yang diharapkan terjadi periode ulang tertentu

$$Y = -\ln \left[-\ln \frac{T-1}{T} \right], \text{ untuk } T \geq 20, \text{ maka } Y = \ln T$$

Y_n = nilai rata-rata dari reduksi variat (*mean of reduced variate*) nilainya tergantung dari jumlah data (n) seperti tabel berikut :

S_n = deviasi standar dari reduksi variat (*standard deviation of the reduced variate*), nilai tergantung dari jumlah data (n) seperti tabel berikut :

Tabel 2. 3 Hubungan Reduksi Variat Rata-Rata Y_n dengan Jumlah Data n

N	Y_n	S_n	n	Y_n	S_n
5	0,4588	0,7928	20	0,5236	10,628
6	0,469	0,8388	21	0,5252	10,694
7	0,4774	0,8749	22	0,5252	10,755
8	0,4843	0,9013	23	0,5268	10,812
9	0,4902	0,9288	24	0,5282	10,865
10	0,4952	0,9496	25	0,5309	10,914
11	0,4996	0,9697	26	0,5321	10,961
12	0,5035	0,9833	27	0,5332	11,005
13	0,507	0,9971	28	0,5343	11,017
14	0,51	10,095	29	0,5353	11,086
15	0,5128	10,206	30	0,5362	11,124
16	0,5154	10,306	31	0,5371	11,159
17	0,5177	10,397	32	0,538	11,193
18	0,5198	10,481	33	0,5388	11,225
19	0,5217	10,557	34	0,5396	11,256

Sumber : Hidrologi, Aplikasi Metode Statistik Untuk
Analisa Data (Soewarno, 1995; 129)

Tabel 2. 4 Hubungan Reduksi Deviasi Standar dan Reduksi Variat

n	Sn	n	Sn	n	Sn	n	Sn
10	0,9496	33	11,226	56	11,696	79	1,193
11	0,9676	34	11,255	57	11,708	80	11,938
12	0,9933	35	11,285	58	11,721	81	11,945
13	0,9971	36	11,313	59	11,734	82	11,953
14	10,095	37	11,339	60	11,747	83	11,959
15	10,206	38	11,363	61	11,759	84	11,967
16	10,316	39	11,388	62	11,770	85	11,973
17	10,411	40	11,413	63	11,782	86	1,198
18	10,493	41	11,436	64	11,793	87	11,987
19	10,565	42	11,458	65	11,803	88	11,994
20	10,628	43	11,480	66	11,814	89	12,001
21	10,696	44	11,499	67	11,824	90	12,007
22	10,754	45	11,519	68	11,834	91	12,013
23	10,811	46	11,538	69	11,844	92	1,202
24	10,864	47	11,557	70	11,854	93	12,026
25	10,915	48	11,574	71	11,863	94	12,032
26	11,961	49	11,590	72	11,873	95	12,038
27	11,004	50	11,607	73	11,881	96	12,044
28	11,047	51	11,623	74	11,890	97	12,049
29	11,086	52	11,638	75	11,898	98	12,055
30	11,124	53	11,658	76	11,906	99	1,206
31	11,159	54	11,667	77	11,915	100	12,065
32	11,193	55	11,682	78	11,923		

Sumber ; Soewarno, 1995; 130

Y juga dapat dilihat dari tabel untuk T_r (X_m) tertentu. Tabel hubungan antara T_r (periode ulang) dengan reduced variate sesuai dengan rumus :

$$Y = -\ln\left\{-\ln \frac{T_r(X \geq x) - 1}{T_r(X \geq x)}\right\} \dots\dots\dots (2.6)$$

sehingga untuk nilai T dan Y adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 5 Hubungan Periode Ulang (T) dengan Reduksi Variat dari Variabel (Y)

T	Y	T	Y
2	0,3065	20	29,72
5	14,999	50	39,019
10	22,504	100	46,001

Sumber; Hidrologi, Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data

(Soewarno,1995; 127)

Untuk nilai periode ulang yang besar ($T_r \geq 20$), rumus diatas dapat dinyatakan sebagai $Y = \ln(T_r)$.

2.2.2.3 Metode Log Pearson Tipe III

Distribusi Log Pearson Tipe III, banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrem (Soewarno; 1995; 141). Bentuk ini merupakan hasil transformasi dari Distribusi Pearson Tipe III dengan menggantikan variat menjadi nilai logaritmik. Bentuk kumulatif dari distribusi Log Pearson Tipe III dengan nilai Variatnya X apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik akan merupakan model matematik persamaan garis lurus; $Y = \bar{Y} + k.S$

Dengan :

Y = nilai logaritma dari X (log x atau ln x)

\bar{Y} = nilai rata-rata hitung atau rata-rata geometrik nilai Y

S = simpangan baku (deviasi standar) nilai Y

k = faktor sifat distribusi Log Pearson Tipe III, didapat dari tabel yang merupakan fungsi dari probabilitas terjadinya atau periode ulang dan koefisien Skewness

Prosedur perhitungannya :

1. Tentukan logaritma dari semua nilai variat X
2. Hitung nilai rata-ratanya :

$$\overline{\log X} = \frac{\sum \log X}{n} \dots\dots\dots (2.7)$$

3. Hitung nilai deviasi standar dari log X

$$S_{\log X} = \sqrt{\frac{(\log X - \overline{\log X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.8)$$

4. Hitung nilai koefisien kemencengan (skewness)

$$Cs = \frac{n \sum (\log X - \overline{\log X})}{(n-1)(n-2)(S_{\log X})} \dots\dots\dots (2.9)$$

Sehingga persamaan pada poin 2 dapat ditulis :

$$\text{Log}X = \overline{\text{Log}X} + k(S_{\log X}) \dots\dots\dots (2.10)$$

Tentukan nilai K berdasarkan Cs seperti tabel berikut:

Tabel 2. 6 Hubungan Periode Ulang (T) dengan Koefisien Skewness (CS)

Kemencengan (Cs)	Periode Ulang							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
3,00	-0,360	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2,50	-0,360	0,518	1,250	2,262	1,048	3,845	4,652	6,600
2,20	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200
2,00	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910
1,80	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,660
1,60	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	5,390
1,40	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110
1,20	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1,00	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540
0,90	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,80	-0,132	0,780	1,336	1,998	2,453	2,891	3,312	4,250
0,70	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0,60	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,960
0,50	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0,40	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949	3,670
0,30	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,20	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,380
0,10	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0,00	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	3,090
-0,10	0,017	0,847	1,270	1,761	2,000	2,252	2,482	2,950
-0,20	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810
-0,30	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0,40	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
-0,50	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,60	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0,70	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150
-0,80	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,90	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
-1,00	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-1,20	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1,40	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,465
-1,60	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,216	1,280
-1,80	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097	1,130
-2,00	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	0,995	1,000
-2,20	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907	0,910
-2,50	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800	0,802
-3,00	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

2.2.2.4 Metode Log Normal 2 Parameter

Distribusi Log Normal 2 Parameter mempunyai persamaan transformasi:

$$\text{Log}X = \overline{\log X} + K \cdot S_{\log X} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dengan :

Log X = nilai variat X yang diharapkan terjadi pada peluang atau periode ulang tertentu

$\overline{\text{Log}X}$ = rata-rata nilai X hasil pengamatan

$S_{\log X}$ = deviasi standar logaritmik nilai X hasil pengamatan

K = karakteristik dari distribusi Log Normal. Nilai k dapat diperoleh dari tabel yang merupakan fungsi peluang kumulatif dan periode ulang.

Parameter statistik metode Log Normal 2 Parameter dapat dicari dengan;

1. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{\sigma}{u} = \left[e^{\sigma^2} n - 1 \right]^{0,5} = \frac{S}{\overline{X}} \dots\dots\dots(2.12)$$

2. Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = 3Cv + Cv^3 \dots\dots\dots(2.13)$$

3. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3 \dots\dots\dots(2.14)$$

Jika tanpa menggunakan nilai logaritmik, dapat menggunakan cara $X = \overline{X} + K \cdot S$ dimana nilai k diambil dari tabel nilai fungsi kumulatif dari periode ulang dengan nilai koefisien variasinya.

Tabel 2. 7 Nilai Faktor Frekuensi k untuk Distribusi Log Normal 2 parameter

Koefisien Variasi (Cv)	Peluang Kumulatif P(%):P(X≤X)					
	50	80	90	95	98	99
	Periode Ulang (Tahun)					
	2	5	10	20	50	100
0,05	-0,0250	0,8334	1,2965	1,6863	2,1341	2,4570
0,10	-0,0496	0,8222	1,3078	1,7247	2,2130	2,5489
0,15	-0,0738	0,8085	1,3156	1,7598	2,2899	2,2607
0,20	-0,0971	0,7926	1,3200	1,7598	2,3640	2,7716
0,25	-0,1194	0,7746	1,3209	1,7911	2,4318	2,8805
0,30	-0,1406	0,7647	1,3183	1,8183	2,5015	2,9866
0,35	-0,1604	0,7333	1,3126	1,8414	2,5638	3,0890
0,40	-0,1788	0,7100	1,3037	1,8602	2,6212	3,1870
0,45	-0,1957	0,6870	1,2900	1,8746	2,6731	3,2799
0,50	-0,2111	0,6626	1,2778	1,8848	2,7202	3,3673
0,55	-0,2251	0,6379	1,2613	1,8909	2,7613	3,4488
0,60	-0,2375	0,6129	1,2428	1,8931	2,7971	3,5211
0,65	-0,2185	0,5879	1,2226	1,8951	2,8279	3,3930
0,70	-0,2582	0,5631	1,2011	1,8866	2,8532	3,3663
0,75	-0,2667	0,5387	1,1784	1,8677	2,8735	3,7118
0,80	-0,2739	0,5118	1,1548	1,8543	2,8891	3,7617
0,85	-0,2801	0,4914	1,1306	1,8388	2,9002	3,8056
0,90	-0,2852	0,4686	1,1060	1,8212	2,9071	3,8137
0,95	-0,2895	0,4466	1,0810	1,8021	2,9103	3,8762
1,00	-0,2929	0,4254	1,0560	1,7815	2,9098	3,9035

Sumber : Soewarno, 1995: Jilid 1;220

2.2.2.5 Metode Log Normal 3 Parameter

Yang dimaksud dengan Log Normal 3 Parameter adalah hasil transformasi distribusi normal dengan modifikasi suatu parameter dengan β sebagai batas bawah, sehingga nilai variat X harus ditransformasikan menjadi $(X - \beta)$ dan nilai $\ln X$ menjadi $\ln (X - \beta)$ (Soewarno, 1995; jilid 1;154).

Persamaan garis lurus metode Log Normal 3 Parameter ini adalah :

$$Y = \bar{Y} + K.S \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana :

Y = logaritma dari kejadian $(X - \beta)$, pada periode ulang tertentu

\bar{Y} = nilai rata-rata kejadian Y

S = deviasi standar variat X

K = nilai karakteristik dari distribusi Log Normal 3 Parameter, yang nilainya tergantung koefisien skewness, dapat diperoleh dari tabel

Jika tanpa menggunakan nilai logaritmik, dapat menggunakan cara $X = \bar{X} + K.S$, dimana nilai k diambil dari tabel nilai fungsi kumulatif dari periode ulang dengan nilai koefisien skewnessnya.

Tabel 2. 8 Nilai Faktor Frekuensi & untuk Distribusi Log Normal 3 Parameter

Koefisien Variasi (Cv)	Peluang Kumulatif P (%):P(X£X)					
	50	80	90	95	98	99
	Periode Ulang (Tahun)					
	2	5	10	20	50	100
-2,00	0,2366	-0,6144	-1,2437	-1,8916	-2,7943	-3,5196
-1,80	0,2240	-0,6395	-1,2621	-1,8928	-2,7578	-3,4433
-1,60	0,2092	-0,6654	-1,2792	-1,8901	-2,7138	-3,3570
-1,40	0,1920	-0,6920	-1,2943	-1,8827	-2,6615	-3,2601
-1,20	0,1722	-0,7186	-1,3067	-1,8696	-2,6002	-3,1521
-1,00	0,1495	-0,7449	-1,3156	-1,8501	-2,5294	-3,0333
-0,80	0,1241	-0,7700	-1,3201	-1,8235	-2,4492	-2,9043
-0,60	0,0959	-0,7930	-0,3194	-1,7894	-2,3600	-2,7665
-0,40	0,0654	-0,8131	-0,3128	-1,7478	-2,2631	-2,6223
-0,20	0,0332	-0,8296	-0,3002	-1,6993	-2,1602	-2,4745
0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,20	-0,0332	0,8296	0,3002	1,6993	2,1602	2,4745
0,40	-0,0654	0,8131	0,3128	1,7478	2,2631	2,6223
0,60	-0,0959	0,7930	0,3194	1,7894	2,3600	2,7665
0,80	-0,1241	0,7700	1,3201	1,8235	2,4492	2,9043
1,00	-0,1495	0,7449	1,3156	1,8501	2,5294	3,0333
1,20	-0,1722	0,7186	1,3067	1,8696	2,6002	3,1521
1,40	-0,1920	0,6920	1,2943	1,8827	2,6615	3,2601
1,60	-0,2092	0,6654	1,2792	1,8901	2,7138	3,3570
1,80	-0,2240	0,6395	1,2621	1,8928	2,7578	3,4433
2,00	-0,2366	0,6144	1,2437	1,8916	2,7943	3,5196

Sumber: Soewarno, 1995: Jilid 1: 220

2.2.3 Uji Kecocokan

Maksud dan tujuannya adalah untuk menentukan metode analisa apa yang cocok digunakan dalam menentukan hujan periode ulang tertentu. Metode yang dimaksud adalah metode yang merupakan metode yang tercakup dalam distribusi kontinu; Normal, Pearson Tipe III, Log Pearson Tipe III, Gumbel Tipe I, Log Normal dan sebagainya

Ada 2 tahap pengujian, yaitu:

1. *Uji Deskriptor Statistik*
2. *Goodness Of Fit Test; Uji Chi Kuadrat (x^2) dan Uji Smirnov-Kolmogorov*

2.2.3.1 Uji Deskriptor Statistik

Merupakan pengujian terhadap besaran statistik data (nilai koefisien kurtosis, nilai koefisien skewness nilai koefisien Variasi), yang akan dibandingkan dengan nilai tabel untuk dilihat/dibandingkan apakah data yang digunakan mendekati parameter statistik acuan yang telah ditentukan dari salah satu metode yang ada atau tidak.

Tabel 2. 9 Nilai Acuan Deskriptor Statistik Dari Beberapa Metode

Metode	Cv	Ck	Cs
Normal	$\frac{\sigma}{V}$	3	0
Gumbel Tipe I	$\frac{\sigma}{V}$	5,402	1,139
Log Pearson Tipe III	0,3	$\left\{ \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum \left(\frac{\text{Log}Xi - \overline{\text{Log}X}}{S} \right)^4 \right\} - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$	$\frac{n \sum (\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})^3}{(n-1)(n-2)(S_{\text{Log}X})^3}$
Log Normal 2 parameter	$\frac{\sigma}{V}$	$Cv^8 + Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$	$3Cv + Cv$
Log Normal 3 parameter	$\frac{\sigma}{V}$	3,8	0,702

Parameter Statistik Data (Hasil Perhitungan)

1. Nilai rata – rata (\bar{X}) :

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} \dots\dots\dots(2.16)$$

2. Standar Deviasi (S) :

$$S = \left[\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{n - 1} \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(2.17)$$

3. Koefisien Variasi (Cv) :

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} \dots\dots\dots(2.18)$$

4. Koefisien Kurtosis (Ck) :

$$Ck = \left\{ \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum \left(\frac{Xi - \bar{X}}{S} \right)^4 \right\} - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)} \dots\dots\dots(2.19)$$

5. Koefisien Skewness (Cs) :

$$Cs = \frac{n \sum (Xi - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S^3)} \dots\dots\dots(2.20)$$

Uji parameter statistik dilakukan dengan membandingkan nilai parameter statistik hitung dengan tetapan dari tabel Nilai Acuan Deskriptor Statistik Dari Beberapa Metode.

Untuk menguji hasil perhitungan nilai parameter statistik Ck dan Cs dengan Metode Normal dan Gumbel Tipe I, dapat langsung menggunakan tabel tersebut.

Untuk menguji hasil perhitungan nilai parameter statistik Cv Metode Normal dan Gumbel Tipe I menggunakan perbandingan Standar Deviasi (σ), dengan nilai rata – rata data hujan (V).

Untuk mendapatkan nilai parameter statistik Log Pearson Tipe III, Log Normal 2 Parameter dan Log Normal 3 Parameter, maka data diolah dalam bentuk Logaritma.

2.2.3.2 Uji Smirnov Kolmogorov

Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov, sering juga disebut uji kecocokan non parametrik (*non parametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedurnya adalah sebagai berikut :

1. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut :

$$X_1 \quad P(X_1)$$

$$X_2 \quad P(X_2)$$

$$X_m \quad P(X_m)$$

$$X_n \quad P(X_n)$$

2. Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari penggambaran data (persamaan distribusinya) :

$$X_1 \quad P'(X_1)$$

$$X_2 \quad P'(X_2)$$

$$X_m \quad P'(X_m)$$

$$X_n \quad P'(X_n)$$

3. Dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

$$D = \text{maksimum} [P(X_m) - P'(X_m)] \dots \dots \dots (2.21)$$

4. Berdasarkan tabel nilai kritis (*Smirnov-Kolmogorov test*) tentukan harga D_0 (Lihat Tabel 2.10).
5. Apabila D lebih kecil dari D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, apabila D lebih besar dari D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat diterima.

Tabel 2. 10 Nilai Kritis Do untuk Uji Smirnov-Kolmogorov

n	α			
	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	$\frac{1,07}{n^{0,5}}$	$\frac{1,22}{n^{0,5}}$	$\frac{1,36}{n^{0,5}}$	$\frac{1,63}{n^{0,5}}$

Sumber: Bonnier, 1980

2.2.4 Intensitas Curah Hujan Dengan Metode Mononobe

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung makin tinggi dan makin besar periode ulang makin tinggi pula intensitasnya. Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisa data hujan baik secara statistik maupun secara empiris.

Untuk data hujan jangka pendek dapat digunakan rumus Tallbot, Sherman, Ishiguro. Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia dapat dihitung dengan rumus Mononobe.

Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu di mana air tersebut berkonsentrasi. Analisis intensitas curah hujan ini dapat diproses dari data curah hujan yang terjadi pada masa lampau.

Intensitas Hujan dicari dengan menggunakan Metode Mononobe. Asumsi yang digunakan yaitu untuk keadaan hujan dengan durasi (lamanya waktu) hujan yang relatif pendek. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t/60} \right)^m \dots\dots\dots(2.22)$$

Dimana :

I = Intensitas hujan sesuai dengan periode ulang tertentu (mm/jam).

t = Durasi hujan (jam)

R₂₄ = Curah hujan harian maksimum (mm) yang sesuai dengan periode ulang yang ditentukan.

M = **0,4** (berdasarkan hasil penelitian *Sujono (2006)*, UGM. Untuk wilayah Kalimantan)

Sebelum mencari Intensitas dengan Metode Mononobe ini, terlebih dahulu hitung nilai t dengan persamaan **Kirprich** sebagai berikut :

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \dots\dots\dots (2.23)$$

Dimana :

t_c = lama waktu konsentrasi

L = Panjang sungai utama dari hulu hingga hilir (km).

S = Kemiringan rata-rata dasar sungai.

2.2.5 Analisa Debit

Metode Rasional merupakan metode lama yang masih digunakan diberbagai tempat di dunia termasuk untuk proyek drainase di Indonesia, untuk memperkirakan debit aliran daerah perkotaan kecil. Metode ini sangat simpel dan mudah penggunaannya (*Goldman et.al., 1986 dalam Suripin, 2003; 79*).

Perhitungan debit rencana untuk saluran drainase didaerah perkotaan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus rasional atau hidrograf satuan. Dalam perencanaan saluran drainase dapat dipakai standar yang telah ditetapkan baik periode ulang dan cara analisis yang dipakai, tinggi jagaan, struktur saluran dan lain-lain. Debit rencana di hitung dengan menggunakan rumus rasional. Diperlukan data-data antara lain luas DPS (catchment area masing-masing saluran), intesitas hujan selama waktu konsentrasi dan waktu run-off. Intensitas curah hujan dihitung dengan menggunakan rumus monnobe. Untuk mengitung debit kapasitas digunakan rumus manning dengan data masukan yaitu data dimensi saluran.

Nilai debit rencana dan debit kapasitas kemudian dibandingkan untuk melihat kemampuan dari setiap saluran. Jika saluran tidak mampu menanggung

debit yang lewat maka dilakukan penataan ulang sistem drainase, sedangkan jika saluran mampu menampung debit yang ada maka dapat dilakukan pemeliharaan saluran.

Asumsi-asumsi dasar metode ini adalah sebagai berikut :

1. Puncak limpasan terjadi pada saat seluruh daerah ikut melimpas.
2. Debit puncak pada satu titik merupakan fungsi dari intensitas hujan rata-rata dari hujan deras yang durasinya sama dengan waktu konsentrasinya di titik tersebut.
3. Intensitas hujan seragam di seluruh daerah dan tetap terhadap waktu.
4. Frekuensi banjir adalah sama seperti curah hujan.

Asumsi ini tidak menggambarkan kondisi fisik senyatanya untuk daerah tembus air. Reaksi sesungguhnya sangat bervariasi dari satu kejadian hujan dengan hujan lainnya karena akibat dari *antecedent Moisture Conditions* .

Persamaan umum dari metode ini adalah :

$$Q = 0,002778 \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots(2.24)$$

Dimana;

Q = debit rencana (m³/det)

C = koefisien pengaliran/limpasan

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (ha)

Sedangkan Metode HSS Snyder dihitung dengan rumus berikut :

Dimulai dengan menghitung waktu kelambatan dan puncak unit hidrograf.

$$t_p = C_t (L \times L_c)^{0,3} \dots\dots\dots(2.25)$$

$$q_p = 2,75 \frac{C_p}{t_p} \dots\dots\dots(2.26)$$

Dimana :

t_p = time lag/waktu kelambatan (jam), yaitu waktu antara titik berat hujan dan titik berat hidrograf

L = panjang sungai (km)

- L_c = panjang sungai dari cek point sampai titik di sungai yang terdekat dengan titik berat daerah pengaliran (km)
 q_p = puncak unit hidrograf yang diakibatkan oleh hujan setinggi 1 inci dengan durasi t_r dinyatakan dalam (l/det)
 C_p dan C_t = koefisien yang tergantung dari basic karakteristik

Karena intensitas hujan biasanya diambil untuk setiap jam, maka untuk mempermudah diambil $t_r = 1$ jam. Dan untuk hujan 1 inci (25,4 mm) dengan luas daerah pengaliran A (km²) akan diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$Q_p = q_p \cdot \frac{25,4}{1000} \cdot A \dots \dots \dots (2.27)$$

Dimana :

- Q_p = debit maksimum (m³/det)
 q_p = puncak unit hidrograf yang diakibatkan oleh hujan setinggi 1 inci dengan durasi t_r dinyatakan dalam (l/det)
 A = luas daerah aliran (m²)

Sebagai hubungan antara debit dengan waktu oleh Alexeyev digambarkan dengan persamaan: $Q = f(x)$. dan jika Q sebagai ordinat (sumbu y), t sebagai absis (sumbu x), oleh Alexeyev bentuk persamaannya dapat dinyatakan dalam fungsi *exponential*, yaitu:

$$Y = 10^{-\alpha \frac{(1-x)^2}{x}} \dots \dots \dots (2.28)$$

nilai α diperoleh dari persamaan berikut dengan $h =$ tinggi hujan (1 jam):

$$\alpha = 1,32\lambda^2 + 0,15\lambda + 0,045 \dots \dots \dots (2.29)$$

$$\lambda = \frac{Q_p \cdot t_p}{h \cdot A \cdot 1000} \dots \dots \dots (2.30)$$

Dimana :

- A = luas daerah pengaliran
 λ = bilangan Alexeyev
 h = tinggi satuan hujan yang digunakan dalam hal ini 1 inci dinyatakan dalam mm

Hubungan antara titik x dan y ini oleh Alexeyev disusun dalam tabel yang didasarkan harga-harga λ . Dimana koefisien λ ditentukan melalui rumus:

$$Y = \frac{Q}{Q_p} ; X = \frac{t}{t_p} \dots\dots\dots(2.30;2.31)$$

2.2.6 Koefisien Limpasan (C)

Koefisien pengaliran atau koefisien limpasan (*runn-off*) adalah suatu nilai koefisien yang menunjukkan presentase kualitas curah hujan yang menjadi aliran permukaan dari curah hujan total setelah mengalami infiltrasi. Koefisien limpasan ditentukan berdasarkan tata guna lahan tangkapan daerah tangkapan.

Faktor-faktor penting yang mempengaruhi besarnya koefisien pengaliran adalah :

- a. Keadaan hujan
- b. Luas dan bentuk daerah aliran
- c. Kemiringan daerah aliran
- d. Daya infiltrasi dan daya perkolasi tanah
- e. Letak daerah aliran teradap arah angin
- f. Tata guna lahan

Harga C berubah dari waktu ke waktu sesuai dengan perubahan faktor-faktor yang bersangkutan dengan aliran permukaan di dalam sungai, terutama kelembaban tanah. Koefisien limpasan C dapat diperkirakan dengan meninjau tata guna lahan. Pada Umumnya Ct dan Cp diambil dari hasil rekonstitusi *flood hidrograph* dengan cara *trial and error*. Dari *flood hidrograph* yang diamati dicari *synthetic unit hidrographnya*, kemudian dari *synthetic hidrograph* ini dihitung kembali *flood hidrograph* dengan mengambil sembarang nilai Ct dan Cp yang berlainan sehingga hasil perhitungan *flood* sama dengan yang diamati.

Dari beberapa hasil perhitungan dan pengamatan, besarnya Ct dan Cp dapat diperkirakan dari luas daerah pengaliran (*catchment area*) seperti yang tercantum dalam Tabel 2.11 (DPMA, 1967) berikut.

Tabel 2. 11 Harga Ct Da Cp Untuk Cathcment Area

Luas Catchment Area (km ²)	Ct	Cp
0 – 50	1,10	0,69
50 – 300	1,25	0,63
≥ 300	1,40	0,56

Untuk mencari lamanya curah hujan efektif (t_e) dipengaruhi langsung oleh time log yang dinyatakan dalam bentuk persamaan:

$$t_e = \frac{t_p}{5,5} \dots \dots \dots (2.32)$$

Dimana :

t_e = lamanya curah hujan efektif (jam)

Setelah t_e dan t_p dihitung ternyata:

Bila $t_e < t_r$: maka t_p adalah benar

Bila $t_e > t_p$: maka t_p adalah salah

maka t_p yang diperoleh harus dikoreksi sebagai berikut:

$$t'_p = t_p + 0,25(t_r - t_p), \text{ sehingga}$$

$$t_p = t'_p + 0,5 t_r \dots \dots \dots (2.33)$$

t_p = *peak time*, yaitu waktu unit hidrograf mulai naik sampai dengan puncaknya (jam)

2.2.7 Periode Ulang Hujan (PUH)

Periode ulang adalah hujan dengan jangka waktu tertentu dan intensitas tertentu dianggap bisa terjadi atau kemungkinan terjadinya satu kali dalam batas periode yang ditetapkan. Periode ulang untuk perencanaan drainase disesuaikan dengan tipologi kota.

Tabel 2. 12 Periode Ulang berdasarkan Tipologi Kota

Tipologi Kota	Daerah Tangkapan Air (Ha)			
	<10	10-100	100-500	>500
Kota Metropolitan	2 th	2-5 th	5-10 th	10-25 th
Kota Besar	2 th	2-5 th	2-5 th	5-20 th
Kota Sedang	2 th	2-5 th	2-5 th	5-10 th
Kota Kecil	2 th	2 th	2 th	2-5 th

Sumber : *Permen PU No. 12/PRT/M/2014*

Sedangkan menurut Wesli (2008), periode ulang hujan adalah waktu perkiraan dimana suatu data hujan akan mencapai suatu harga tertentu disamai atau kurang dari atau lebih. Dalam perencanaan saluran drainase periode ulang yang dipergunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkap hujan yang akan dikeringkan. Penggunaan periode ulang untuk perencanaan saluran adalah sebagai berikut :

1. Saluran kwarter : periode ulang 1 tahun.
2. Saluran tersier : periode ulang 2 tahun.
3. Saluran sekunder : periode ulang 5 tahun.
4. Saluran primer : periode ulang 10 tahun.

Penentuan periode ulang juga didasarkan pada pertimbangan ekonomis. Berdasarkan prinsip dalam penyelesaian masalah drainase perkotaan dari aspek hidrologi, sebelum dilakukan analisis frekuensi untuk mendapatkan besaran hujan dengan periode ulang tertentu harus dipersiapkan rangkaian data hujan berdasarkan durasi harian, jam-jaman atau menitan.

Analisa data curah hujan digunakan untuk memperkirakan metode yang dimiliki persentase error lebih kecil dari pada metode yang lainnya dan jika yang didapat hasil “diterima” semua, maka untuk analisa hujan digunakan.

Digunakan metode normal, karena merupakan dasar dari semua pengujian (atau induk/basic). Jika diperoleh bahwa metode normal adalah metode yang paling sesuai untuk digunakan dalam mencari hujan periode ulang 2, 5, 10, 20, 50 dan 100 tahun ($R_2, R_5, R_{10}, R_{15}, R_{20}, R_{50}, R_{100}$)

2.2.8 Uji Data Outlier

Data *outlier* adalah data yang secara statistik menyimpang jauh dari kumpulan datanya. Syarat untuk pengujian data outlier berdasarkan koefisien *skewness* ($C_{S_{log}}$), adalah:

- Jika $C_{S_{log}} > 0,4$;
maka: uji data outlier tinggi, koreksi data, uji data outlier rendah, koreksi data.
- Jika $C_{S_{log}} < -0,4$;
maka, uji data outlier rendah, koreksi data, uji data outlier tinggi, koreksi data.
- Jika $-0,4 < C_{S_{log}} < 0,4$;
maka, uji data outlier tinggi dan rendah sekaligus, koreksi data.

Jika terdapat data outlier, maka data tersebut sebaiknya disesuaikan, dengan mengambil batas atas atau batas bawah sebagai acuan.

2.2.9 Catchment Area

Catchment area adalah daerah cakupan/ tangkapan apabila terjadi hujan. Semakin besar catchment area maka semakin besar pula debit yang terjadi. Prinsip dasar dari penentuan daerah tangkapan adalah dengan prinsip beda tinggi. Air akan mengalir dari tempat tinggi ke tempat yang lebih rendah. Untuk kawasan yang cenderung datar pembagian catchment area dapat diasumsikan terbagi rata pada tiap sisi menuju saluran drainase. Untuk daerah-daerah berbukit, penentuan catchment area berpatokan pada titik tertinggi, yang kemudian akan mengalir ke tempat yang rendah berdasarkan alur topografi.

2.2.10 Kapasitas Saluran

Pada tahap awal analisa diasumsikan bahwa yang terjadi adalah aliran seragam. Analisa untuk menghitung kapasitas saluran, dipergunakan persamaan kontinuitas dan rumus Manning, yaitu:

$$Q = A \cdot V \dots \dots \dots (2.34)$$

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots \dots \dots (2.35)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots \dots \dots (2.36)$$

Dimana :

Q = debit / debit saluran (m³/det)

A = luas penampang basah saluran (m²)

V = kecepatan rata-rata (m/det)

n = koefisien kekasaran saluran

R = jari-jari hidrolis (m)

S = kemiringan memanjang saluran

P = keliling basah saluran (m)

2.2.11 Kecepatan Pengaliran

Penentuan kecepatan aliran ini air dalam saluran yang di rencanakan di dasarkan pada kecepatan minimum yang diperbolehkan agar kontruksi saluran tetap aman.

Persamaan manning :

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots\dots\dots(2.37)$$

Dimana :

V = Kecepatan Aliran

n = koefisien kekasaran manning

R = jari – jari hidrolis

S = kemiringan memanjang saluran

Untuk dimensi saluran tanpa perkerasan dipakai harga n manning normal atau maksimum, sedangkan harga n manning minimum, hanya dipakai untuk mengecek bagian saluran yang mudah terkena gerusan. Harga n manning hanya tergantung pada kekasaran sisi dan dasar saluran.

Tabel 2. 13 Koefisien Kekasaran *Manning*

Bahan	Koefisien Manning, n
Besi tuang dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapis mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu padas	0,040

2.3 Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika dimaksudkan untuk mencari dimensi hidrolis dari saluran drainase dan bangunan-bangunan pelengkapannya. Dalam menentukan besaran dimensi saluran drainase, perlu diperhitungkan kriteria-kriteria perencanaan berdasarkan kaidah-kaidah hidrolika.

Hidrolika merupakan suatu ilmu yang mempelajari tentang sifat-sifat dan hukum yang berlaku pada zat cair, baik dalam keadaan diam maupun bergerak atau mengalir (Chow, 1992).

Dalam hidrolika dipelajari koefisien aliran yang diperoleh dari suatu empiris. Kecepatan saluran rata-rata dihitung dengan Rumus Chezy , Manning dan Strickler.

Analisis hidrologi dan hidrolika dilakukan untuk menentukan nilai debit rencana dan debit kapasitas. Analisis hidrologi meliputi Analisa data curah hujan, Analisa curah hujan rencana, dan Analisa debit rencana.

2.3.1 Dimensi Saluran

Saluran adalah alur tempat aliran air yang sengaja dibuat manusia, secara umum aliran nya adalah *steady flow* (aliran tetap) (*Diseminasi dan Sosialisasi Keteknikan Bidang PLP Ditjen Cipta Karya, 2011*).

Faktor – faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan bentuk saluran adalah

- a. Tata guna lahan yang akan berpengaruh terhadap ketersediaan tanah.
- b. Kemampuan pengaliran dengan memperhatikan bahan saluran.

- c. Kemudahan pembuatan dan pemeliharaan.

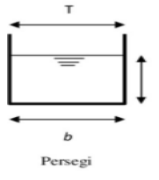
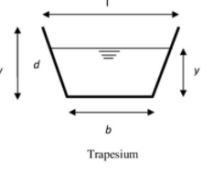
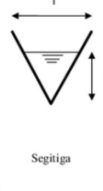
Adapun bentuk-bentuk penampang saluran yang biasa diterapkan adalah :

- a. Trapesium
- b. Segiempat
- c. Setengah lingkaran
- d. Segitiga

2.3.2 Desain Penampang Saluran

Untuk merencanakan dimensi penampang pada saluran drainase digunakan rumus aliran beragam. Bentuk penampang saluran drainase dapat merupakan saluran tertutup dan saluran terbuka tergantung kondisi daerahnya. Rumus kecepatan rata-rata pada perhitungan dimensi penampang saluran menggunakan rumus manning, karena rumus ini mempunyai bentuk yang sederhana tetapi memberikan hasil yang memuaskan.

Tabel 2. 14 Unsur-Unsur Geometris Penampang Saluran

Penampang melintang	Area (A)	Keliling Penampang Basah (P)	Radius (R)	Lebar Atas (T)	Kedalaman (D)
 Persegi	Bh	$b + 2h$	$\frac{bh}{b + 2h}$	b	h
 Trapezium	$(b + 2h)h$	$b + 2h\sqrt{1 + z^2}$	$\frac{(b + 2h)h}{b + 2h\sqrt{1 + z^2}}$	$b + 2y$	$\frac{(b + zh)h}{b + 2z}$
 Segitiga	$2h^2$	$2h\sqrt{1 + z^2}$	$\frac{zh}{2\sqrt{1 + z^2}}$	$2zh$	$\frac{1}{2h}$

Sumber : Ven Te Chow, 1959.

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots\dots\dots(2.38)$$

Dimana :

V = kecepatan aliran (m/s)

N = koefisien kekasaran dinding menurut manning (bilangan yang mempunyai nilai dimensional TL 1/3)

I = kemiringan saluran samping (%)

S = kemiringan melintang normal perkerasan jalan (%)

R = A_w/p

Dimana :

A_w = luas penampang basah (m²)

P = keliling penampang basah

$$Q_s = A_w \cdot V \dots\dots\dots(2.39)$$

Dimana :

Q_s = debit saluran (m³/detik)

V = kecepatan aliran disaluran (m/detik)

A_w = luas penampang basah (m²)

2.4 Simulasi Permodelan HEC-RAS dan Analisa Hidrodinamika

Simulasi secara sederhana dapat dijelaskan sebagai proses peniruan. Simulasi adalah tiruan dari suatu fasilitas atau proses operasi, biasanya menggunakan komputer. Simulasi adalah proses meniru benda nyata dan lingkungan sekitarnya (keadaan). Teknologi simulasi adalah teknologi yang mengungkapkan atau meniru keadaan nyata (sistem nyata) dalam bentuk angka dan simbol (menggunakan program komputer), sehingga mudah dipelajari. Dengan demikian, simulasi dapat didefinisikan sebagai program yang dibangun dengan model matematis berdasarkan sistem aslinya.

Dan modeling adalah proses pembuatan model. Pemodelan dapat diartikan sebagai upaya memberikan model (contoh) yang relevan dengan keadaan nyata. Pemodelan harus dilakukan secara terencana agar dapat merepresentasikan secara akurat apa yang dimodelkan. Meskipun model adalah rencana, representasi, atau deskripsi yang menggambarkan suatu objek, sistem, atau konsep, biasanya disederhanakan atau diidealkan. Bentuknya bisa berupa model fisik (model, bentuk prototipe), model gambar (gambar desain, gambar komputer) atau rumus matematika.

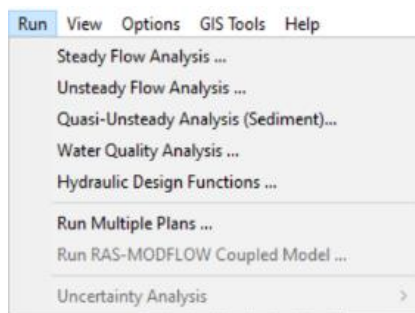
Hidrodinamika adalah ilmu yang mempelajari tentang gerakan air dan gaya yang ditimbulkannya. Aliran Tunak (*Steady Flow*); Waktu sebagai kriteria. Aliran dalam saluran terbuka dikatakan tunak (*steady*) bila kedalaman aliran tidak berubah atau dapat dianggap konstan selama suatu selang waktu tertentu. Aliran dikatakan tak tunak (*unsteady*) bila kedalamannya berubah sesuai dengan waktu (Chow, 1992).

HEC-RAS merupakan program aplikasi untuk memodelkan aliran disungai, river analysis system (RAS), yang dibuat oleh Hydrologic Engineering Center (HEC), yang merupakan satu divisi dalam Institute For Water Resources (IWR), dibawah Us Army Corps Of Engineers (USACE). HEC-RAS merupakan model satu dimensi aliran permanen maupun tak permanen (*steady and unsteady one-dimensional flow model*). HEC-RAS memiliki empat komponen model satu dimensi, yaitu :

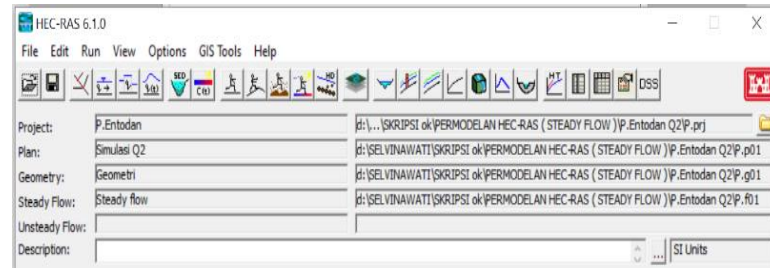
1. Hitungan profil muka air aliran permanen
2. Simulasi aliran tak permanen
3. Hitungan transpor sedimen
4. Hitungan kualitas air.

Satu elemen penting dalam HEC-RAS adalah keempat komponen tersebut memakai data geometri yang sama, *routine* hitungan hidraulika yang sama, serta beberapa fitur desain hidraulik yang dapat diakses setelah hitungan profil muka air berhasil dilakukan. HEC-RAS merupakan program aplikasi yang mengintegrasikan fitur *graphical user interface*, analisis hidraulik, manajemen dan penyimpanan data, grafik, serta pelaporan (Istiarto, 2014).

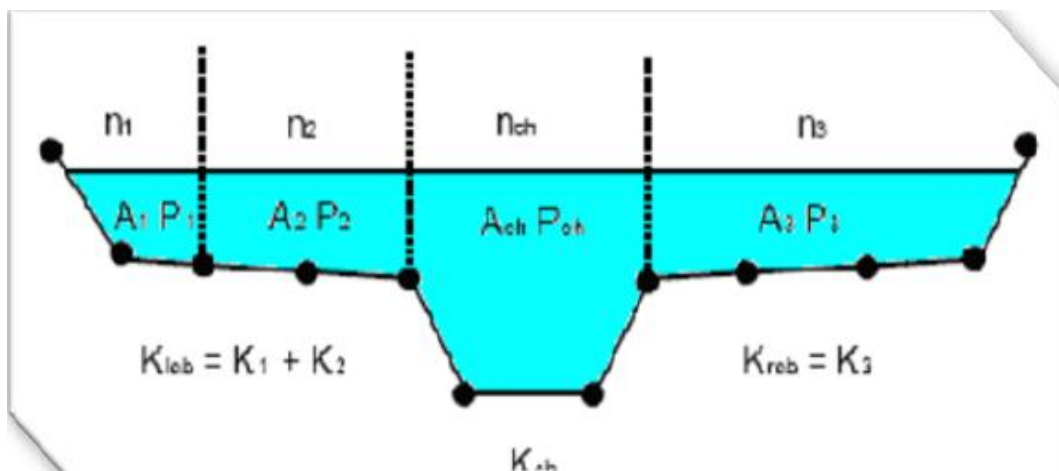
Simulasi aliran di saluran terbuka (*open channel*) merupakan salah satu cara untuk mempelajari pola aliran di sepanjang saluran tersebut. Karakteristik hidrolika aliran di saluran dengan peristiwa banjir merupakan tipe aliran tetap (*steady flow*) di mana dengan program ini dapat diketahui kedalaman dan kecepatan aliran pada masing-masing *cross section* yang berubah seiring waktu. Perhitungan permodelan aliran dilakukan dengan berdasarkan persamaan kontinuitas dan momentum seperti yang sudah dijelaskan di atas. Berikut beberapa contoh gambar penampilan program HEC-RAS



Gambar 2.7 Interface Program Hec-Ras



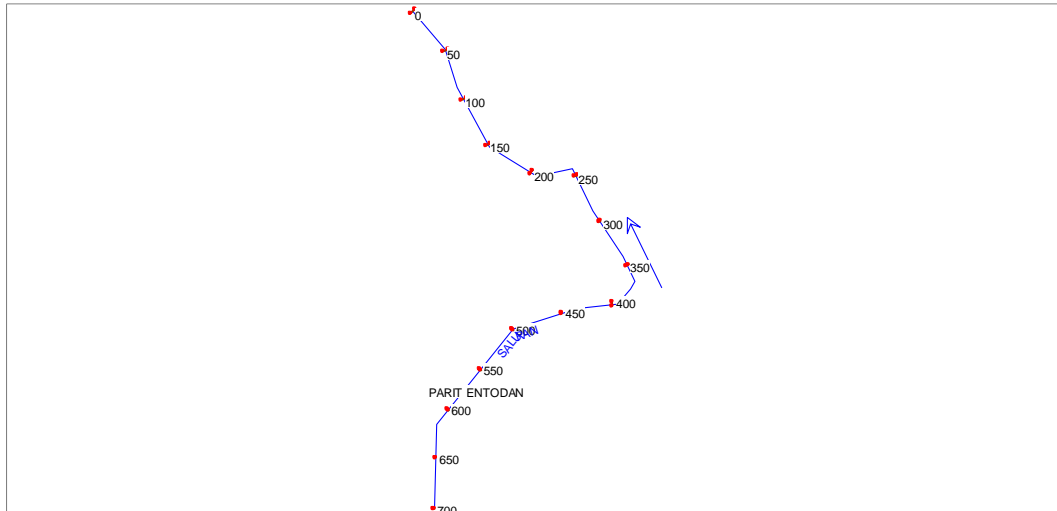
Gambar 2. 8 fitur-fitur Program Hec-Ras



Gambar 2. 9 Visual Tampang Yang Dibagi Beberapa Pias

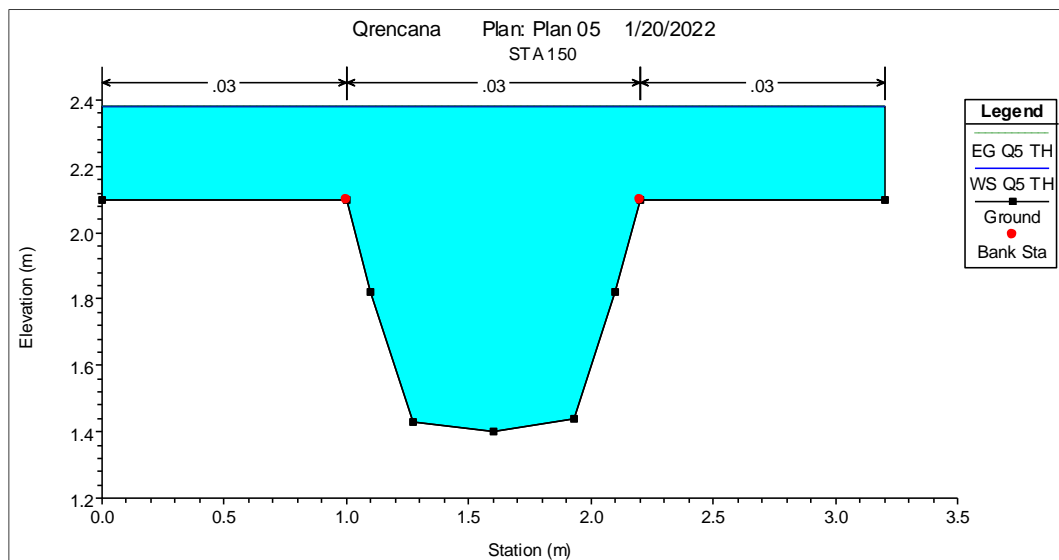
Data cross section merupakan hasil dari survey lapangan menjadi masukan data geometri pemodelan pada program *HEC-RAS*. Berikut ini merupakan contoh potongan melintang sungai hasil pengukuran lapangan. Selanjutnya setelah dilakukan pembuatan geometri pemodelan, maka akan dilakukan pembebanan pada syarat batas/*boundary condition* dengan debit dari hasil perhitungan analisa hidrologi untuk masing-masing *boundary condition*/batas pemodelan. Batas pemodelan di bagian hulu sungai berupa *flow/debit*, debit pada bagian hulu ini merupakan debit yang berasal dari analisa hidrologi dengan skenario debit rata-rata (*low flow*), sedangkan *boundary* di bagian hilir sungai berupa fluktuasi air.

Berikut ini merupakan contoh dari tinggi muka air dan beberapa potongan melintang hasil pemodelan hidrodinamik. Pada bagian hulu *boundary condition* berupa debit hasil analisa hidrologi sedangkan pada bagian hilir sungai/saluran, *boundary condition* berupa fluktuasi muka air.



Gambar 2. 10 Contoh profil melintang hasil pemodelan HEC-RAS

Berikut ini merupakan contoh gambar skematik geometri dari dan tinggi muka air dan beberapa potongan melintang hasil pemodelan hidrodinamik. Pada bagian hulu *boundary condition* berupa debit hasil analisa hidrologi sedangkan pada bagian hilir sungai/saluran, *boundary condition* berupa fluktuasi muka air.



Gambar 2. 11 Contoh tampilan skenario pemodelan hidrodinamik HEC-RAS

Dari hasil pemodelan hidrodinamik dengan menggunakan aplikasi *HEC-RAS* akan didapatkan beberapa parameter hidrolis sebagai berikut:

1. Profil muka air rencana hasil skenario pemodelan. Dengan diketahuinya profil muka air sungai baik profil memanjang ataupun profil melintang, maka akan dapat direncanakan dimensi saluran rencana ataupun ketinggian tanggul rencana, sehingga tidak terjadi limpasan (banjir)
2. Kecepatan aliran yang terjadi pada *segment* parit entodan.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Saluran P.E	700	Q5 TH	0.08	-0.72	2.38		2.38	0.000000	0.01	13.13	7.70	0.00
Saluran P.E	650	Q5 TH	0.08	-0.22	2.38		2.38	0.000000	0.01	10.28	7.20	0.00
Saluran P.E	600	Q5 TH	0.09	0.32	2.38		2.38	0.000000	0.01	7.76	7.30	0.00
Saluran P.E	550	Q5 TH	0.09	-0.52	2.38		2.38	0.000000	0.01	9.53	6.50	0.00
Saluran P.E	500	Q5 TH	0.11	-0.42	2.38		2.38	0.000000	0.01	8.97	6.60	0.00
Saluran P.E	450	Q5 TH	0.08	0.42	2.38		2.38	0.000000	0.02	5.56	5.50	0.00
Saluran P.E	400	Q5 TH	0.08	0.76	2.38		2.38	0.000002	0.03	2.78	3.63	0.01
Saluran P.E	350	Q5 TH	0.05	0.86	2.38		2.38	0.000000	0.01	3.96	4.60	0.00
Saluran P.E	300	Q5 TH	0.05	0.80	2.38		2.38	0.000000	0.01	4.64	5.80	0.00
Saluran P.E	250	Q5 TH	0.06	1.09	2.38		2.38	0.000001	0.03	2.51	3.70	0.01
Saluran P.E	200	Q5 TH	0.07	0.74	2.38		2.38	0.000001	0.03	2.70	3.60	0.01
Saluran P.E	150	Q5 TH	0.15	1.40	2.38		2.38	0.000034	0.12	1.54	3.20	0.04
Saluran P.E	100	Q5 TH	0.24	1.27	2.38		2.38	0.000101	0.17	1.53	2.90	0.06
Saluran P.E	50	Q5 TH	0.27	1.68	2.37		2.37	0.000187	0.24	1.28	2.90	0.10
Saluran P.E	0	Q5 TH	0.96	1.72	2.15	2.15	2.26	0.015389	1.67	0.68	2.90	0.86

Gambar 2. 12 Contoh tabel output hasil pemodelan pada HEC-RAS

2.4.1 Steady Flow Analysis

HEC-RAS mampu memodelkan jaringan sungai, sungai dendritik, maupun sungai tunggal. Regime aliran yang dapat dimodelkan adalah aliran sub-kritik, super-kritik, maupun campuran antara keduanya.

Langkah hitungan profil muka air yang dilakukan oleh modul aliran permanen *HEC-RAS* didasarkan pada penyelesaian persamaan energi (satu-dimensi). Kehilangan energi dianggap diakibatkan oleh gesekan (Persamaan Manning) dan kontraksi/ekspansi (koefisien dikalikan beda tinggi kecepatan). Persamaan momentum dipakai manakala dijumpai aliran berubah cepat (*rapidly varied flow*), misalnya campuran regime aliran sub-kritik dan super-kritik (*hydraulic jump*), aliran melalui jembatan, aliran di percabangan sungai (*stream junctions*).

2.4.2 Unsteady Flow Analysis

Aliran pada sungai pada umumnya berkarakteristik tak tunak atau *unsteady*. Untuk memodelkan aliran tersebut HEC-RAS mampu menghitung aliran yang bertipe aliran tak tetap (*unsteady flow*).

Secara umum tahapan analisis yang dilakukan dengan *software* HEC-RAS ini adalah sebagai berikut :

1. Skematisasi data geometri saluran
2. Input data geometri, data banjir, dan syarat batas sesuai dengan kebutuhan dan skenario analisis
3. *Running* Program HEC-RAS
4. Analisis hasil keluaran dari permodelan menggunakan *software* HEC-RAS

Pada simulasi HEC-RAS terdapat dua indikasi yang menunjukkan terjadinya genangan atau banjir, yaitu muka air maksimal yang melebihi elevasi tertinggi tanggul dan terdapat daerah yang tergenangi oleh air. Melimpasnya air keluar dari saluran menandakan bahwa kapasitas saluran tersebut sudah tidak memenuhi lagi debit yang terjadi.

2.5 Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase

Evaluasi kapasitas saluran drainase dilakukan untuk mengetahui kemampuan saluran drainase yang ada terhadap debit rencana hasil perhitungan. Apabila kapasitas saluran drainase lebih besar dari debit banjir rencana maka saluran tersebut masih layak dan tidak terjadi luapan air. Hal-hal yang dapat dilakukan untuk penanganan saluran yang kapasitasnya tidak mencukupi antara lain normalisasi atau pengerukan sedimen, penambahan tinggi saluran dan pembuatan saluran baru. Dalam rencana perbaikan drainase prinsip dasar yang dipakai adalah sedapat mungkin mempertahankan saluran yang sudah ada, jika tidak memungkinkan maka dilakukan perubahan pada dimensi saluran sesuai dengan debit banjir rencana. Untuk mengetahui kemampuan kapasitas saluran drainase terhadap debit banjir rencana maka digunakan rumus :

$$Q = Q_s - Q_r \dots \dots \dots (2.40)$$

Dimana :

Q_s = debit saluran (m³/detik); Q_r = debit srencana (m³/detik)

2.6 Penelitian Terdahulu

Untuk mendukung penulisan skripsi ini diambil beberapa contoh penelitian yang memiliki keterkaitan dengan judul skripsi ini, yaitu sebagai berikut :

1. Pada penelitian (Jimmi Mulyanto Situmorang, 2015), yaitu yang berjudul Evaluasi Kapasitas Tampung Dan Perencanaan Sistem Drainase Di Kawasan Desa Dalam Kaum Kec. Sambas Kab. Sambas. Hasil penelitiannya menyatakan :
 - Curah hujan yang cukup tinggi dan sistem drainase yang tidak memadai pada ruas-ruas jalan di Desa Dalam Kaum menyebabkan cepat terjadi genangan di daerah tersebut.
 - Dari hasil perhitungan, terdapat 3 buah saluran yang cukup untuk menampung debit banjir rencana, yaitu : saluran pada jl. Wakaf, jl. Perkantoran 2, gg. Rachmat. Serta terdapat 35 buah saluran yang tidak cukup untuk menampung debit hujan rencana, saluran tersebut yaitu : saluran pada jl. Tsafiudin, jl. Istana, jl. muhrum dan seterusnya.
 - Direncanakan 48 saluran pada ruas jalan atau gang yang belum memiliki saluran drainase.
 - Jumlah saluran yang direncanakan adalah sebanyak 84 saluran. Dengan dimensi yang berbeda sesuai jenis salurannya yaitu saluran sekunder dan tersier.
 - Untuk menghitung kapasitas debit yang harus dibuang pada tiap saluran, maka dilakukan akumulasi debit banjir rencana yang berada di hulu saluran ditambah dengan debit pada saluran drainase tersebut. Setelah didapat akumulasi debit banjir rencana. Direncanakan saluran yang terdiri dari saluran tersier dengan lebar atas (T) = 0,90 m, lebar bawah (b) = 0,60 m, tinggi saluran (y) = 0,70 m, dan untuk saluran sekunder dengan lebar atas (T) = 1,50 m, lebar bawah (b) = 0,80 m, tinggi saluran (y) = 0,90 m, saluran drainase yang direncanakan berbentuk trapesium dimana bahan dinding saluran dibuat dari beton.
2. Pada penelitian (Faulia Isnaini, 2019), yaitu yang Berjudul Evaluasi Kapasitas Daya Tampung Saluran Drainase Jalan Damanhuri Pada Kota Samarinda. Hasil penelitiannya menyatakan :

- Kapasitas debit saluran existing banjir drainase adalah sebagai berikut :
 - Saluran Q1= 0,965 m³ /detik - Saluran Q2= 0,694 m³ /detik - Saluran Q3= 0,272 m³ /detik - Saluran Q4= 0,395 m³ /detik - Saluran Q5= 0,518 m³ /detik - Saluran Q6= 0,756 m³ /detik .
- Kapasitas debit saluran existing banjir drainase adalah sebagai berikut :
 1. Periode ulang 2 tahun (2020) = 0,512 m³ /detik.
 2. Periode ulang 5 tahun (2023) = 0,613 m³ /detik.
 3. Periode ulang 10 tahun (2028) = 0,720 m³ /detik.
 4. Periode ulang 25 tahun (2043) = 0,834m³ /detik 3.
- Berapa dimensi rancangan yang mampu menampung debit banjir pada 2043 Tahun.
 - Saluran Q2 :
 - Lebar Bawah Saluran (B) : 0,80 m
 - Tinggi Saluran penampang basah (h) : 0,50 m
 - Tinggi Jagaan (w) : 0,5 m
 Debit Rancangan Saluran Q2= 0,806 Q (m³/dt)
 - Saluran Q4 :
 - Lebar Bawah Saluran (B):0,80 m
 - Tinggi Saluran penampang basah (h): 0,50 m
 - Tinggi Jagaan (w) : 0,50 m
 Debit Rancangan Saluran Q4= 0,834 Q (m³/dt)
 - Saluran Q5
 - Lebar Bawah Saluran (B) : 0,80 m
 - Tinggi Saluran penampang basah (h) :0,50 m
 - Tinggi Jagaan (w) : 0,50 m
 Debit Rancangan Saluran Q5= 0,756 Q (m³/dt)
- 3. Pada penelitian (Edgar Adiputra Winarko, 2018), yaitu Yang Berjudul Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Di Kecamatan Pajajaran, Kabupaten Probolinggo. Hasil penelitian nya menyatakan :

- Nilai koefisien limpasan (C) yang paling dominan di Kecamatan Pajajaran yang memberi kontribusi paling besar terhadap debit limpasan yaitu nilai C untuk kawasan tegalan dan pemukiman.
 - Kapasitas saluran drainase yang telah ada di Kecamatan Pajajaran sebagian besar telah memadai untuk mengalirkan debit banjir rencana.
 - Ukuran saluran drainase yang telah ada memiliki kapasitas yang cukup untuk mengalirkan debit banjir rencana. Namun demikian kapasitas saluran yang ada saat ini hanya sedikit lebih besar dari debit banjir rencana, sehingga memungkinkan terjadinya luapan jika ada perubahan tata guna lahan yang mengakibatkan kenaikan nilai koefisien limpasan di masa yang akan datang.
4. Pada penelitian (Bambang Sulistiono, 2016), yaitu yang Berjudul Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Desa Sariharjo Ngaglik Sleman Yogyakarta. Hasil penelitian nya menyatakan :
- Evaluasi yang didasarkan pada analisis antara kapasitas saluran eksisting dengan banjir rancangan tetapan terdapat 5 (lima) saluran yang harus didisain ulang agar tidak terjadi limpasan ke badan jalan dan daerah sekitarnya. Saluran tersebut segment, S10, S16, S24, S31, dan S36. Hasil dari disain ulang saluran harus diperbesar menjadi dengan lebar 0,30 m dan tinggi 0,60 m unuk S10, S16 dan S24, lebar 0,45 dan tinggi 0,9 m untuk saluran S3, dan lebar 0,30 m dan tinggi 0,60 m untuk S36.

Berdasarkan pada jurnal diatas, ditarik kesimpulan bahwa dengan ada nya Evaluasi terhadap saluran Drainase sangat diperlukan, untuk mengetahui apakah saluran drainase tersebut berfungsi dengan baik atau tidak. Hingga menyebabkan genangan/ banjir atau tidak nya pada suatu kawasan. untuk itu, pada penelitian ini menggunakan metode-metode yang sama dengan metode yang dipakai dari jurnal-jurnal terdahulu yang menggunakan metode kualitatif dalam hal menjawab pertanyaan peneliti, metode observasi atau pengamatan langsung di lapangan juga digunakan untuk mendapatkan data yang diperlukan mengenai kondisi lingkungan serta menggunakan metode literatur untuk mendapatkan teori-teori yang dapat membantu penelitian ini.

Pada Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan program HEC-RAS 6.1.0 untuk memodelkan aliran pada Parit Entodan, Desa Sungai Ringin. Penggunaan program HEC-RAS akan mempermudah dalam proses penginputan data, dan lebih mudah dalam proses pemrogramannya.