

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 TINJAUAN PENELITIAN TERDAHULU

Penelitian terdahulu menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Namun penulis mengangkat beberapa penelitian sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penelitian penulis. Berikut merupakan penelitian terdahulu yang berupa jurnal terkait dengan penelitian :

Rujukan penelitian Prima Surya dan Tirta Cahya pada tahun 2015 dengan judul “Kajian Kapasitas Saluran Drainase Perkotaan Terhadap Curah Hujan Rancangan Dengan Beberapa Periode Ulang”. Penelitian ini dilakukan terkait dengan permasalahan perkembangan pemukiman secara pesat dan tidak terkontrol menyebabkan berkurangnya area resapan air. Penelitian dilakukan di jalan Sriwijaya dikarenakan sering terjadi banjir saat musim penghujan. Penelitian dilakukan dengan menganalisa kapasitas saluran yang ada, sehingga nantinya diperoleh dimensi saluran yang baru. Hasil penelitian yang diperoleh ialah didapatkannya ukuran saluran rencana untuk menanggulangi banjir yang terjadi dengan periode ulang 10 tahun (R10) di saluran drainase antara depan Gapura Genuk Krajan – Wonderia (C1) adalah dengan lebar 4 m dan tinggi 3 m (diperdalam 1 m), saluran drainase antara Wonderia – TBRS (C18) adalah dengan lebar 6,8 m dan tinggi 3,5 m (diperdalam 1 m), saluran drainase antara TBRS – Perpustakaan Daerah (C41) adalah dengan lebar 6,8 m dan tinggi 4 m (diperdalam 1 m), saluran drainase antara Perpustakaan Daerah – Gang Genuk Baru (C19) adalah dengan tinggi 3,5 m (diperdalam 2 m), saluran drainase antara Gang sampai Pertigaan Tegalsari (C20) adalah dengan tinggi 3,5 m (diperdalam 2 m).

Rujukan penelitian Mursitaningsih pada tahun 2009 dengan judul “Kajian Kapasitas Saluran Drainase Perkotaan Terhadap Curah Hujan Rancangan

Dengan Beberapa Periode Ulang”. Mengacu pada permasalahan saluran yang ada di sepanjang daerah Kali Pepe yang sering terjadi genangan setiap musim hujannya maka perlu dilakukan kajian untuk menganalisis kapasitas saluran drainase tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis debit rencana dan kapasitas saluran drainase dengan menggunakan rumus rasional dan kapasitas saluran dihitung dengan rumus kontinuitas dan manning. Sehingga diperoleh 6 bagian saluran yang terjadi luapan air pada debit rencana periode ulang 5-tahunan.

Rujukan penelitian Virda, Anwar, dan Savitri yang berjudul “Perencanaan Sistem Segoromadu 2, Gresik”. Mengacu pada kondisi dimana dimensi saluran drainase eksisting pada Jalan Mayjend Sungkono yang kurang memadai, sedangkan debit yang mengalir terlalu banyak yang tidak mampu untuk menampung dan mengalirkannya secara baik ke saluran pembuangan. Sehingga pada musim penghujan menyebabkan banjir. Hasil dari penelitian ini ialah ada 2 sistem saluran drainase yang berpengaruh pada Jalan Mayjend Sungkono, antar lain saluran drainase Segoromadu 2 dan Segoromadu 3. Setelah dianalisa, maka perlu diadakan pengalihan buangan. Sehingga saluran drainase Varia Usaha Beton Selatan dirubah untuk mengalir menuju saluran drainase Segoromadu 2. Didapatkan elevasi dasar saluran sebesar 4,996 dan debit yang mengalir sebesar 2,15 m³/dt dengan dimensi 0,8 m x 1,6 m sepanjang 250 m dan juga terjadi backwater akibat Kali Lamong. Kapasitas penampang untuk saluran drainase Segoromadu 2 dan saluran drainase Segoromadu 3 telah memadai setelah dilakukan penambahan atau pengurangan luas area

Rujukan penelitian Rifta Pratiwi pada tahun 2012 yang berjudul “Evaluasi Saluran Drainase Kampus Universitas Negeri Yogyakarta Karangmalang”. Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui kelayakan dari saluran drainase yang ada di sekitar Kampus UNY. Analisa data untuk mendapatkan intensitas curah hujan yaitu dengan menggunakan metode analisis untuk memperoleh nilai standar deviasi, mean, koefisien variasi, asimetri, dan kurtosis. Hasil yang

diperoleh ialah saluran drainase yang terdapat di kompleks kampus UNY Karangmalang terdapat dua saluran yaitu : a). saluran layak yaitu saluran S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19, S20, S21, S22, S23, S24; b). saluran tidak layak, saluran tidak layak ini sering terjadi banjir pada saat hujan lebat yaitu pada saluran S10 (depan FMIPA) dengan $Q_s = 0,61 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dan $h_n = 1,5$ meter, saluran SI3 (Jl.Colombo) dengan $Q_s = 2,23 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dan $h_n = 1,47$ meter, saluran SI4 (depan GOR UNY) dengan $Q_s = 2,679 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dan $h_n = 1,45$ meter.

Rujukan penelitian Zammy Luthfiyah pada tahun 2014 dengan judul “Perencanaan Sistem Drainase Kota Rogojampi Kabupaten Banyuwangi”. Dalam penelitian ini analisa perhitungan curah hujan rencana menggunakan Metode Distribusi Log Pearson III dan Distribusi Normal. Dan hasil dari penelitian ini yaitu dapat mengetahui kemampuan dimensi saluran serta membuat permodelan letak saluran baru sistem jaringan drainase Kota Rogojampi.

2.2 TEORI-TEORI DASAR

Banjir adalah peristiwa yang terjadi ketika aliran air yang berlebihan merendam daratan. Pengarahan banjir uni eropa mengartikan banjir sebagai perendaman sementara oleh air pada daratan yang biasanya tidak terendam air. Banjir diakibatkan oleh volume air di suatu badan air seperti sungai atau danau yang meluap atau melimpah sehingga air keluar dari sungai.

Air hujan yang jatuh ke daratan perlu dialirkan atau dibuang agar tidak terjadi genangan atau banjir. Maka diperlukan pengendalian banjir baik berupa non struktur maupun secara struktur. Pengendalian banjir non struktur berupa budaya buang sampah di sungai atau saluran air harus dihilangkan.

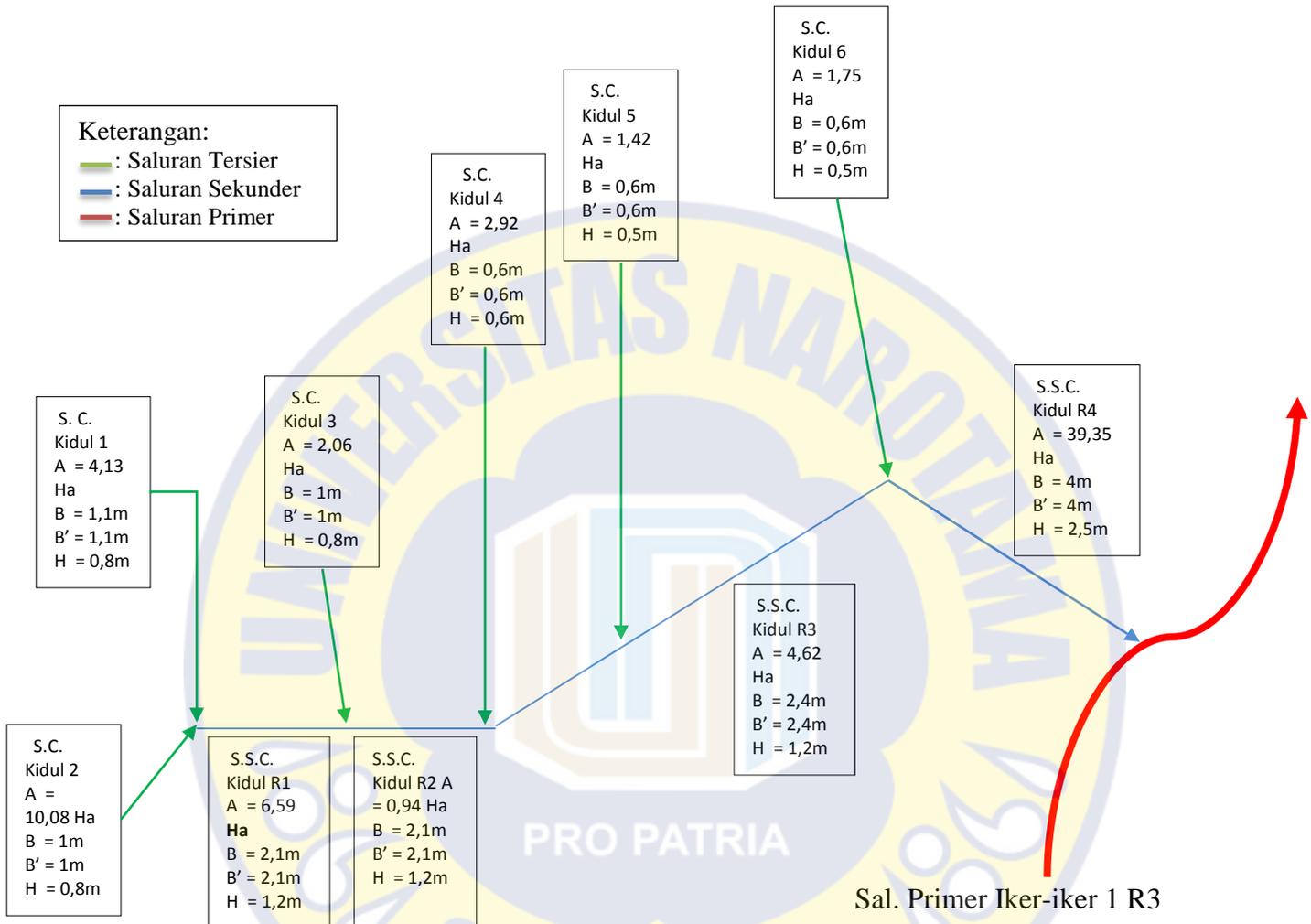
Pengendalian banjir struktur bisa berupa pembuatan saluran drainase ataupun normalisasi saluran drainase. Beberapa fungsi dari saluran drainase dapat dijabarkan sebagai berikut :

- Mengurangi (memperkecil) genangan air atau banjir pada suatu wilayah (terutama yang padat permukiman).
- Memperkecil resiko kesehatan lingkungan yang buruk, lingkungan bebas dari nyamuk dan penyakit lainnya, karena air mengalir dengan lancar sehingga tidak ada genangan.
- Saluran drainase seringkali juga digunakan sebagai pembuangan air rumah tangga. Semua sistem aliran pembuangan rumah tangga dialirkan menuju sistem drainase.
- Menentukan dimensi saluran drainase, intensitas hujan dengan periode ulang tertentu di suatu sistem drainase digunakan sebagai dasar dalam analisa perhitungan karena kuantitasnya jauh lebih besar dibandingkan dengan aliran dari rumah tangga atau domestik lainnya.

Beberapa istilah yang dipakai dalam perencanaan ini, pada dasarnya merupakan definisi-definisi yang secara umum dipakai pada lingkup pekerjaan drainase, yaitu antara lain :

- Aliran Permukaan (*Overland Flow*)
- Limpasan (*Run Off*)
- Aliran Dasar (*Base Flow*)
- Saluran Tepi Jalan (*Side Ditch / Road Side Drain*)
- Badan Air (*Receiving Water/s*)
- Saluran Tersier (*Tertiary Channel*)
- Saluran Sekunder (*Secondary Channel*)
- Saluran Primer (*Primary Channel*)
- Boezem
- Basin Drainage Channel
- Urban Drainage Channel
- Controll Drainage Channel
- Banjir
- Outlet

- Inlet
- Pompa



Gambar 2.1 Tipikal Skema Konstruksi Sistem Drainase

2.3 ANALISA HIDROLOGI

Analisa hidrologi adalah melakukan analisa hidroklimatologi dengan teknis analisa secara kuantitatif yang mengacu pada berbagai metode yang relevan dengan memperhatikan berbagai karakteristik geografis yang terkait, diharapkan dapat diperoleh informasi berupa besaran hidrologi yang diperlukan untuk perencanaan bangunan. Tujuan analisa hidrologi untuk memperoleh debit banjir rancangan/rencana sesuai dengan periode ulang tertentu dan selanjutnya digunakan untuk kapasitas saluran (analisa hidrolika).

2.3.1. ANALISA DATA HIDROMETRI

Berdasarkan data pengukuran kecepatan aliran dan pengukuran penampang saluran/sungai maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan debit saluran/sungai.

Debit aliran dihitung berdasarkan persamaan:

$$Q = \sum_{i=1}^n (V_i * A_i)$$

dimana :

Q = debit total pada penampang saluran/sungai (m³/det)

V_i = kecepatan aliran pada masing-masing pias (m/det)

A_i = luas penampang masing-masing pias, untuk metode pelampung adalah luas rata-rata pias hulu dan hilir (m²)

n = jumlah pias pada suatu penampang

2.3.2. DAERAH PENGALIRAN (*CATCHMENT AREA*)

Luas daerah pengaliran/pematusan sistem pematusan sangat menentukan besarnya debit banjir yang akan dialirkan oleh saluran, sedangkan batas dari daerah pengaliran ini didasarkan dari aliran yang masuk ke dalam saluran yang ditinjau. Menentukan batas daerah pengaliran dari saluran diperlukan survey lapangan dan wawancara dengan masyarakat sekitar di setiap sistem saluran.

2.3.3. PENGGUNAAN LAHAN

Pola penggunaan lahan berpengaruh pada koefisien resapan pada saat terjadi hujan yang selanjutnya akan menentukan besarnya debit atau limpasan permukaan. Penggunaan lahan eksisting dilakukan dengan mencocokkan peta dan juga survey lapangan. Sedangkan untuk perencanaan harus disesuaikan dengan perkembangan kota sehingga untuk penggunaan lahan rencana akan digunakan penggunaan lahan rencana berdasarkan tata ruang yang berlaku.

Setiap jenis penggunaan lahan mempunyai koefisien pengaliran (C) yang didasarkan pada fungsi peruntukan. Setiap daerah aliran memiliki penggunaan lahan yang bervariasi, maka nilai koefisien pengalirannya merupakan gabungan dari variasi penggunaan lahan tersebut. Persamaan yang akan dipakai adalah sebagai berikut :

$$C_{gabungan} = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + \dots + (C_n \cdot A_n)}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

dimana :

C = koefisien pengaliran dari daerah aliran aluran no. 1 s/d n

A = luas daerah aliran aluran dari no. 1 s/d n (km²)

Tabel 2.1 Jenis Penggunaan Lahan dan Koefisien Pengaliran

Penggunaan Lahan	Koefisien Pengaliran (C)
Daerah Perdagangan	
- penting, padat	0,70 - 0,90
- kurang padat	0,50 - 0,70
Daerah Industri	
- ringan	0,50 - 0,80
- berat	0,60 - 0,90
Daerah Pemukiman	
- perumahan tunggal	0,30 - 0,50
- perumahan kopel berjauhan	0,40 - 0,60
- perumahan kopel berdekatan	0,60 - 0,75
- perumahan pinggir kota	0,25 - 0,40
- apartemen	0,50 - 0,70
Jalan	
- aspal	0,70 - 0,95
- beton	0,80 - 0,95
- bata/paving	0,70 - 0,85
Lahan berumput	
- tanah berpasir : - landai (2 %)	0,05 - 0,10
- curam (7 %)	0,15 - 0,20
- tanah berat : - landai (2 %)	0,13 - 0,17
- curam (7 %)	0,25 - 0,35
Taman dan makam	0,10 - 0,25
Taman bermain	0,20 - 0,35
Lahan kosong/terlantar	0,10 - 0,30

Sumber : Design and Constrution of sanitary and storm Sewers

2.3.4. PERIODE ULANG RENCANA

Dalam merencanakan saluran drainase digunakan periode ulang tertentu sesuai dengan jenis salurannya. Kawasan lahan terbuka hijau dapat dibuat desain dengan periode ulang yang lebih rendah dari kawasan pemukiman dan kawasan-kawasan terbangun lainnya. Periode ulang untuk perencanaan bagian-bagian komponen sistem drainase disajikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.2. Periode Ulang untuk Perencanaan

Jenis Saluran Pematusan	Periode Ulang (tahun)
<i>Urban Drainage</i>	> 25
<i>Urban Flood Control Drainage</i>	5 - 20
Saluran Primer	5 - 10
Saluran Sekunder	2 - 5
Saluran Tersier	1,25 - 2

Sumber : Standar Nasional Indonesia (SNI)

Tabel 2.3. Penentuan Periode Ulang Berdasarkan Tipologi/jenis Kota

No.	Jumlah Kota	Jumlah Penduduk (orang)	Debit Rencana Saluran		
			Primer (tahun)	Sekunder (tahun)	Tersier (tahun)
1	Kota Besar	500.000 s/d 1.000.000	10	5	2
2	Kota Sedang	200.000 s/d 500.000	5	2	1
3	Kota Kecil	100.000 s/d 200.000	2	1	1

Sumber : Standar Nasional Indonesia (SNI) atau pedoman Teknik yang dikeluarkan oleh Departemen Kimpraswil

Pemilihan debit rencana dapat dilakukan dengan menggunakan Standar Debit Rencana yang telah berlaku secara umum dan tertuang di dalam Standar Nasional Indonesia (SNI).

Tabel 2.4. Rekomendasi Periode Ulang Minimum (tahun) Banjir Rencana

Sistem Saluran	Tinjauan Berdasarkan Tipe Proyek Atau Jumlah Penduduk	Tahap Awal	Tahap Akhir
Sungai	Proyek mendesak	5	10
	Proyek baru	10	25
	Proyek peningkatan	25	50
	<ul style="list-style-type: none"> • Daerah perkotaan/pedesaan dengan jumlah penduduk < 2 juta jiwa • Daerah perkotaan/pedesaan dengan jumlah penduduk > 2 juta jiwa 	25	100
Drainase Utama (luas > 500 ha)	• Daerah pedesaan	1	2
	• Daerah perkotaan dengan jumlah penduduk < 500 ribu jiwa	2	5
	• Daerah perkotaan dengan jumlah penduduk antara 500 ribu – 2 juta jiwa	2	5
	• Daerah perkotaan dengan jumlah penduduk > 2 juta jiwa	5	10
Drainase Tersier (luas < 10 ha)	Daerah pedesaan dan perkotaan	1	2

Sumber : Standar Nasional Indonesia (SNI) atau pedoman Teknik yang dikeluarkan oleh Departemen Kimpraswil

2.1.5. ANALISA CURAH HUJAN RENCANA

Besarnya curah hujan yang terjadi sangat berpengaruh pada limpasan aliran permukaan yang nantinya juga akan berpengaruh pada debit yang mengalir di dalam saluran pematuan. Ketinggian curah hujan yang terjadi persatuan waktu, dimana air tersebut terkonsentrasi disebut dengan intensitas hujan.

a. Data Hujan

Untuk mengetahui intensitas hujan didahului dengan pengumpulan data curah hujan harian dari stasiun penakar hujan yang berpengaruh di wilayah pekerjaan. Semakin banyak data stasiun hujan yang ditinjau dan semakin panjang data yang digunakan hasilnya semakin teliti.

b. Distribusi Curah Hujan Wilayah/Rata – Rata Daerah [Area DAS]

Untuk mendapatkan gambaran mengenai distribusi hujan di seluruh daerah aliran sungai, maka dipilih beberapa stasiun yang tersebar di seluruh DAS. Stasiun terpilih adalah stasiun yang berada dalam cakupan areal DAS dan memiliki data pengukuran iklim secara lengkap. Beberapa metode yang dapat dipakai untuk menentukan curah hujan rata-rata adalah metode *Thiessen*, *Arithmetik* dan *Peta Isohyet*. Untuk keperluan pengolahan data curah hujan menjadi data debit diperlukan data curah hujan bulanan, sedangkan untuk mendapatkan debit banjir rancangan diperlukan analisis data dari curah hujan harian maksimum. Metode yang umum dipakai adalah metode *Thiessen*.

Pada metode Thiessen dianggap bahwa data curah hujan dari suatu tempat pengamatan dapat dipakai untuk daerah pengaliran di sekitar tempat itu. Metode perhitungan dengan membuat poligon yang memotong tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung dua stasiun hujan. Dengan demikian tiap stasiun penakar R_n akan terletak pada suatu wilayah poligon tertutup A_n . Perbandingan luas poligon untuk setiap stasiun yang besarnya A_n/A . Thiessen memberi rumusan sebagai berikut:

$$R = \frac{A_1 * R_1 + A_2 * R_2 + \dots + A_n * R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

dimana :

R : Curah hujan daerah rata-rata

R_1, R_2, \dots, R_n : Curah hujan ditiap titik pos Curah hujan

A_1, A_2, \dots, A_n : Luas daerah Thiessen yang mewakili titik pos curah hujan

n : Jumlah pos curah hujan

Pada metode *aritmetik* dianggap bahwa data curah hujan dari suatu tempat pengamatan dapat dipakai untuk daerah pengaliran di sekitar

tempat itu dengan merata-rata langsung stasiun penakar hujan yang digunakan. Metode *isohyet* menggunakan peta dengan garis-garis yang menghubungkan tempat-tempat dengan curah hujan yang sama. Besar curah hujan rata-rata bagi daerah seluruhnya didapat dengan mengalikan CH rata-rata diantara kontur-kontur dengan luas daerah antara kedua kontur, dijumlahkan dan kemudian dibagi luas seluruh daerah. CH rata-rata di antara kontur biasanya diambil setengah harga dari kontur.

c. Perhitungan Curah Hujan Rencana

Sebagaimana dijelaskan sebelumnya, untuk daerah yang tidak memiliki data debit (banjir maksimum tahunan) maka debit banjir rencananya dihitung dengan metode curah hujan – limpasan (rainfall – runoff). Perhitungannya dimulai dari curah hujan rencana yang dikonversi menjadi curah hujan jam-jaman kemudian dikali karakteristik daerah aliran sungainya yang dikenal dengan nama hidrograf satuan atau hidrograf satuan sintetis. Sedangkan curah hujan rencana yang dalam hal ini adalah curah hujan harian diperoleh dari data curah hujan harian maksimum tahunan diolah dengan metode analisis frekuensi.

Analisis frekuensi data curah hujan rencana dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa distribusi probabilitas yang banyak digunakan dalam Hidrologi, yaitu : Distribusi Gumbel Tipe I dan Distribusi Log Pearson III. Persyaratan pemakaian distribusi tersebut didasarkan pada nilai Koefisien Skewness dan Koefisien Kurtosis, seperti persyaratan yang tercantum pada table di bawah ini.

Tabel 2.5. Persyaratan Pemilihan Distribusi Frekuensi

Distribusi Frekwensi	Parameter Data Statistik	
	Koefisien Skewness (Cs)	Koefisien Kurtosis (Ck)
Gumbel	1.14	5.4
Distribusi Normal	$-0.015 \leq Cs \leq 0.05$	$2.7 \leq Ck \leq 3.3$
Log Pearson type III	Bebas*	$1.5 Cs^2 + 3$

Sumber : Hidrologi Sri Harto BR ; Hidrologi Jilid 1 Soewarno

1) Distribusi Gumbel Tipe I

Persamaan PDF dari Distribusi Gumbel Tipe I adalah :

$$p(x) = \alpha e^{-\alpha(x-\beta)} - e^{-\alpha(x-\beta)}$$

sedangkan persamaan CDF adalah :

$$P(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

Distribusi ini mempunyai 2 parameter, yaitu :

α = Parameter konsentrasi

β = Ukuran gejala pusat

Karakteristik dari distribusi ini adalah :

Koefisien skewness = 1,139

Koefisien Kurtosis = 5,4

Parameter distribusi diperoleh dengan menggunakan metoda momen,

hasilnya adalah :

$$\alpha = \frac{1,2825}{\sigma}$$

$$\beta = \mu - 0,45 \sigma$$

Faktor frekuensi K untuk distribusi Gumbel Tipe I adalah :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (R_i - \bar{R})^2}{n-1}}$$

$$K = \frac{(Y_T - Y_n)}{S_n}$$

$$Y_T = -\ln(-\ln\left(\frac{T-1}{T}\right))$$

Rumus periode ulang menggunakan metode Gumbel Tipe I adalah :

$$RT = \bar{R} + K.S$$

dimana :

Y_T = Reduced variabel Y

T = Periode ulang (tahun)

Y_n = Nilai rata-rata dari reduced variabel Y, merupakan fungsi dari jumlah data n

S_n = Simpangan baku dari reduced variabel Y, merupakan fungsi dari jumlah data n

Tabel 2.6. *Reduced Variate* Sebagai Fungsi Waktu Balik
 $Y_T = -\ln [-\ln\{(T_r - 1)/ T_r\}]$

T_r (tahun)	Reduced Variate	T_r (tahun)	Reduced Variate
5	1,4999	200	5,2958
10	2,2504	500	6,2136
100	4,6001	1000	6,9072

Sumber : CD. Soemarto. 1987-235

Tabel 2.7. Hubungan *Reduced Mean* Y_n Dengan Besarnya Sample n

n	Y_n	n	Y_n	n	Y_n
10	0,4952	41	0,5442	72	0,5552
11	0,4996	42	0,5448	73	0,5555
12	0,5035	43	0,5453	74	0,5557
13	0,5070	44	0,5458	75	0,5559
14	0,5100	45	0,5463	76	0,5561
15	0,5128	46	0,5468	77	0,5563
16	0,5157	47	0,5473	78	0,5565
17	0,5181	48	0,5477	79	0,5567
18	0,5202	49	0,5481	80	0,5569
19	0,5220	50	0,5485	81	0,5570
20	0,5236	51	0,5489	82	0,5572
21	0,5252	52	0,5493	83	0,5574
22	0,5268	53	0,5497	84	0,5576
23	0,5283	54	0,5501	85	0,5578
24	0,5296	55	0,5504	86	0,5580
25	0,5309	56	0,5508	87	0,5581
26	0,5320	57	0,5511	88	0,5583
27	0,5332	58	0,5515	89	0,5585
28	0,5343	59	0,5518	90	0,5586
29	0,5353	60	0,5521	91	0,5587
30	0,5362	61	0,5524	92	0,5589
31	0,5372	62	0,5527	93	0,5591
32	0,5380	63	0,5530	94	0,5592
33	0,5388	64	0,5533	95	0,5593
34	0,5396	65	0,5535	96	0,5595
35	0,5402	66	0,5538	97	0,5596
36	0,5410	67	0,5540	98	0,5598
37	0,5418	68	0,5543	99	0,5599
38	0,5424	69	0,5545	100	0,5600
39	0,5430	70	0,5548		
40	0,5436	71	0,5550		

Sumber :CD. Soemarto. 1987-236

Tabel 2.8. Hubungan *Standart Deviation* S_n Dengan Besarnya Sample n

n	S_n	n	S_n	n	S_n
10	0,9496	41	1,1436	72	1,1873
11	0,9676	42	1,1458	73	1,1881
12	0,9833	43	1,1480	74	1,1890
13	0,9971	44	1,1499	75	1,1898
14	1,0095	45	1,1519	76	1,1906
15	1,0206	46	1,1538	77	1,1915
16	1,0316	47	1,1557	78	1,1923
17	1,0411	48	1,1574	79	1,1930
18	1,0493	49	1,1590	80	1,1938
19	1,0565	50	1,1607	81	1,1945
20	1,0628	51	1,1623	82	1,1953
21	1,0696	52	1,1638	83	1,1959
22	1,0754	53	1,1658	84	1,1967
23	1,0811	54	1,1667	85	1,1973
24	1,0864	55	1,1681	86	1,1980
25	1,0915	56	1,1696	87	1,1987
26	1,0961	57	1,1708	88	1,1994
27	1,1004	58	1,1721	89	1,2001
28	1,1047	59	1,1734	90	1,2007
29	1,1086	60	1,1747	91	1,2013
30	1,1124	61	1,1759	92	1,2020
31	1,1159	62	1,1770	93	1,2026
32	1,1193	63	1,1782	94	1,2032
33	1,1226	64	1,1793	95	1,2038
34	1,1255	65	1,1803	96	1,2044
35	1,1285	66	1,1814	97	1,2049
36	1,1313	67	1,1824	98	1,2055
37	1,1339	68	1,1834	99	1,2060
38	1,1363	69	1,1844	100	1,2065
39	1,1388	70	1,1854		
40	1,1413	71	1,1863		

Sumber :CD. Soemarto. 1987-236

2) Distribusi Log Pearson III

Persamaan PDF dari Distribusi Log Pearson III adalah :

$$p(x) = \frac{1}{\alpha x \Gamma(\beta)} \left[\frac{\ln x - \gamma}{\alpha} \right]^{\beta-1} e^{-\left[\frac{\ln x - \gamma}{\alpha} \right]}$$

Distribusi ini mempunyai 3 parameter, yaitu :

α = Parameter skala

β = Parameter bentuk

γ = Parameter lokasi

Untuk menghitung variabel acak x dengan periode ulang tertentu, digunakan rumus berikut :

$$X_T = e^{\mu_y + K\sigma_y}$$

Dimana :

μ_y = Nilai rata-rata dari logaritma sampel data variabel x (ln x)

σ_y = Nilai simpangan baku dari logaritma sampel data variabel x (ln x)

K = Faktor frekuensi Distribusi Pearson III

Sumber : I made Kamiana.2011.Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air

e. Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Untuk menentukan kecocokan (the goodness of fit) distribusi frekuensi empiris dari sampel data terhadap fungsi distribusi frekuensi teoritis yang diperkirakan dapat menggambarkan/mewakili distribusi empiris tersebut, diperlukan pengujian secara statistik. Terdapat dua cara pengujian yaitu:

Uji Chi Kuadrat (*Chi-Square Test*)

Metode ini digunakan untuk menguji apakah distribusi pengamatan dapat disamai dengan baik oleh distribusi teoritis, yakni menguji kebenaran distribusi yang digunakan pada perhitungan frekwensi analisis. Uji Chi Kuadrat ini menggunakan parameter X^2 , dimana metode ini diperoleh berdasarkan rumus :

$$X^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

$$G = 1 + 1,33 \text{ Ln } (n)$$

$$Dk = G - R - I$$

$$P(X_m) = \frac{m}{N + 1}$$

$$T = \frac{N + 1}{m}$$

Dimana :

X^2 = parameter Chi – Kuadrat terhitung

O_i = jumlah nilai pengamatan

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke – i

G = jumlah sub kelompok

Dk = derajat kebebasan

R = konstanta ($R = 2$ untuk distribusi normal dan binomial serta $R = 1$ untuk distribusi poisson)

P = peluang

N = jumlah data (lama pengamatan)

m = no urut kejadian

2.1.6. ANALISA DEBIT BANJIR RENCANA

Debit banjir rencana adalah debit banjir yang digunakan sebagai dasar untuk merencanakan tingkat pengamanan bahaya banjir pada suatu kawasan dengan penerapan angka-angka kemungkinan terjadinya banjir terbesar.

a. Waktu Konsentrasi (t_c)

Sebagaimana yang tercantum pada rumus diatas, Intensitas curah hujan tergantung dari waktu konsentrasi (t_c), dimana t_c adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan untuk mengalir dari titik yang terjauh pada daerah aliran saluran sampai dengan titik yang ditinjau pada saluran. Waktu konsentrasi (t_c) terdiri dari waktu yang diperlukan oleh air hujan untuk mengalir dipermukaan tanah sampai

ke saluran terdekat (t_o) ditambah dengan waktu yang diperlukan bagi air hujan mengalir di saluran sampai ke titik yang ditinjau (t_d).

Waktu pengaliran di lahan dipengaruhi oleh kecepatan air yang mengalir dari lahan ke saluran pematuan terdekat, kecepatan aliran di lahan ini dipengaruhi oleh kemiringan lahan dan peruntukan lahannya. Besar kecepatan aliran di lahan ditunjukkan oleh Nomogram pada Gambar 3.4. yang menampilkan hubungan antara variabel-variabel tersebut di atas.

Sedangkan harga t_o didapatkan dari perhitungan dengan perumusan sebagai berikut :

$$t_o = \frac{L_o}{60 V_o}$$

dimana :

t_o = Waktu pengaliran di lahan (menit)

L_o = Panjang aliran diatas permukaan lahan (m)

V_o = Kecepatan aliran pada lahan (m/dt)

Faktor-faktor yang mempengaruhi waktu konsentrasi adalah panjang aliran, kemiringan medan, dan kekasaran saluran (angka Manning). Sedangkan harga t_d didapatkan dari perhitungan dengan perumusan sebagai berikut :

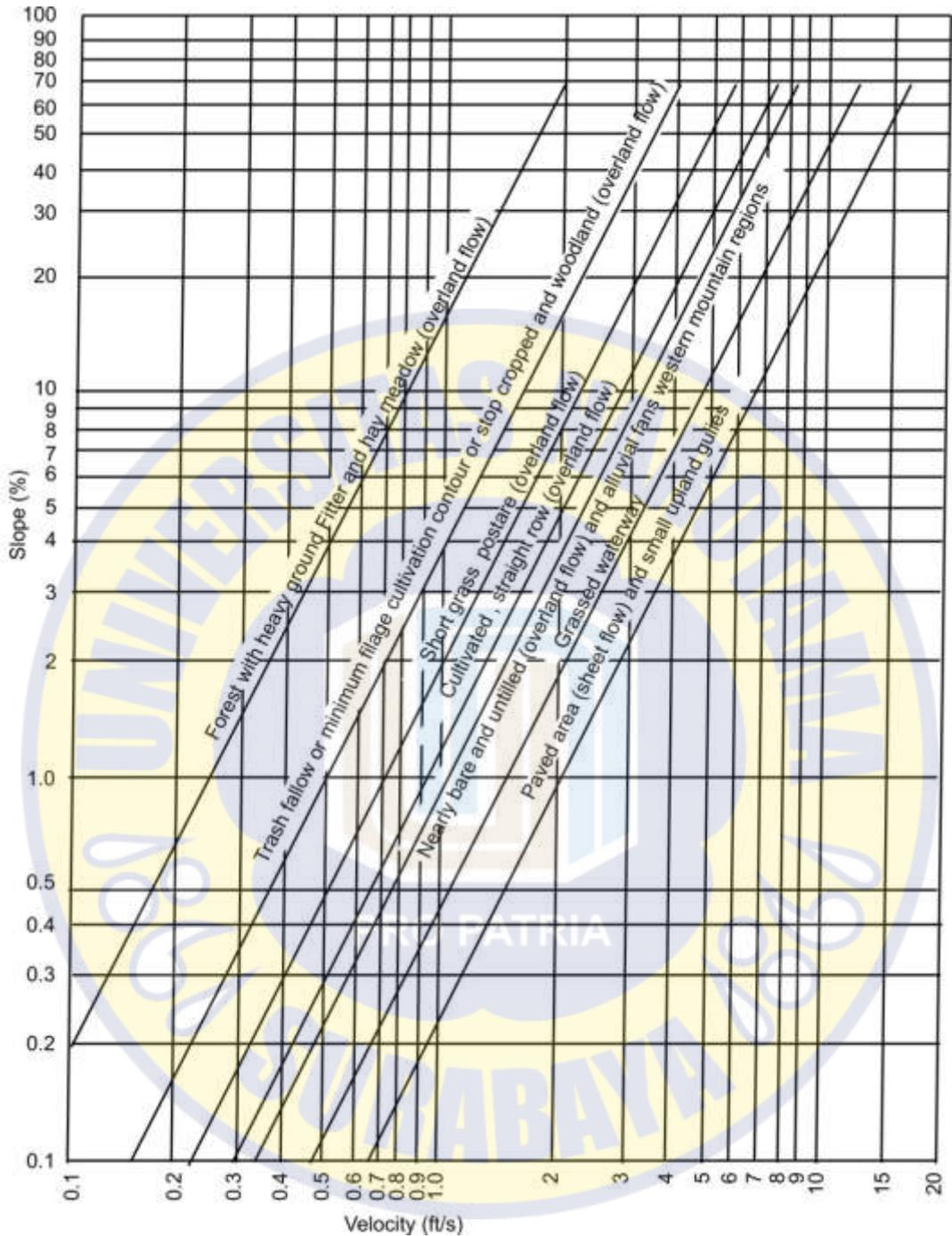
$$t_d = \frac{L}{60 V}$$

dimana :

t_d = Waktu pengaliran di saluran (menit)

L = Panjang saluran (m)

V = Kecepatan aliran di saluran (m/dt)



Gambar 2.2 Kecepatan Rata-rata di Atas Permukaan Lahan
(from U.S.SCS, 1975 th)

Sehingga untuk mencari waktu konsentrasi pada suatu titik (t_c) sebagai berikut:

$$t_c = t_o + t_d$$

$$= \frac{L_o}{60 V_o} + \frac{L}{60 V}$$

dimana :

- t_c = Waktu konsentrasi (menit)
- t_o = Waktu pengaliran di lahan (menit)
- t_d = Waktu pengaliran di saluran (menit)

b. Metode Rasional

Dengan menghitung luas daerah aliran yang mempengaruhi sistem drainase yang bersangkutan serta peruntukan lahannya guna mengetahui nilai koefisien pengalirannya maka dapat dihitung debit rencana yang akan mengalir melewati saluran. Debit rencana dihitung dengan menggunakan metode Rasional yang persamaannya adalah sebagai berikut :

$$Q = 1/3,6 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Dimana :

- Q = Debit rencana ($m^3/detik$)
- C = Koefisien Pengaliran (*Runoff*)
- I = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)
- A = Luas Daerah Pengaliran (Km^2)

Untuk mengetahui intensitas curah hujan digunakan rumus mononobe sebagai berikut:

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

Dimana:

I = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

tc = Waktu konsentrasi (menit)

2.4 ANALISA HIDROLIKA

Perhitungan analisa hidrolika saluran akan digunakan dengan cara Manning's. Kondisi aliran yang digunakan pada perencanaan hidrolika untuk menghitung dimensi saluran, debit dan kecepatan didalam saluran adalah kondisi aliran tetap (*steady flow*). Konsep dari aliran tetap ini adalah kemiringan garis energi sama dengan kemiringan permukaan air dan sama pula dengan kemiringan dasar saluran. Kondisi ini hanya dapat terjadi pada kondisi dimana debit tidak berubah terhadap jarak dan kedalaman air tidak berubah terhadap waktu. Kenyataannya bahwa dalam peristiwa banjir kondisi tadi sering tidak dapat dipenuhi, namun untuk kondisi banjir yang berubah relatif cukup lambat seperti kondisi pada saluran tersier maka rumus-rumus aliran seragam masih dapat digunakan. Adapun perumusan yang digunakan adalah perumusan Manning.

1. Penampang Hidraulik

Secara umum bentuk saluran harus diusahakan sedemikian rupa agar dapat dicapai radius hidraulik yang seoptimal mungkin, dalam hal ini penampang yang memenuhi syarat (ideal) untuk debit rendah maupun besar dalam rangka mempertahankan kecepatan aliran dan debit yang maksimal adalah bentuk penampang setengah lingkaran atau *elips*, namun kondisi ini tidak selalu dapat direalisasikan mengingat keterbatasan lahan.

Pendekatan yang terbaik untuk saluran terbuka adalah berbentuk trapesium untuk daerah yang tersedia lahannya agar tetap efektif, atau bentuk tanggul tegak untuk daerah yang tidak memungkinkan untuk pembebasan lahan. Perlu diperhatikan pula bahwa kemiringan dinding saluran (z = perbandingan horisontal dengan vertikal) terutama tergantung pada jenis bahan yang akan digunakan untuk tanggul saluran dan

disesuaikan dengan kondisi tanah yang akan menahan tanggul saluran tersebut, dengan demikian perlu perhitungan struktur untuk mengetahui kemiringan yang dibutuhkan tanggul saluran.

2. Kapasitas Saluran Drainase

Dasar analisa perencanaan dimensi saluran drainase menggunakan beberapa persamaan rumus sebagai berikut:

$$A = b * h \quad (\text{profil segi empat})$$

$$A = \frac{(b_1 + b_2)}{2} * h \quad (\text{profil trapesium})$$

$$P = b + 2h \quad (\text{profil segi empat})$$

$$P = b + 2h\sqrt{m^2 + 1} \quad (\text{profil trapesium})$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$v = \frac{1}{n} * R^{2/3} * S^{1/2}$$

$$Q = A * v$$

dimana :

$$Q = \text{Debit banjir yang dialirkan (m}^3/\text{dt)}$$

$$A = \text{luas penampang saluran (m}^2\text{)}$$

$$v = \text{kecepatan aliran (m/dt)}$$

$$n = \text{koefisien Kekasaran Manning}$$

$$R = \text{jari-jari hidrolis} = A/P \quad (\text{m})$$

$$P = \text{keliling basah saluran (m)}$$

$$S = \text{kemiringan dasar saluran}$$

3. Kemiringan Dasar Saluran

Kemiringan memanjang dasar saluran ($Slope=S$) biasanya didasarkan pada keadaan topografi di lapangan, dan juga tergantung dari elevasi *outlet* saluran.

4. Jagaan (*Freeboard*)

Jagaan atau *freeboard* suatu saluran adalah jarak vertikal permukaan air kondisi rencana dengan puncak tanggul saluran atau muka tanah di kiri dan kanan saluran. Jagaan ini dimaksudkan agar saluran dapat menerima banjir dengan periode ulang yang lebih tinggi dengan kondisi penampang penuh (*full bank capacity*). Tinggi jagaan yang akan digunakan dalam perencanaan ini tergantung pada fungsi dan jenis dari masing-masing saluran tersebut. Dibawah ini akan ditampilkan tabel tentang tinggi jagaan dari setiap jenis saluran.

Tabel 2.9. Nilai Tinggi Jagaan yang Disarankan untuk Desain Saluran

Komponen	Tinggi jagaan yang disarankan (m)
Saluran tersier / saluran pematusan kolektor	0,1 – 0,2
Saluran sekunder	0,2 – 0,4
Saluran primer	0,4 – 0,6
Sungai (<i>Basin Drainage</i>)	1,0

Sumber : SDMP 2018

5. Koefisien Manning's (n)

Penentuan besarnya harga koefisien kekasaran Manning (n) dapat berarti memperkirakan hambatan aliran pada aliran tertentu suatu saluran yang benar-benar tidak dapat diperhitungkan. Koefisien Manning's (n)

merupakan nilai kekasaran dari penampang saluran yang dipengaruhi oleh bahan pembentuk dinding dan dasar saluran seperti misalnya saluran tanah, saluran berdinding pasangan beton dan dasar tanah, saluran berdinding pasangan batu kali diplester dan dasar tanah ataupun bermacam-macam bahan pembentuk saluran lainnya, adapun beberapa faktor yang mempunyai pengaruh pada penentuan koefisien kekasaran Manning (n) antara lain kekasaran permukaan saluran, ketidak teraturan saluran, trase saluran, pengendapan dan penggerusan di saluran, serta hambatan lain yang berupa pembangunan jembatan disepanjang saluran.

Tabel 2.10. Harga Koefisien Manning's

Jenis Saluran	Nilai “n”Manning
Aliran Permukaan	0,035
Saluran tanah tanpa pasangan	0,035
Saluran pasangan :	
Batu kali/beton, pada sisinya saja	0,025
Batu kali dengan plesteran/beton, pada kedua sisi dan dasar	0,020