

**DIKTAT**

**TEORI DASAR  
SISTEM DRAINASE PERKOTAN**

**OLEH**

**Ir. NURMAIDAH,MT**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**



**DIKTAT**

**TEORI DASAR  
SISTEM DRAINASE PERKOTAN**

**OLEH**

**Ir. NURMAIDAH,MT**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

## DAFTAR ISI

NO	JUDUL	HAL
I	PENDAHLUAN	1
	Drainase	1
II	ANALISA HIDROLOGI	3
	2.1 Analisa Hidrologi	3
	2.2 Analisa Curah Hujan Rencana	4
	2.3 Analisa Frekuensi curah Hujan	5
	2.4 Uji Keselarasan Distribusi	10
	2.5 Intensitas Curah Hujan	11
	2.6 Perhitungan Debit Banjir Rencana	12
	2.7 Koefisien Pngaliran	13
	2.8 Daerah Tangkapan Air (catchment area)	14
	2.9 Kemiringan Tanha	15
III	ANALISA HIDROLIKA	16
	3.1 Analisa Hidrolika	16
	3.2 Saluran	17
	3.3 Perhitungan Dimensi Saluran	18
IV	DAFTAR PUSTAKA	22

# PENDAHULUAN

## 1.1 Drainase

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya). Menurut Dr.Ir. Suripin, M.Eng. (2004;7) drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut. Dari sudut pandang yang lain, drainase adalah salah satu unsur dari prasarana umum yang dibutuhkan masyarakat kota dalam rangka menuju kehidupan kota yang aman, nyaman, bersih, dan sehat. Prasarana drainase di sini berfungsi untuk mengalirkan air permukaan ke badan air. Selain itu juga berfungsi sebagai pengendali kebutuhan air permukaan dengan tindakan untuk memperbaiki daerah becek, genangan air dan banjir. Kegunaan adanya saluran drainase ini adalah untuk mengeringkan daerah becek dan genangan air sehingga tidak ada akumulasi air tanah, menurunkan permukaan air tanah pada tingkat ideal, mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan yang ada, mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi bencana banjir.

Sebagai salah satu sistem dalam perencanaan perkotaan, maka sistem drainase yang ada dikenal dengan istilah sistem drainase perkotaan. Sistem drainase perkotaan umumnya dibagi 2 bagian, yaitu:

### 1. Sistem Drainase Makro

Sistem drainase makro yaitu sistem saluran/ badan air yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan (*Catchment Area*). Pada umumnya sistem drainase makro ini disebut juga sebagai sistem saluran pembuangan utama atau drainase primer. Sistem jaringan ini menampung aliran yang berskala besar dan luas seperti saluran primer, kanal-kanal atau sungai-

sungai. Perencanaan drainase makro ini umumnya dipakai dengan periode ulang antara 5 sampai 10 tahun dan pengukuran topografi yang detail mutlak diperlukan dalam perencanaan sistem drainase ini.

## 2. Sistem Drainase Mikro

Sistem drainase mikro yaitu sistem saluran dan bangunan pelegkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan. Secara keseluruhan yang termasuk dalam sistem drainase mikro adalah saluran sepanjang sisi jalan, saluran/selokan air hujan di sekitar bangunan/perumahan, gorong-gorong, saluran drainase kota dan lain sebagainya dimana debit air yang dapat ditampungnya tidak terlalu besar. Pada umumnya drainase mikro ini direncanakan untuk hujan dengan masa ulang 2,5, atau 10 tahun tergantung pada tata guna lahan yang ada.

Sistem drainase untuk lingkungan pemukiman lebih cenderung sebagai sistem drainase mikro. Bila ditinjau dari segi fisik sistem saluran drainase perkotaan diklasifikasikan atas saluran primer, sekunder, tersier, dan seterusnya.

### 1. Saluran Primer

Saluran yang memanfaatkan sungai dan anak sungai. Saluran primer adalah saluran utama yang menerima aliran dari saluran sekunder.

### 2. Saluran Sekunder

Saluran yang menghubungkan saluran tersier dengan saluran primer (dibangun dengan beton/plesteran semen).

### 3. Saluran Tersier

Saluran untuk mengalirkan limbah rumah tangga ke saluran sekunder, berupa plesteran, pipa dan tanah.

### 4. Saluran Kwarter

Saluran kolektor jaringan drainase lokal.

# ANALISA HIDROLOGI

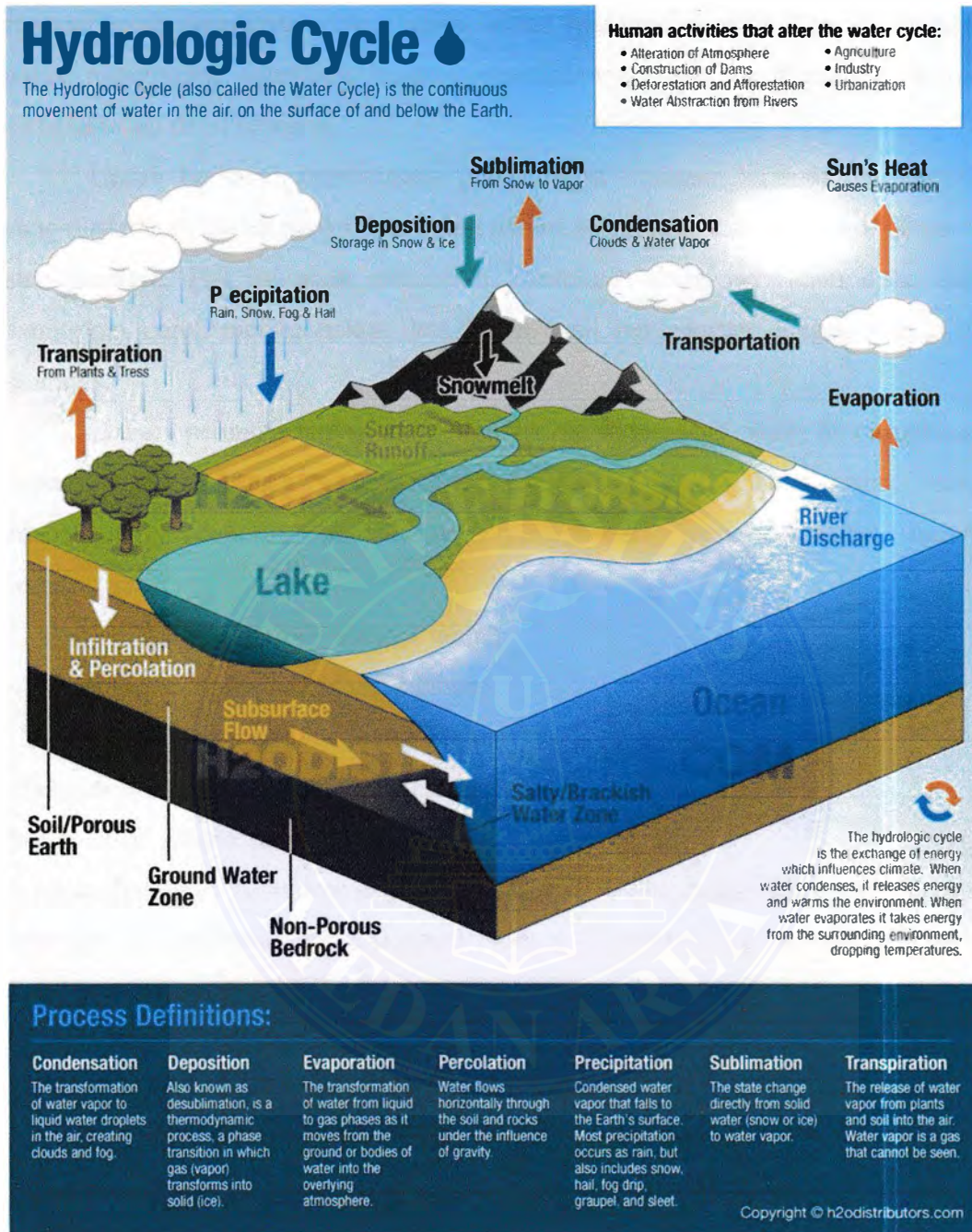
## 2. Analisa Hidrologi

Untuk menyelesaikan persoalan drainase sangat berhubungan dengan aspek hidrologi khususnya masalah hujan sebagai sumber air yang akan di alirkan pada sistem drainase dan limpasan sebagai akibat tidak mempunyai sistem drianase mengalirkan ke tempat pembuangan akhir. Desain hidrologi diperlukan untuk mengetahui debit pengaliran.

### 2.1 Sirkulasi Air (Siklus Hidrologi)

Hidrologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang seluk beluk air, kejadian dan distribusinya, sifat alami serta sifat kimianya, serta reaksinya terhadap kebutuhan manusia. Air hujan yang jatuh, sebagian ada yang diserap oleh tanah (infiltrasi), ada yang mengalir melalui permukaan tanah (saluran – saluran pembuang atau ada yang langsung mengikuti alur kontur tanah), mengalir dibawah permukaan tanah atau ada yang langsung berevaporasi oleh sinar matahari. Secara umum komponen tersebut dibagi menjadi komponen meteorologi dan topografi. Semua alur air diatas memerlukan suatu pertimbangan. Jika air yang jatuh lebih banyak dari air yang pergi atau diserap, maka yang akan terjadi adalah banjir, sedang jika sebaliknya akan terjadi kekeringan. Komponen yang paling berpengaruh dalam sirkulasi air tersebut adalah komponen meteorologi. Komponen tersebut diantaranya *presipitacion*, yaitu segala bentuk air yang jatuh dari atmosfir ke permukaan bumi, penguapan, suhu dan kelembaban, angin, tekanan atmosfir dan penyinaran matahari.





Gambar 2.1 Daur hidrologi

## 2.2 Analisa Curah Hujan Rencana

Hujan adalah nama umum dari uap yang mengkondensasi dan jatuh ke tanah dalam rangkaian siklus hidrologi. Sedangkan curah hujan adalah besar hujan yang terjadi pada suatu daerah dalam jangka waktu tertentu yang diukur dengan penakar hujan, dinyatakan dalam mm. Dalam perencanaan drainase komponen yang paling pertama didata adalah komponen curah hujan. Hujan

rencana yang dimaksud adalah hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menghtiung intensitas hujan, kemudian intensitas ini digunakan untuk mengestimasi debit rencana.

Untuk berbagai kepentingan perancangan drainase tertentu data hujan yang diperlukan dtidak hanya data hujan harian, tetapi juga distribusi jam-jaman atau menitan. Hal ini akan membawa konsekuen dalm pemilihan data, dan dianjurkan untuk menggunakan data hujan hasil pengukuran dengan alat ukur otomatis.

Dalam perencanaan saluran drainase periode ulang yang dipergunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkapan hujan yang akan dikeringkan. Menurut pengalaman, penggunaan, periode ulang untuk perencanaan:

- Saluran Kwarter : periode ulang 1 tahun;
- Saluran Tersier : periode ulang 2 tahun;
- Saluran Sekunder : periode ulang 5 tahun;
- Saluran Primer : periode ulang 10 tahun.

*(wesli, 2008. Drainase Perkotaan;49)*

Analisa frekuensi terhadap data hujan yang tersedia dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log Pearson III, dan Distribusi Gumbel.

### **2.3 Analisa Frekuensi Curah Hujan**

Distribusi frekuensi digunakan untuk memperoleh probabilitas besaran curah hujan rencana dalam berbagai periode ulang. Dasar perhitungan distribusi adalah parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi, dan koefisien skewness (kecondongan atau kemencengan).



**Tabel 2.1 Parameter Statistik**

Parameter	Sampel	Populasi
Rata-rata	$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$	$\mu = E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx$
Simpangan Baku (standar deviasi)	$s = \left[ \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$	$\sigma = \left[ E[(x - \mu)^2] \right]^{\frac{1}{2}}$
Koefisien Variasi	$CV = \frac{s}{\bar{x}}$	$CV = \frac{\sigma}{\mu}$
Koefisien Skewness	$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3}$	$\gamma = \frac{E[(x - \mu)^3]}{\sigma^3}$

(Suripin, 2004, Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan : 34)

Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi. Berikut ini empat jenis distribusi frekuensi yang paling banyak digunakan dalam bidang hidrologi:

- Distribusi Normal
- Distribusi Log Normal
- Distribusi Log Pearson Iii
- Distribusi Gumbel

### 2.3.1 Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut juga distribusi Gauss, perhitungan curah hujan rencana menurut metode distribusi normal, mempunyai persamaan sebagai berikut:

$$X_T = X_a + K_T \cdot S \tag{2.1}$$

Dimana :

$$K_T = \frac{X_T - X_a}{S} \tag{2.2}$$

$X_T$  = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T tahunan;

$X_a$  = nilai rata hitung variat;

S = deviasi standar nilai variat;

$K_T$  = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang

Untuk mempermudah perhitungan, nilai faktor frekuensi  $K_T$  umumnya sudah tersedia dalam tabel, disebut sebagai tabel nilai variabel reduksi Gauss, seperti ditunjukkan dalam tabel 2.2.

**Tabel 2.2** Nilai Variabel Reduksi Gauss

No.	Periode ulang, T (tahun)	Peluang	$K_T$
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,010	0,990	-2,33
4	1,050	0,950	-1,64
5	1,110	0,900	-1,28
6	1,250	0,800	-0,84
7	1,330	0,750	-0,67
8	1,430	0,700	-0,52
9	1,670	0,600	-0,25
10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0,25
12	3,330	0,300	0,52
13	4,000	0,250	0,67
14	5,000	0,200	0,84
15	10,000	0,100	1,28
16	20,000	0,050	1,64
17	50,000	0,020	2,05
18	100,000	0,010	2,33
19	200,000	0,005	2,58
20	500,000	0,002	2,88
21	1000,000	0,001	3,09

(Suripin, 2004, Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan : 37)

### 1.2.3.2 Distribusi Log Normal

Untuk distribusi Log Normal perhitungan curah hujan rencana menggunakan persamaan berikut ini:

$$\text{Log } X_r = \frac{\sum \text{Log } X_i}{n} \quad (2.3)$$

$$\text{Slog } x = \sqrt{\frac{\sum (\log X_i - \log X_a)^2}{n-1}} \quad (2.4)$$

$$\text{Log}X_t = \text{Log}X_a + k \cdot \text{Slog}x \quad (2.5)$$

Dimana :

$X_t$  = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T tahunan;

n = jumlah data variat;

Log  $X_a$  = nilai rata hitung variat;

Slogx = deviasi standar logaritma nilai variat;

k = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang

### 2.3.3 Distribusi Log Pearson III

Perhitungan curah hujan menurut metode Log Pearson III, mempunyai langkah-langkah dan persamaan sebagai berikut :

- Hujan harian maksimum diubah dalam bentuk logaritma;

- Menghitung harga logaritma rata-rata dengan rumus:

$$\text{Log } X_r = \frac{\sum \log X_i}{n} \quad (2.6)$$

- Menghitung harga simpangan baku dengan rumus :

$$S_i = \sqrt{\frac{\sum (\log X_i - \log X_a)^2}{n-1}}$$

- Menghitung harga koefisien asimetri dengan rumus :

$$C_s = \frac{n \sum (\log X_i - \log X_r)^3}{(n-1)(n-2)S_i^3} \quad (2.8)$$

Dimana :

$C_s$  = koefisien asimetri

$S_i$  = standar deviasi

Log  $X_a$  = nilai rata hitung variat



**Tabel 2.3 Nilai Faktor Frekuensi Peluang**

Interval kejadian (Recurrence interval), tahun (periode ulang)								
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
Koef.G	Persentase peluang terlampaui (Percent chance of being exceeded)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

(Suripin, 2004, Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan : 43)

### 2.3.4 Distribusi Gumbel

Perhitungan curah hujan rencana menurut metode Gumbel, mempunyai perumusan sebagai berikut:

$$S_x = \frac{\sqrt{\sum(X_i - X_a)^2}}{N - 1} \quad (2.9)$$

Dimana:

Xt = Besarnya curah hujan yang diharapkan berulang setiap 1 tahun (mm)

Rt = Curah hujan untuk periode ulang t tahun

Ra = Curah Hujan rata – rata

Ri = Curah hujan harian maksimum dalam satu tahun

Sx = Standar Deviasi

Sn = Reduced Standard Deviation (tabel 2.2)

Yt = Reduced Variate (tabel 2.1)

Yn = Reduced Mean (tabel 2.3)

Untuk menentukan distribusi yang tepat dalam menghitung curah hujan rencana dengan periode ulang t tahun, maka perlu diperhatikan syarat-syarat dalam tabel 2.7.

**Tabel 2.8** Pedoman Umum Penggunaan Metode Distribusi Sebaran

NO	JENIS DISTRIBUSI	SYARAT
1	NORMAL	Cs=0
		Ck=3
2	LOG NORMAL	Cs=1,104
		Cv=5,24
3	GUMBEL	Cs≈1,139
		Ck≈5,4
4	LOG PEARSON III	Cs≠0
		Cv=0,3

## 2.4 Uji Keselarasan Distribusi

Uji keselarasan dimaksudkan untuk menentukan persamaan distribusi untuk menentukan persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisa. Ada dua jenis uji keselarasan, yaitu *Chi Square* dan *Smirnov-Kolmogorov*. Pada Tugas Akhir ini akan menggunakan metode *Smirnov-Kolmogorov*.

### 2.4.1 Metode Smirnov Kolmogorov

Dikenal dengan uji kecocokan *non parametric* karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedurnya sebagai berikut :

- Urutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya dan tentukan peluangnya dari masing-masing data tersebut.
- Tentukan nilai variabel reduksi (Kt)

- Tentukan peluang teoritis  $P'(X_i)$  dari nilai  $K_t$
  - Dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih antara pengamatan dan peluang teoritis.
- Dmaks = maka  $P(X_i) - P'(X_i)$
- Berdasarkan tabel nilai kritis Smirnov Kolmogorov tentukan harga  $D_0$ .

**Tabel 2.9** Wilayah luas di bawah kurva normal Uji Smirnov Kolmogorov untuk  $\alpha=0,05$

	$\alpha=0,05$	$\tau$	$\alpha=0,05$	$\tau$	$\alpha=0,05$	$\tau$	$\alpha=0,05$
-3,4	0,0003	-1,4	0,0735	0,5	0,7088	2,5	0,9946
-3,3	0,0004	-1,3	0,0885	0,6	0,7422	2,6	0,9960
-3,2	0,0006	-1,2	0,1056	0,7	0,7734	2,7	0,9970
-3,1	0,0008	-1,1	0,1251	0,8	0,8023	2,8	0,9978
-3,0	0,0011	-1,0	0,1469	0,9	0,8289	2,9	0,9984
-2,9	0,0016	-0,9	0,1711	1,0	0,8591	3,0	0,9989
-2,8	0,0022	-0,8	0,1977	1,1	0,8749	3,1	0,9992
-2,7	0,0030	-0,7	0,2266	1,2	0,8944	3,2	0,9994
-2,6	0,0040	-0,6	0,2578	1,3	0,9115	3,3	0,9996
-2,5	0,0054	-0,5	0,2912	1,4	0,9265	3,4	0,9997
-2,4	0,0071	-0,4	0,3264	1,5	0,9394		
-2,3	0,0094	-0,3	0,3632	1,6	0,9505		
-2,2	0,0122	-0,2	0,4013	1,7	0,959		
-2,1	0,0158	-0,1	0,4404	1,8	0,9678		

(Suripin, 2004, Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan)

**Tabel 2.10** Nilai Kritis ( $D_0$ ) Smirnov Kolmogorov

N	$\alpha$			
	0,2	0,1	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,546	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	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
$n > 50$	$1,07/n$	$1,22/n$	$1,36/n$	$1,63/n$

(Suripin, 2004, Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan)

## 2.5 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu dimana air tersebut terkonsentrasi. Data yang diperoleh adalah



data curah hujan dimasa lampau. Rumus yang digunakan adalah rumus dari Dr. Mononobe, yaitu :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (2.10)$$

Dimana ;

I = Intensitas Curah Hujan selama time Of Concentration (mm/jam)

T = lamanya curah atau time of concentracy (tc)

R<sub>24</sub> = Curah Hujan Maksimum dalam 24 jam

## 2.6 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana merupakan debit banjir yang dipergunakan untuk merencanakan kemampuan dan ketahanan suatu bangunan pengairan yang akan dibangun. Dalam Tugas Akhir ini debit banjir rencana dapat dihitung setelah didapat intensitas curah hujan.

Metode perhitungan debit banjir rencana yang digunakan adalah Metode Rasional. Menurut Wanielista (1990) metode Rasional adalah salah satu dari metode tertua dan awalnya digunakan hanya untuk memperkirakan debit puncak (*peak discharge*). Ide yang melatarbelakangi metode Rasional adalah jika curah hujan dengan intensitas I terjadi secara terus menerus, maka laju limpasan langsung bertambah sampai mencapai waktu konsentrasi (T<sub>c</sub>). Waktu konsentrasi T<sub>c</sub> tercapai ketika seluruh bagian DAS telah memberikan kontribusi aliran di outlet. Laju masukan pada sistem (IA) adalah hasil dari curah hujan dengan intensitas I pada DAS dengan luas A.

Nilai perbandingan antara laju masukan dengan lajudebit puncak (Q<sub>p</sub>) yang terjadi pada saat T<sub>c</sub> dinyatakan sebagai *run off coefficient* (C) dengan (0 ≤ C ≤ 1). Hal di atas diekspresikan dalam formula Rasional sebagai berikut ini :

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \quad (2.11)$$

Dimana ;

Q = debit banjir (m<sup>3</sup>/det)

C = koefisien pengaliran

I = Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (km<sup>2</sup>)

Dalam perencanaan saluran drainase dapat dipakai standar yang telah ditetapkan, baik debit rencana (periode ulang) dan cara analisis yang dipakai, tinggi jagaan, struktur saluran, dan lain-lain. Tabel 1.11 menyajikan standar desainsaluran drainase berdasar “Pedoman Drainase Perkotaan dan Standar Desain Teknis”

**Tabel 2.11** Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan

Luas DAS (ha)	Periode ulang (tahun)	Metode perhitungan debit banjir
< 10	2	Rasional
10 – 100	2 – 5	Rasional
101 – 500	5 – 20	Rasional
> 500	10 – 25	Hidrograf satuan

(Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan* : 241)

## 2.7 Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran yaitu suatu koefisien yang menunjukkan perbandingan antara besarnya jumlah air yang dialirkan oleh suatu jenis permukaan terhadap jumlah air yang ada. Notasi dari koefisien pengaliran biasanya adalah C. Harga koefisien pengaliran ini berbeda-beda, tergantung topografi daerah pengaliran, perbedaan penggunaan tanah dan lain-lain. Harga koefisien pengaliran dapat dilihat pada tabel 2.12. Untuk perhitungan koefisien pengaliran dari daerah yang memiliki tutupan lahan yang tidak seragam maka diperoleh dengan mengambil rata – rata dari harga c masing– masing tipe kondisi permukaan, yaitu :

$$C = \frac{C_1.A_1 + C_2.A_2 + C_3.A_3 + \dots + C_n.A_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \quad (2.12)$$

Dimana ;

C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> = koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan.

A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> = luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan.

$$C_1.A_1 + C_2.A_2 + C_3.A_3 + \dots + C_n.A_n$$

$$A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n$$

**Tabel 2.12 Koefisien Limpasan untuk metode Rasional**

Deskripsi Lahan/ karakter permukaan	Koefisien Limpasan, C
<b>Business</b>	
perkotaan	0,70 – 0,95
pinggiran	0,50 – 0,70
<b>Perumahan</b>	
rumah tunggal	0,30 – 0,50
multiunit, terpisah	0,40 – 0,60
multiunit, tergabung	0,60 – 0,75
perkampungan	0,25 – 0,40
apartemen	0,50 – 0,70
<b>Industri</b>	
ringan	0,50 – 0,80
berat	0,60 – 0,90
<b>perkerasan</b>	
aspal dan beton	0,70 – 0,65
batu bata, paving	0,50 – 0,70
<b>Atap</b>	0,75 – 0,95
<b>Halaman, tanah berpasir</b>	
datar 2 %	0,05 – 0,10
rata-rata, 2- 7 %	0,10 – 0,15
curam, 7 %	0,15 – 0,20
<b>Halaman, tanah berat</b>	
datar 2 %	0,13 – 0,17
rata-rata, 2- 7 %	0,18 – 0,22
curam, 7 %	0,25 – 0,35
<b>Halaman kereta api</b>	0,10 – 0,35
<b>Taman tempat bermain</b>	0,20 – 0,35
<b>Taman, pekuburan</b>	0,10 – 0,25
<b>Hutan</b>	
datar, 0 – 5 %	0,10 – 0,40
bergelombang, 5 – 10 %	0,25 – 0,50
berbukit, 10 – 30 %	0,30 – 0,60

(Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan* : 81)

## 2.8 Daerah Tangkapan (Catchment Area)

Suatu kesatuan wilayah air yang terbentuk secara alamiah dimana air meresap dan atau mengalir (dalam suatu sistem pengaliran) melalui lahan atau area. Dari data – data peta site plan, kontur dan keadaan kondisi fisik yang ada, dapat kita tentukan daerah tangkapan yang akan dianalisis. Dari daerah tangkapan ini akan dianalisis, mulai dari arah aliran, panjang aliran air terjauh, luas, koefisien pengaliran dan lain – lain. Langkah penentuan pembagian daerah tangkapan:

- Setelah mengetahui letak daerah titik banjir, peta kontur dan site plan dibagi menjadi daerah tangkapan. Biasanya saluran – saluran berada di tepi jalan.
- Setelah itu berdasarkan dari kontur yang ada, menganalisa kemungkinan arah air mengalir dan menggambarannya.



- Menghitung luas daerah tangkapan dengan cara pendekatan menjadi trapesium dan segitiga dan bentuk lain untuk mempermudah.
- Menghitung kemiringan saluran yang diprediksi.
- Memberi penomoran pada daerah tangkapan dan node – node pada setiap perpotongan saluran.

## 2.9 Kemiringan Tanah

Rumus kemiringan tanah :

$$S = \frac{t_1 - t_2}{T} \times 100\% \quad (2.13)$$

Dimana ;

$t_1$  = tinggi tanah dibagian tertinggi (m)

$t_2$  = tinggi tanah dibagian terendah (m)

T = panjang saluran

## 2.10 Waktu Konsentrasi (Tc)

Waktu konsentrasi dapat didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan air hujan yang jatuh dititik terjauh dari suatu daerah aliran untuk mencapai titik tinjau (outlet). Untuk menghitung waktu konsentrasi dipakai persamaan *Kirpich*, 1940, dengan rumusnya sebagai berikut :

$$t_c = \left\{ \frac{0,87.L}{1000.S} \right\}^{0,385} \quad (1.14)$$

Dimana ;

S = Kemiringan saluran

L = panjang saluran (km)

# ANALISA HIDROLIKA

## 3.1 Analisa Hidrolika

Zat cair dapat diangkut dari suatu tempat lain melalui bangunan pembawa alamiah maupun buatan manusia. Bangunan pembawa ini dapat terbuka maupun tertutup bagian atasnya. Saluran yang tertutup bagian atasnya disebut saluran tertutup (*closed conduits*), sedangkan yang terbuka bagian atasnya disebut saluran terbuka (*open channels*).

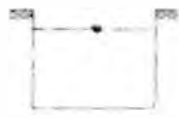
Pada sistem pengaliran melalui saluran terbuka terdapat permukaan air yang bebas di mana permukaan bebas ini dipengaruhi oleh tekanan udara luar secara langsung, saluran terbuka umumnya digunakan pada lahan yang masih memungkinkan (luas), lalu lintas pejalan kakinya relatif jarang, beban kiri dan kanan saluran relatif ringan. Pada sistem pengaliran melalui saluran tertutup seluruh pipa diisi dengan air sehingga tidak terdapat permukaan yang bebas, oleh karena itu permukaan tidak secara langsung dipengaruhi oleh tekanan udara luar, saluran tertutup umumnya digunakan pada daerah yang lahannya terbatas (pasar, pertokoan), daerah yang lalu lintas pejalan kakinya relatif padat, lahan yang dipakai untuk lapangan parkir.

Berdasarkan konsistensi bentuk penampang dan kemiringan dasarnya saluran terbuka dapat diklasifikasikan menjadi:

- a. Saluran prismatic, yaitu saluran yang bentuk penampang melintang dan kemiringan dasarnya tetap. Contoh : saluran drainase, saluran irigasi.
- b. Saluran non prismatic, yaitu saluran yang bentuk penampang melintang dan kemiringan dasarnya berubah-ubah. Contoh : sungai

Aliran pada saluran terbuka terdiri dari saluran alam, seperti sungai – sungai kecil di daerah hulu hingga sungai besar di muara, dan saluran buatan, seperti saluran drainase tepi jalan, saluran irigasi untuk mengairi persawahan, saluran pembuangan, saluran untuk membawa air ke pembangkit listrik tenaga air, saluran untuk supply air minum, dan saluran banjir. Saluran buatan dapat berbentuk segitiga, trapesium, segi empat, bulat, setengah lingkaran, dan bentuk tersusun (Gambar 2.1)

**Gambar 2.2** Bentuk-bentuk Profil Saluran



Bentuk Persegi



Bentuk Trapesium



Bentuk Segitiga



Bentuk Lingkaran



Bentuk Tersusun



Bentuk Setengah Lingkaran

(Suripin, 2003:121, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*)

### 3.2 Saluran

Syarat – syarat saluran antara lain sebagai berikut:

- Dibuat selurus mungkin;
- Aliran subkritis;
- Kecepatan aliran terjaga;
- Mampu mengalirkan  $Q$  maks;

#### 3.2.1 Faktor – Faktor Saluran

Faktor – faktor yang menentukan letak atau aliran saluran antara lain:

- 1) Keadaan topografi
- 2) Kemiringan suatu medan, menentukan arah aliran, menentukan pembagian zona tangkapan, menentukan air hujan dan kemungkinan pengembangan yang akan datang.
- 3) Keadaan masing – masing kawasan.

#### 3.2.2 Jenis – jenis aliran

Jenis – jenis aliran pada saluran drainase antara lain :

UNIVERSITAS MEDAN AREA



### 1. Aliran seragam

Aliran yang mempunyai variabel seperti kedalaman, tampang basah, kecepatan dan debit pada setiap tampang disepanjang aliran adalah konstan.

### 2. Aliran tidak seragam

Aliran yang mempunyai variabel seperti kedalaman, tampang basah, kecepatan dan debit pada setiap tampang disepanjang aliran adalah tidak konstan.

### 3. Aliran berubah lambat laun

Aliran berubah lambat laun dengan aliran seragam maupun aliran berubah tiba – tiba (loncatan air). Pada aliran berubah lambat laun, kedalaman air pada saluran berubah gradual terhadap jarak.

### 4. Aliran Subkritis, kritis, dan superkritis

Aliran dikatakan kritis apabila kecepatan aliran sama dengan kecepatan gelombang gravitasi. Jika kecepatan aliran lebih kecil daripada kecepatan kritis, maka alirannya disebut subkritis, sedangkan jika kecepatan alirannya lebih besar daripada kecepatan kritis, maka alirannya disebut superkritis. Parameter yang menentukan ketiga jenis aliran tersebut adalah nisbah antara gaya gravitasi dan gaya inersia, yang dinyatakan dengan bilangan *Froude*. (*Fr*)

## 3.3 Perhitungan Dimensi Saluran

Perhitungan dimensi saluran ini erat kaitannya dengan perhitungan debit dan waktu konsentrasi. Dalam tugas akhir ini penulis merencanakan saluran berdasarkan hasil perencanaan menurut data – data yang telah diperoleh baik literatur maupun observasi. Disini penulis merencanakan saluran terbuka Tipe saluran terbuka dipilih karena kondisi lahan di lokasi ini masih memungkinkan untuk dibangun tanpa harus memakan badan atau bahu jalan. Perhitungan dimensi saluran didasarkan pada debit harus ditampung oleh saluran eksisting ( $Q_e$  dalam  $m^3/det$ ) lebih besar atau sama dengan debit rencana yang diakibatkan oleh hujan rencana ( $Q_t$  dalam  $m^3/det$ ). Kondisi demikian dapat dirumuskan dengan persamaan berikut :

$$Q_e \geq Q_t \quad (2.15)$$

Debit yang mampu ditampung oleh saluran ( $Q_e$ ) dapat diperoleh dengan rumus seperti dibawah ini :

$$Q_e = A_s \cdot V \quad (2.16)$$

Dimana:

$A_s$  = luas penampang saluran (m<sup>2</sup>)

$V$  = kecepatan rata-rata aliran di dalam satuan (m/det)

Kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran dapat dihitung dengan menggunakan rumus manning sebagai berikut ;

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (3.17)$$

Dimana:

$V$  = kecepatan rata-rata aliran di dalam satuan (m/det)

$n$  = koefisien kekasaran Manning (tabel 2.10)

$R$  = jari-jari hidrolis (m)

$S$  = kemiringan dasar saluran

$A_s$  = luas penampang saluran (m<sup>2</sup>)

$P$  = keliling basah (m)

Nilai koefisien kekasaran Manning  $n$ , untuk gorong-gorong dan saluran pasangan dapat dilihat pada tabel 2.13.

**Tabel 2.13** Koefisien Kekasaran Manning

Tipe Saluran	Koefisien Manning (n)
a. Baja	0,011 – 0,014
b. Baja permukaan Gelombang	0,021 – 0,030
c. Semen	0,010 – 0,013
d. Beton	0,011 – 0,015
e. Pasangan batu	0,017 – 0,030
f. Kayu	0,010 – 0,014
g. Bata	0,011 – 0,015
h. aspal	0,013

(Wesli, 2008:97, Drainase Perkotaan)

## DAFTAR PUSTAKA

- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang berkelanjutan*. Penerbit Andi. Jakarta, 384 hal.
- Sutanto. 2006. *Pedoman Drainase Jalan Raya*. UI-Press. Jakarta, 477 hal.
- Sosrodarsono, S. 1976. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Pradnya Paramita. Jakarta, 226 hal.
- Triatmodjo, B. 2009. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta, 360 hal.
- Wesli. 2008. *Drainase perkotaan*. Graha Ilmu. Yogyakarta, 126 hal.

