

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengolahan Data Hujan

Hidrologi adalah suatu ilmu yang menjelaskan tentang kehadiran dan gerakan air di alam kita ini. Para teknisi sangat berkepentingan dengan perencanaan dan eksploitasi bangunan air untuk pengendalian penggunaan air, terutama yang mengatur aliran sungai, pembuatan waduk-waduk dan saluran-saluran irigasi (Soemarto,1986). Ilmu hidrologi dimanfaatkan untuk beberapa kegiatan berikut :

- a. Memperkirakan besarnya hujan yang jatuh dalam daerah pengaliran.
- b. Memperkirakan lamanya musim kemarau dan berapa besarnya waduk yang diperlukan untuk meratakan fluktuasi aliran akibat adanya musim kemarau dan hujan.
- c. Memperkirakan seberapa besarnya kehilangan air akibat adanya evaporasi dan transpirasi.

#### 2.1.1 Parameter Statistik

Prinsip Analisis Frekuensi

**Tabel 2.1** Syarat Pemilihan Distribusi Frekuensi

No	Jenis Sebaran	Syarat
1	Normal	$C_s \approx 0$
		$C_k = 3$
2	Gumbel Tipe I	$C_s \leq 1,1396$
		$C_k \leq 5,4002$
3	Log Person Tipe III	$C_s \neq 0$
4	Log Normal	$C_s \approx 3C_v + C_v^2 = 3$
		$C_k = 5,383$

Sumber : arbaningrum (2015)

## 1. Nilai rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} \quad (2.1)$$

Dimana :  $\bar{X}$  = nilai rata-rata curah hujan  
 $Xi$  = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke 1  
 $n$  = jumlah data hujan

## 2. Standar deviasi

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (Xi - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.2)$$

Dimana :  $Sd$  = Standar deviasi curah hujan  
 $\bar{X}$  = Nilai rata-rata hujan  
 $Xi$  = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke 1  
 $n$  = jumlah data hujan

## 3. Koefisien variasi

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{X}} \quad (2.3)$$

Dimana :  $Cv$  = Koefisien variasi curah hujan  
 $Sd$  = Standar deviasi curah hujan  
 $\bar{X}$  = Nilai rata-rata hujan

## 4. Koefisien kemencengan

$$Cs = \frac{n \sum (Xi - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \quad (2.4)$$

Dimana :  $Cs$  = Koefisien kemencengan  
 $n$  = Jumlah data  
 $Xi$  = Nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke 1  
 $\bar{X}$  = Nilai rata-rata hujan  
 $s$  = Deviasi standar dari sampel

### 5. Pengukuran kortuis

$$C_k = \frac{1/n \sum (X_i - \bar{X})^4}{s^4} \quad (2.5)$$

Dimana :

- $X_i$  = Nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke 1
- $S$  = Deviasi standar
- $n$  = Jumlah data
- $\bar{x}$  = Rata-rata hitung

#### Hujan Rata-Rata

Jumlah hujan yang terjadi dalam suatu DAS merupakan besaran yang sangat penting dalam, karena hujan merupakan masukan utama ke dalam satu DAS. Jumlah hujan yang dimaksud adalah seluruh hujan yang terjadi dalam DAS bersangkutan, karena hujan ini yang akan dialihragamkan (transformed) menjadi aliran di sungai. Dengan demikian berarti bahwa seluruh hujan yang terjadi setiap saat harus diukur (Jazuli, 2020).

Besaran hujan ini dapat diperoleh dengan merata-ratakan hujan titik (point rainfall). Terdapat tiga cara yang paling banyak digunakan dalam analisis, yaitu cara rata-rata aljabar (mean arithmetic method), cara dengan polygon thiessen (thiessen polygon), dan cara dengan isohiet (isohyet).

Dalam penelitian ini metode yang akan dipakai adalah metode aljabar. Metode ini adalah metode yang paling sederhana untuk menghitung hujan rerata pada suatu daerah.

$$p = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} \quad (2.6)$$

Dimana :

- $p$  = Hujan rerata kawasan (mm)
- $P_1, P_2, \dots, P_n$  = Tinggi curah hujan pada pos penakaran (mm)
- $n$  = Jumlah stasiun

## 2.1.2 Distribusi Probabilitas

Dalam penelitian ini digunakan beberapa probabilitas sebagai acuan, yaitu distribusi gumbel tipe I dan distribusi log person tipe III.

### 1. Distribusi Gumbel

Menurut gumbel (1941), persoalan tertua yang berhubungan dengan harga-harga ekstrim adalah datang dari persoalan banjir. Tujuan dari teori statistik harga-harga ekstrim adalah untuk mengalisa hasil pengamatan harga-harga ekstrim tersebut untuk meramal harga-harga ekstrim berikutnya (Soemarto, 1987). Distribusi ini memiliki koefisien kemencengan (CS)  $\leq 1,139$ .

$$x = \bar{x} + \frac{s}{Sn} (Y - Y_n) \quad (2.7)$$

Dimana :

- X = Nilai x kala ulang yang diharapkan terjadi
- $\bar{x}$  = Nilai x rata-rata
- Y = Nilai edukasi variat, tergantung dari jumlah data.
- Sn = Standar deviasi dari reduksi variat yang tergantung dari jumlah data
- S = Deviasi standar dari sampel

**Tabel 2.2** Hubungan Reduce Standar Deviation dengan Besarnya Sampel

n	Sn	n	Sn
10	0,9496	16	1,0316
11	0,9697	17	1,0411
12	0,9833	18	1,0493
13	0,9971	19	1,0565
14	1,0095	20	1,0696
15	1,0206	21	1,0696

Sumber : Soemarto, 1987

**Tabel 2.3** Hubungan Reduce Mean dengan Besarnya Sampel

n	yn	n	yn
10	0,4952	16	0,5157
11	0,4996	17	0,5181
12	0,5035	18	0,5202
13	0,5070	19	0,522
14	0,5100	20	0,5236
15	0,5128	21	0,5252

Sumber : Soemarto, 1987

**Tabel 2.4** Reduce Variete Sebagai Fungsi Waktu Balik

n	yn	n	yn
2	0,3065	100	4,6001
5	1,4999	200	5,2958
10	2,2504	500	6,2136

Sumber : Soemarto, 1987

## 2. Distribusi Log Person Tipe III

Setelah diketahui tinggi curah hujan harian maksimum berdasarkan data hujan yang diperoleh, maka menggunakan metode ini dapat dihitung besarnya hujan rancangan yang terjadi menggunakan periode ulang T tahun (Soemarto, 1987).

### 1. Curah Hujan Rancangan

$$\text{Log } X_i = \text{Log } \bar{X} + G \cdot S_d \quad (2.8)$$

### 2. Nilai Rerata

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{n \sum_{i=1}^n \text{Log } X_i}{n} \quad (2.9)$$

### 3. Standar Deviasi

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.10)$$

### 4. Koefisien Asimetri atau Kemencengan

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{(n-1)(n-2) S_d^3} \quad (2.11)$$

Dimana :  $\text{Log } X$  = Nilai logaritma dari X dengan kala ulang T tahun

$\text{Log } \bar{X}$  = Nilai rata-rata dari  $\log X$

Sd = Standar deviasi

G = Faktor frekuensi

**Tabel 2.5** Nilai  $K$  Distribusi Log Person Tipe III

Periode Ulang (tahun)						
2	5	10	25	50	100	200
Peluang (%)						
50	20	10	4	2	1	0,5
0,0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576
-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,67
-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763
-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856
-0,66	0,806	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949
-0,083	0,800	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041
-0,099	0,790	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132
-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223
-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891	3,312
-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401
-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489

Sumber : Soemarto, 1987

### 2.1.3 Uji Kesesuaian Distribusi

#### 1. Uji Smirnov – Kolmogrov

Pengujian ini dilakukan dengan menggambarkan probabilitas untuk tiap data, yaitu distribusi empiris dan distribusi teoritis (Soemarto, 1987).

$$a. P = \frac{m}{(n+1)} \quad (2.12)$$

Dimana : P = Nilai peluang

m = Data ke n

n = Jumlah data

$$b. P_e = X - P \quad (2.13)$$

Dimana :  $P_e$  = Peluang empiris

X = Data tahun ke n

P = Nilai peluang

$$c. P' = \frac{m}{(n-1)} \quad (2.14)$$

Dimana : P' = Peluang aksen

m = Data ke n

n = Jumlah data

$$d. Pt = X - P' \quad (2.15)$$

Dimana : Pt = Peluang teoristis

X = Data tahun ke n

P' = Peluang aksen

$$e. Dmax = Pe - Pt$$

Apabila nilai  $Dmax < Do$  maka distribusi teoristis yang digunakan diterima.

**Tabel 2.6 Nilai Krisis Do**

N	$\alpha$			
	0,20	0,10	0,50	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
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

Sumber : Soewarno, 1980

Catatan  $\alpha$  = derajat kepercayaan

## 2. Uji Chi – Kuadrat

Uji chi – kuadrat dimaksud untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis (Soewarno, 1995).

Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter  $\chi^2$ , oleh karena itu disebut dengan uji chi – kuadrat.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (2.16)$$

Dimana :  $\chi^2$  = Parameter chi-kuadrat terhitung

$G$  = Jumlah sub – kelompok

$O_i$  = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke  $i$

$E_i$  = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke  $i$

a.  $G = 1 + 3.3 \text{ Log } n \quad (2.17)$

Dimana :  $G$  = Jumlah sub grup

b.  $\Delta x = \frac{X_{\text{terbesar}} - X_{\text{terkecil}}}{g-1} \quad (2.18)$

$X_{\text{awal}} = (\text{Log } x_{\text{terkecil}} - \frac{1}{2} \Delta x) \quad (2.19)$

c.  $E_i = \frac{n}{k} \quad (2.20)$

d. Menentukan derajat kebebasan (DK) =  $G - (R-1)$ , (nilai  $R=2$  untuk distribusi normal dan binominal, dan nilai  $R=1$  untuk distribusi poisson)

**Tabel 2.7 Nilai Kritis Distribusi Chi-Kuadrat**

dk	$\alpha$ derajat kejenuhan						
	0,995	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,000093	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,01	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,21	10,597
3	0,0717	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,86
5	0,412	0,831	1,145	11,07	12,832	15,086	16,75
6	0,676	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548



**Lanjutan Tabel 2.7 Nilai Kritis Distribusi Chi-Kuadrat**

dk	$\alpha$ derajat kejenuhan						
7	0,989	1,69	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	2,18	2,733	15,507	17,535	20,09	21,955
9	1,735	2,7	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	3,247	3,94	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,816	4,575	19,675	21,92	24,725	26,757
12	3,074	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,3
13	3,565	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	6,908	7,961	26,292	28,845	32	34,267
17	5,697	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	8,231	9,39	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,582
20	7,434	9,591	10,851	31,41	34,17	37,566	39,997
21	8,034	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,886	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	12,401	13,848	36,415	39,364	42,98	45,558
25	10,52	13,12	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,16	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,29
27	11,808	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	16,047	17,708	42,557	45,722	49,588	52,336
30	13,787	16,791	18,493	43,773	46,979	50,892	53,672

Sumber : Soewarno, 1995

## 2.2 Sistem Drainase dan Komponennya

Sistem drainase adalah merupakan serangkaian sarana dan prasarana yang digunakan untuk mengurangi atau membuang kelebihan air pada suatu wilayah atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal (Suripin, 2004).

Sistem drainase pada suatu kawasan perkotaan umumnya dibuat secara terintegritas dan saling terhubung antar kawasan. Hal ini disebabkan karena biasanya

daerah perkotaan memiliki badan air penerima (misal sungai atau danau) dalam jumlah terbatas. Sehingga dalam pembangunannya sering kali drainase perkotaan menjadi sistem yang sangat kompleks serta membutuhkan berbagai komponen pendukung.

Komponen yang ada dalam sistem drainase ini diantaranya adalah (kementrian pekerjaan umum, 2012; suripin,2004) :

1. Sistem saluran.

Dari bagian paling hulu atau saluran penerima (interceptor drain), saluran pembawa (conveyor drain), saluran induk (main drain), dan badan air penerima (receiving waters) yaitu sungai, danau dan laut.

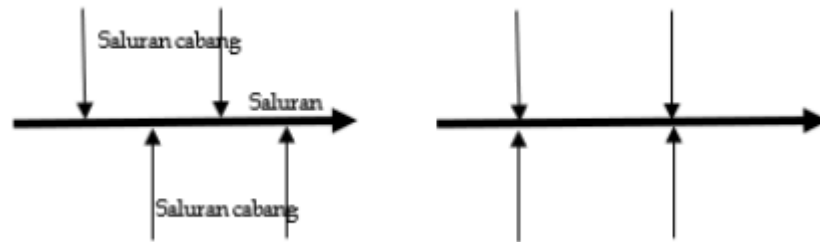
2. Bangunan pelengkap, seperti :

- a. Bangunan perlintasan (gorong-gorong, siphon, jembatan air atau talang).
- b. Bangunan pemecah energi (bangunan terjun, kolam olak, peredam energi).
- c. Pintu air.
- d. Stasiun pompa.
- e. Bak kontrol / manholes, streen inlet.
- f. Sumur resapan, yaitu bangunan yang berupa sumuran yang berfungsi meresapkan air hujan ke dalam tanah yang berasal dari atap bangunan.
- g. Kolam retensi, yaitu kolam yang berfungsi menampung serta meresapkan air hujan ke dalam tanah.
- h. Kolam detensi, yaitu kolam yang berfungsi memotong puncak banjir dengan menampung sementara air hujan (banjir) hingga waktu tertentu dan mengalirkan kembali jika muka air sungai telah menurun.
- i. Kolam tandon, adalah kolam yang digunakan untuk menampung air hujan untuk dimanfaatkan sebagai alternatif sumber air baku.
- j. Instalasi pengolah limbah, dan lain-lain.

Sistem jaringan drainase pada umumnya saling terhubung dan membentuk suatu pola jaringan tertentu. Berikut ini disajikan beberapa pola jaringan drainase (Wesli, 2008)

a. Pola siku

Pola siku yang terbentuk antara saluran cabang dan saluran utama ini cocok diterapkan pada daerah yang memiliki topografi lebih tinggi dari sungai sebagai badan air penerima dan sungai utama berada di tengah kota.

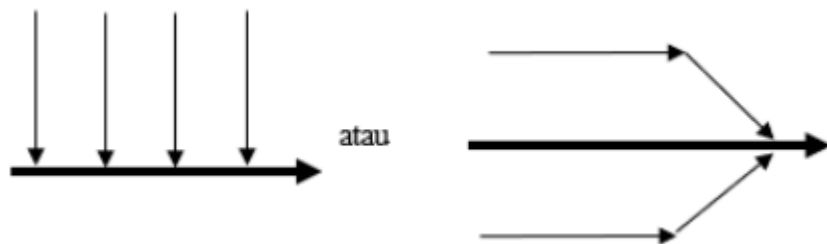


**Gambar 2.1** Pola Siku

Sumber : Drainase Perkotaan, Yayasan Kita Penulis

b. Pola Paralel

Pola paralel ditunjukkan dengan arah saluran utama sejajar dengan saluran cabang.

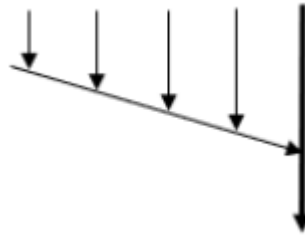


**Gambar 2.2** Pola Paralel

Sumber : Drainase Perkotaan, Yayasan Kita Penulis

c. Pola Grid Iron

Pola grid iron ini mengumpulkan aliran dari saluran cabang pengumpul kemudian dialirkan ke saluran utama.

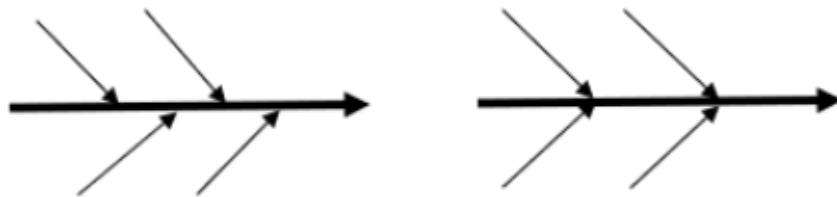


**Gambar 2.3** Pola Grid Iron

Sumber : Drainase Perkotaan, Yayasan Kita Penulis

d. Pola Alamiah

Hampir sama dengan pola siku hanya saja alirannya tidak selalu membentk posisi menyiku terhadap saluran utama.

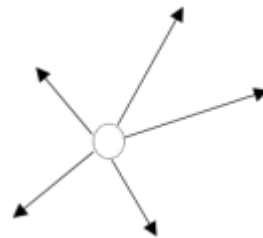


**Gambar 2.4** Pola Alamiah

Sumber : Drainase Perkotaan, Yayasan Kita Penulis

e. Pola Radial

Pola jaringan ini menyebar dari sumber air ke segala arah. Pola ini cocok untuk daerah perbukitan.

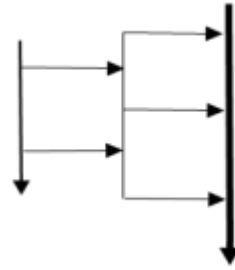


**Gambar 2.5** Pola Radial

Sumber : Drainase Perkotaan, Yayasan Kita Penulis

f. Pola Jaring-Jaring

Pola ini mempunyai saluran yang mengikuti arah jalan raya yang sangat cocok untuk daerah dengan topografi yang datar.

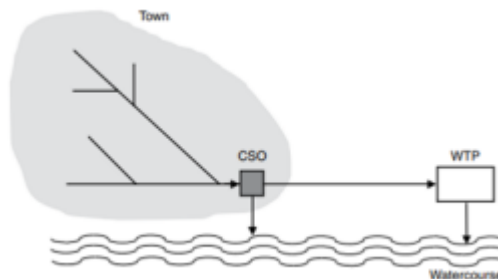


**Gambar 2.6** Pola Jaring-Jaring

Sumber : Drainase Perkotaan, Yayasan Kita Penulis

Pembagian jenis dan tipe drainase dikelompokkan dalam beberapa jenis sebagai berikut (Buttler et al, 2018; Wesli, 2008):

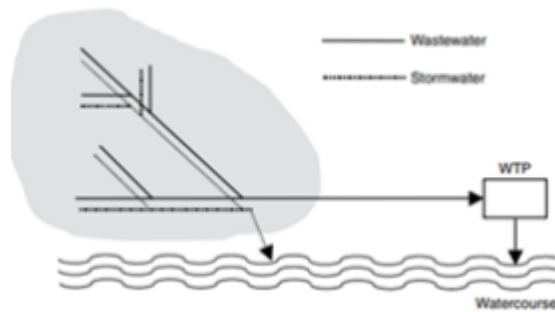
1. Menurut pembentukannya
  - a. Drainase alamiah (natural drainage), yaitu yang terbentuk secara alamiah sebagai hasil dari proses alam.
  - b. Drainase buatan (artificial drainage), yaitu drainase yang sengaja dirancang dan dibangun oleh manusia untuk tujuan tertentu.
2. Berdasarkan sistem pengalirannya
  - a. Sistem gabungan. Sistem ini mengalirkan air hujan dan air buangan melalui saluran terbuka atau pipa-pipa secara tercampur.



**Gambar 2.7** Drainase Gabungan

Sumber : Drainase Perkotaan, Yayasan Kita Penulis

- b. Sistem terpisah. Sistem ini mengalirkan air hujan dan air buangan melalui saluran terbuka dan tertutup atau pipa-pipa secara terpisah yang biasanya diletakkan secara berdampingan.



**Gambar 2.8** Drainase Terpisah

Sumber : Drainase Perkotaan, Yayasan Kita Penulis

- c. Sistem hibrid. Merupakan sistem terpisah sebagian dan sebagian lagi sistem gabungan / campur.
3. Berdasarkan letaknya
    - a. Drainase permukaan (surface drainage), adalah sistem drainase dengan saluran yang berada di atas permukaan tana dan mengalirkan air secara gravitasi.
    - b. Drainase bawah permukaan (sub surface drainage), adalah sistem drainase yang dialirkan melalui bawah permukaan dengan cara membuat konstruksi (biasanya menggunakan pipa yang berlubang pada bagian atasnya) yang ditanam pada kedalaman tertentu membentuk jaringan di bawah permukaan dan terhubung dengan sistem drainase kota.
  4. Berdasarkan konstruksi
    - a. Drainase saluran terbuka. Jenis ini biasanya dipilih untuk mengalirkan air hujan dan juga drainase di wilayah pinggiran kota.
    - b. Drainase saluran tertutup. Jenis ini lebih dipilih untuk mengalirkan air limbah yang dialirkan secara terbuka dapat mengurangi keindahan juga rawan mencemari lingkungan yang dilalui.

5. Berdasarkan tujuan pembangunannya
  - a. Drainase perkotaan
  - b. Drainase untuk pertanian
  - c. Drainase lapangan terbang
  - d. Drainase jala raya
  - e. Drainase lapangan olahraga
  - f. Drainase tanggul penahan tanah
  - g. Drainase pada tubuh bendungan / tanggul tanah
  - h. Drainase pada lahan gambut
  - i. Dan sebagainya

### 2.2.1 Analisa Debit Banjir

Perhitungan rumus empiris dan perhitungan debit sungai berdasarkan besaran curah hujan yang jatuh di daerah tangkapan air sungai atau daerah aliran sungai.

$$Q = Q_{\text{domestik}} + Q_{\text{curah hujan}} \quad (2.21)$$

Dimana :

- $Q$  = Debit banjir rancangan
- $Q_{\text{domestik}}$  = Perkiraan debit buangan per  $\text{km}^2$
- $Q_{\text{curah hujan}}$  = Debit hujan rancangan area

### 2.2.2 Waktu Konsentrasi

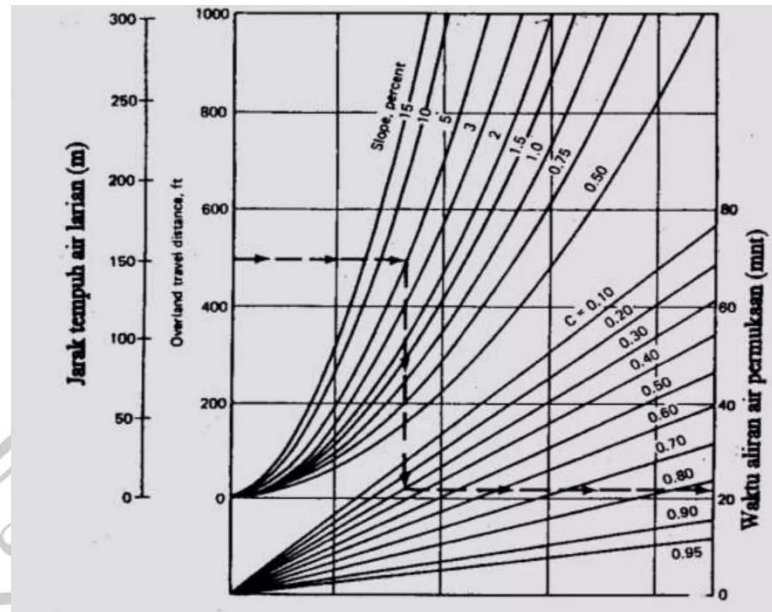
Air mengalir dari titik yang paling jauh sampai pada titik bagian hilir saluran.

Waktu ini dapat dihitung dengan rumus :

$$T_c = t_o + t_d$$

Dimana :

- $T_c$  = waktu konsentrasi
- $T_d$  = conduit time (waktu air mengalir sepanjang saluran)
- $t_o$  = intel time (waktu air menuju saluran)



Gambar 2.9 Grafik Nomogram To

Sumber : Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi th 2017

### 2.2.3 Analisa Intensitas Hujan

Jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu (drainase perkotaan, gunadarma).

$$I = \frac{R}{24} \left[ \frac{24}{tc24} \right]^{2/3} \text{ mm/jam} \quad (2.22)$$

Dimana : R = curah hujan rancangan kala ulang n tahun  
 Tc = lama waktu konsentrasi  
 I = intensitas hujan

### 2.2.4 Kecepatan Saluran

Rumus yang digunakan untuk mencari kecepatan dalam saluran :

$$V = Ld / Td \quad (2.23)$$

Dimana : V = Kecepatan rata-rata  
 Ld = Panjang saluran  
 Td = Waktu air mengalir sepanjang saluran



### 2.2.5 Debit Hujan Rancangan

Besarnya debit rancangan dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = 0,278 C.I.A \quad (2.24)$$

Dimana :  
 Q = Debit rencana kala ulang T tahun  
 I = Intensitas hujan  
 A = Luas daerah aliran  
 C = koefisien pengaliran

Apabila koefisien pengaliran berbeda-beda, maka koefisien saluran dapat ditentukan dengan rumus :

$$C = ((A1/A).C1)+((A1/A).C1)+((An/A).Cn) \quad (2.25)$$

Dimana :  
 A1 = Luas area ke 1  
 An = Luas area ke n  
 A = Luas area total  
 C1 = Koefisien pengaliran area ke 1  
 Cn = Koefisien pengaliran area ke n

**Tabel 2.8** *Besarnya Koefisien Pengaliran*

Perumahan tidak begitu rapat (20 rumah/Ha)	0,25-0,40
Perumahan kerapatan sedang (20-60 rumah/Ha)	0,40-0,70
Perumahan rapat (60-120 rumah/Ha)	0,70-0,80
Taman dan Daerah Rekreasi	0,20-0,30
Daerah industri	0,80-0,90
Daerah perniagaan	0,90-0,95

Sumber : *Drainase Perkotaan, Gunadarma*

### 2.2.6 Debit Air Kotor

Air yang masuk ke saluran drainase yang berasal dari buangan industri, fasilitas umum seperti masjid, atau buangan rumah tangga kita sebut sebagai debit air kotor.

$$Q_{\text{domestik}} = \frac{pn \times 70\% \times Q}{A} \quad (2.26)$$

Dimana :  
 70% = besarnya air bersih yang akan menjadi limbah  
 A = luas wilayah

- $P_n$  = Proyeksi jumlah penduduk pada tahun ke  $n$   
 $P_o$  = jumlah penduduk saat ini  
 $r$  = tinggi pertumbuhan penduduk  
 $Q$  = kebutuhan air bersih rata-rata berdasarkan jenis kota

### 2.2.7 Kapasitas Saluran

Kapasitas saluran atau debit maksimum yang dapat ditampung oleh sebuah saluran dipengaruhi oleh kemiringan saluran, koefisien saluran, luas penampang, keliling basah, dan kecepatan.

$$\begin{aligned}
 Q &= A \times V \\
 &= A \times \left( \frac{1}{2} \times R^{(2/3)} \times S^{(1/2)} \right) \\
 &= A \times \left( \frac{1}{n} \times \frac{A^{(2/3)}}{p} \times S^{(1/2)} \right) \quad (2.27)
 \end{aligned}$$

- Dimana :
- $Q$  = debit kapasitas
  - $V$  = Kecepatan aliran
  - $A$  = luas penampang drainase
  - $P$  = keliling basah
  - $R$  = Jari-jari hidrolis
  - $S$  = kemiringan saluran
  - $N$  = koefisien kekasaran manning

### 2.3 Proyeksi Penduduk

Pertumbuhan penduduk merupakan salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan dimensi drainase. Untuk itu dalam perencanaan dimensi drainase perlu dihitung proyeksi pertumbuhan penduduk beberapa tahun yang akan datang. Proyeksi pertumbuhan penduduk ini dapat dihitung dengan metode, diantaranya :

1. Metode aritmatika

Dalam metode ini pertumbuhan penduduk dikatakan asak selalu naik dengan konstan.

$$P_n = P_o + K_a + (T_n - T_o) \quad (2.28)$$

$$K_a = \frac{P_a - P_1}{T_2 - T_1} \quad (2.29)$$

- Dimana :
- $P_n$  = Jumlah penduduk pada tahun ke n
  - $P_o$  = Jumlah penduduk pada tahun dasar
  - $T_n$  = Tahun ke n
  - $T_o$  = Tahun dasar
  - $K_a$  = Konstanta aritmatika
  - $P_1$  = Jumlah penduduk yang diketahui tahun ke 1
  - $P_2$  = Jumlah penduduk yang diketahui tahun terakhir
  - $T_1$  = Tahun ke 1 yang diketahui
  - $T_2$  = Tahun ke II yang diketahui

## 2. Metode geometrik

Dalam metode ini perkembangan penduduk akan diperkirakan tiap tahunnya

$$P_n = P_o + (1-r)^n \quad (2.30)$$

$$R = \left(\frac{P_o}{P_t}\right)^{1/n-1} - 1 \quad (2.31)$$

- Dimana :
- $P_n$  = Jumlah penduduk pada tahun ke n
  - $P_o$  = Jumlah penduduk pada tahun dasar
  - $r$  = Rasio laju pertumbuhan penduduk
  - $n$  = Jumlah interval tahun

## 3. Metode least square

Dalam metode ini perhitungan proyeksi penduduk berpatokan pada rerata pertumbuhan tiap tahunnya

$$y = a + bx \quad (2.32)$$

$$a = \frac{\sum Y (\sum x^2) - \sum X \sum Y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (2.33)$$

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum x^2 - (\sum X)^2} \quad (2.34)$$

- Dimana :  $y$  = nilai variabel berdasarkan garis regresi

- X = variabel independen  
 a = konstanta  
 b = koefisien arah regresi

Untuk menentukan pilihan rumus proyeksi jumlah penduduk yang akan digunakan dengan hasil perhitungan yang paling mendekati kebenaran harus dilakukan analisis dengan menghitung standar deviasi dan koefisien korelasi (Permen PU No. 18, 2007)

a. Standar Deviasi

Standar deviasi adalah nilai yang digunakan sebagai tolak ukur seberapa dekatnya sebuah sampel dari penyimpangan yang berarti semakin kecil nilai SD semakin bagus data tersebut.

$$SD = \frac{[\sum(Y_i - Y_n)^2]}{n-2} \quad (2.35)$$

- Dimana : Sd = Standar deviasi  
 Y<sub>i</sub> = Variabel jumlah penduduk actual  
 Y<sub>n</sub> = Jumlah penduduk proyeksi  
 n = Jumlah data

b. Koefisien Korelasi

Dari beberapa metode yang digunakan nilai r harus mendekati angka 1 atau -1 atau keduanya. Nilai r tiap metode memiliki rumus yang berbeda, diantaranya :

1. Koefisien aritmatika metode aritmatika

$$r = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum Y_i)(\sum X_i)}{\sqrt{\{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2\} \cdot \{n(\sum Y_i^2) - (\sum Y_i)^2\}}} \quad (3.36)$$

2. Koefisien korelasi metode geometrik

$$r = \frac{[n \sum X_i \cdot \ln Y_i - (\sum X_i)(\sum \ln Y_i)]}{\sqrt{\{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2\} \cdot \{n(\sum \ln Y_i^2) - (\sum \ln Y_i)^2\}}} \quad (3.37)$$

## 3. Koefisien korelasi metode least square

$$r = \frac{n(\sum X_i \cdot Y_i) - (\sum Y_i)(\sum X_i)}{\sqrt{[(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2] \times (n(\sum Y_i^2) - (\sum Y_i)^2)}} \quad (3.38)$$

