

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Drainase**

Drainase adalah saluran air yang berada di dalam atau diatas tanah. Pada dasarnya drainase terbentuk dari dua cara yaitu, cara alami di mana saluran air terbentuk akibat pengikisan tanah secara berkala sehingga berbentuk saluran, adapun yang kedua saluran air buatan dibuat dan direncanakan sesuai kondisi dan data yang ada dan kebutuhan. Sesuai dengan (Gunadarma,1997), Secara umum, drainase ialah media yang membahas cara untuk mengalirkan atau membuang kelebihan air guna mencapai tujuan tertentu.

##### **2.1.1 Sistem Drainase**

Pada dasarnya definisi sistem drainase ialah sekumpulan bangunan yang terhubung untuk pengontrolan air di kawasan tertentu untuk mencegah terjadinya banjir ataupun genangan air.

Adapun tipe drainase terbagi dalam beberapa jenis sebagai berikut .

a. Jenis-jenis drainase berdasarkan tata letaknya:

1. Drainase permukaa tanah

Letak saluran ini di muka tanah sebagai wadah untuk mngalirkan air, biasanya diimplementasikan pada jalan raya agar tidak ada genangan air.

2. Drainase bawah permukaan tanah

Saluran yang tempatnya terletak dasar tanah yang memiliki tujuan tujuan agar tidak mengurangi penggunaan lahan dan estetika lingkungan sehingga aliran berada di bawah.

b. Jenis-jenis drainase berdasarkan fungsinya :

1. Saluran penerima (*interceptor channel*)

Berfungsi sebagai saluran yang menangani muatan aliran air dari satu posisi ke posisi lain dengan ketinggian lebih rendah. Saluran-saluran ini biasanya dibangun dan ditata dalam bagian-bagian yang mengarah sejajar

dengan elevasi. Pada akhirnya limpasan air dibuang ke sungai setelah melalui saluran pengumpul.

2. Saluran pengumpul (*collector channel*)

Berfungsi sebagai saluran pembuangan dari saluran utama dengan ukuran lebih kecil, setelah itu dialirkan ke saluran pembawa.

3. Saluran konveyor (*conveyor channel*),

Berfungsi sebagai pembawa air buangan dari suatu tempat ke tempat lain tidak mencam lokasi yang dilaluinya.

c. Jenis-jenis drainase berdasarkan proses terbentuknya:

1. Drainase Alami

Drainase alami terbentuk karena proses alam secara berkala, akibat tanah tergerus terus menerus sehingga tanah terkikis dan membentuk sebuah saluran. Contoh drainase alami adalah aliran sungai.

2. Drainase Buatan

Pengertian drainase buatan merupakan saluran air yang dibangun atau tidak terbentuk dari rencana, drainase ini dibuat manusia dengan tujuan mengurangi dampak negatif akibat limpasan air seperti genangan air dan banjir. Drainase direncanakan sebagai usaha manusia untuk mengatur aliran air hujan maupun air limbah. dan merupakan drainase tidak alami

d. Jenis-jenis drainase berdasarkan aliran saluran:

1. Drainase Saluran Terbuka

Drainase saluran yang diaplikasikan pada kawasan luas untuk meggerakan limpasan air hujan dan limbah yang tidak membahayakan tatanan seperti limbah rumah tangga.

2. Drainase Saluran Tertutup

Drainase saluran tertutup ini diimplementasikan pada wilayah yang setiap lahannya digunakan seperti daerah perkotaan dan jalan raya untuk mengalirkan air kotor ataupun limbah berbahaya untuk lingkungan.

e. Jenis-jenis drainase berdasarkan fungsi bangunan:

1. *Single purpose*

Drainase yang difungsikan untuk mengalirkan aliran yang seragam seperti contoh pada pabrik membuang air limbah berbahaya pada saluran khusus pembuangan air limbah.

2. *Multi purpose*

Drainase yang difungsikan untuk mengalirkan beragam jenis air dan tidak bermasalah apabila tergabung, contohnya saluran pembuangan air kotor pada perumahan sebab biasanya air hujan yang mengalir pada saluran yang sama dengan air limbah rumah tangga.

## 2.2 Analisa hidrologi

Hidrologi merupakan ilmu segala hal tentang air seperti mempelajari kualitas air, daur air, dan pergerakan air yang mencakup perihal siklus hidrologi, evapotranspirasi, infiltrasi, curah hujan, dan aliran air yang terhubung dengan lingkungan. Dalam hal ini kajian tentang hidrologi dapat menuntaskan permasalahan yang disebabkan oleh air. Seperti halnya dalam perencanaan tugas akhir tentang saluran drainase, adapun indikator-indikatornya sebagai berikut.

### 2.2.1 Curah Hujan Regional

Curah hujan regional merupakan suatu indikator untuk mendapatkan data curah hujan pada wilayah tertentu, sebab tidak seluruh wilayah memiliki keadaan iklim, geografis dan topografi yang sama sehingga diperlukan data yang sesuai untuk dapat menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan air. Pembagian air hujan di wilayah tertentu dengan yang lain beda, sehingga setiap daerah ada alat ukur curah hujan yang dinamakan *ombrometer*. Semakin banyak dipasang alat *ombrometer* maka menghasilkan data yang lebih tepat. Informasi curah hujan yang diperoleh dari alat tersebut akan diolah dengan mendapatkan pendekatan rumus. Untuk mendapat nilai curah hujan rata-rata sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

Dimana :

- $\Sigma X_i$  : Jumlah curah hujan  
 n : jumlah data curah hujan

### 2.2.2 Distribusi Frekuensi

Distribusi curah hujan aspek penting dalam perencanaan saluran drainase sebab curah hujan setiap waktu setiap daerah berbeda. Sehingga untuk melakukan perencanaan maka dilakukan perhitungan curah hujan rancangan dari data curah hujan yang ada, lalu dirancang sesuai kala ulang yang diinginkan. Adapun beberapa macam metode penyebaran frekuensi sesuai dengan syarat yang dipenuhi adalah penyebaran frekuensi Gumbel, penyebaran frekuensi *Log Normal*, penyebaran frekuensi *Log Person Type 3* dan penyebaran frekuensi Normal . Adapun syarat pemilihan penyebaran frekuensi sebagai berikut.

Tabel 2. 1 Syarat Penyebaran Frekuensi

Penyebaran Frekuensi	Ck	Cs
Gumbel	5,4002	1,1396
Log Pearson In	Bebas	Bebas
Log Normal	-	3. Cv
Normal	3,0000	0,0000

Sumber: Suripin 2004

Persamaan nilai Ck dan Cs :

- Nilai rata-rata  

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X_i}{n}$$
- Standar deviasi  

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$
- Koefisien Variasi  

$$Cv = \frac{sd}{\bar{X}}$$
- Koefisien Kemencengan  

$$Cs = \frac{n \sum (X_i - \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 2)Sd^3}$$
- Pengukuran kurtosis  

$$Cs = \frac{1/n \sum (X_i - \bar{X})^4}{Sd^4}$$
- Keterangan :

- Sd : Standar deviasi  
 $\bar{X}$  : Nilai hujan rata-rata  
 Xi : nilai hujan  
 n : Total data hujan

a. Metode Penyebaran Gumbel

Menurut (Gumbel, 1941) angka-angka ekstrem seringkali menjadi perhatian ketika terjadi kelebihan air yang tak terkendali. Gumbel memperkenalkan konsep untuk mengukur angka-angka ekstrem ini dalam konteks statistika, yang digunakan untuk menganalisis peristiwa langka atau ekstrem seperti banjir besar atau curah hujan sangat tinggi, besaran- besaran ekksesif  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ , dimana data representatifnya berangka sama dan  $X$  adalah variabel bersirkulasi eksponensial, jadi peluang kumulatifnya:

$$P(X) = e^{-e^{-a(x-b)}}$$

Dimana:

$P(X)$ : peluang

$X$  : variabel berpenyebaran eksponensial

$e$  : bilangan alam,  $e = 2,7182818$

$a$  : Konstanta

Waktu kembali antar 2 (dua) pengamatan tetap, yaitu:

$$Tr(X) = \frac{1}{1-P(x)}$$

Dimana :

$Tr(X)$  : waktu kembali

$P(X)$  : peluang

Saran bagi Chow dalam (Soemarto, 1986), variat  $X$  yang mengimplikasikan deret hidrologi dengan acak bisa diwakilkan dengan persamaan:

$$X_T = \bar{X} + K \times S_d$$

$X_T$ : variat yang terekstrapolasi, yaitu angka curah hujan dengan kala ulang

$\bar{X}$  : angka pertengahan

$S_d$ : standar deviasi

$K$  : faktor frekuensi, yaitu fungsi kala ulang dan tipe penyebaran frekuensi

Faktor frekuensi  $K$  untuk angka-angka eksesif Gumbel dinyatakan dengan persamaan:

$$K = \frac{Y(t-Y)}{S_n} \text{ atau } XT = \bar{X} + \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \times S_d$$

Dimana:

$Y_t$  : reduksi variat selaku fungsi kala ulang  $T$

$Y_n$  : reduksi pertengahan selaku fungsi dari banyaknya data  $n$

$S_n$  : reduksi standar deviasi selaku fungsi dari banyaknya data  $n$

Dengan mensubstitusi kedua rumus di atas, sehingga didapatkan:

#### b. Metode Penyebaran Normal

Menurut (Suripin, 2004) analisis frekuensi curah hujan bisa dilakukan dengan menerapkan metode distribusi normal menggunakan rumus tertentu.:

$$XT = X + K \times S_d$$

Dimana:

$XT$  : besarnya curah hujan rancangan kala  $T$  tahun

$X$  : Pertengahan Data =  $(\sum Xi)/n$

$S_d$  : Standart Deviasi =  $\sqrt{((\sum (Xi-X)^2)/(n-1))}$

$k$  : variable reduksi Gauss

Angka variabel reduksi Gauss ditentukan tergantung kala ulang  $T$  tahun yang diterapkan, tabel di bawah menyajikan angka  $k$  untuk beberapa kala ulang.

Tabel 2. 2 Angka Variabel Rerduksi Gauss

Kala Ulang T (tahun)	Peluang	K	Kala Ulang 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	0,2	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: Suwarno, 1995

c. Metode Penyebaran *Log Normal*

Menurut (Suripin, 2004) merumuskan untuk menerapkan perasamaan berikut apabila analisa frekuensi dilakukan dengan metode penyebaran Log Normal:

$$\text{Log}X_t = \text{Log}X_r + K \times S_d$$

Dimana:

Log XT : besarnya curah hujan rencana untuk kala T tahun

Log Xrt : pertengahan data

Sd : standar deviasi

K : variable reduksi Gauss

d. Metode Penyebaran *Log Pearson Type III*

Metode penyebaran *Log Pearson Type III* sering diterapkan dalam analisa hidrologi, khususnya untuk meninjau data maksimum (keadaan meluap) dan minimum dengan bilangan eksesif. Ketika nilai curah hujan harian tertinggi diperoleh dari data yang ada, metode ini dapat diterapkan untuk menghitung curah hujan rancangan yang sesuai dengan kala ulang T tahun (Soemarto, 1987).

Beberapa persamaan yang diaplikasikan dalam pengoperasian metode Log Pearson Type III adalah selaku:

$$\text{Log } X_i = \text{Log } \bar{X} + G + S_d$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log} X_i - \text{Log} X_{rt})^2}{n - 1}}$$

$$C_s = \frac{n \times \sum (X_i - X_{rt})^3}{(n - 1) \times (n - 2) \times S^3}$$

Dimana:

Log Xi : Angka logaritma dari X dengan kala ulang T tahun

X : Angka pertengahan dari Log Xi

S : Standar Deviasi

G : Faktor frekuensi dari kala ulang dan koefisien serong

Cs : Koefisien Serong

Tabel 2. 3 Angka K Untuk Penyebaran Log Pearson III

Koef. G	Interval kejadian ( <i>Recurrence Interval</i> ), Tahun (periode ulang)							
	1,0101	1,25	2	5	10	25	50	100
	Persentase peluang terlampaui ( <i>percent chance of being exceeded</i> )							
	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	2,192	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	1,087	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	-0,086	-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	1,488	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

Sumber: Suripin 2004

### 2.2.3 Tes Kesebandingan Penyebaran

Untuk memastikan suatu data sesuai dengan metode penyebaran yang dipilih, perlu dilakukan pengujian lebih lanjut setelah penggambaran pada kertas probabilitas selesai dilakukan. Biasanya, pengujian ini dilakukan dengan 2 (dua)



jenis tes kesebandingan dengan melakukan plotting terlebih dahulu. Langkah-langkahnya adalah selaku berikut:

1. Menyusun dari besar ke kecil data curah hujan tertinggi harian pertengahan setiap tahunnya.
2. Hitung peluangnya dengan menggunakan rumus Weibull:

$$P = \frac{m}{n + 1}$$

Dimana:

P : peluang (%)

m : nomor unit data dari seri yang diurutkan

n : banyaknya data

a. Tes Smirnov Kolmogorov

Tes kesebandingan *Smirnov Kolmogorov* yang juga dikenal sebagai uji kesesuaian non-parametik, tidak membutuhkan fungsi penyeberan khusus. Uji ini difokuskan pada kurva dan hasil plotting data pada kertas probabilitas. Dari hasil plotting tersebut akan dihitung jarak distorsi setiap titik data terhadap kurva. Jarak distorsi tertinggi disebut angka Amaks dengan peluang mendapat angka lebih kecil dari angka Akritik. Jika demikian, metode distribusi frekuensi yang dipilih dapat diterapkan. Angka A kritis didapat dari tabel 2.4 selaku berikut.

Tabel 2. 4 Angka Do untuk Tes Smirnov Kolmogorov

n	α			
	0,20	0,10	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	0,30	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	$\frac{1,07}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

Sumber: Triadmodjo, 2008

### b. Tes Chi Square

Menurut (Soemarto, 1986) pengujian ini diterapkan untuk mengetahui simpangan-simpangan secara vertikal yang ditentukan dengan rumus berikut ini:

$$\frac{\sum(OF - EF)^2}{EF}$$

keterangan:

$X^2$  : angka chi kuadrat terhitung

$Ef$  : banyak data yang diharapkan sebanding dengan pembagian kelasnya

$Of$  : banyak data yang terbaca pada kelas yang sama

$n$  : total sub kelompok dalam satu grup

Angka  $X^2$  yang didapat harus kurang dari angka  $X^2_{cr}$  (Chi-kuadrat kritis), untuk suatu derajat nyata tertentu lazimnya diambil 5%. Derajat kebebasan dikalkulasikan dengan persamaan:

$$DK = K - (\alpha + 1)$$

Dimana:

$DK$  : Derajat kebebasan

$K$  : Jumlah kelas

$\alpha$  : nilai ketertarikan (parameter), untuk tes chisquare

#### 2.2.4 Intensitas Hujan

Menurut (Suripin, 2004) menyatakan bahwa intensitas curah hujan merupakan tingginya curah hujan disuatu lokasi yang ada dalam satuan waktu tertentu. Dalam hal ini, intensitas hujan dihitung dengan menggunakan rumus Mononobe. Rumus yang diterapkan saat data hujan jangka pendek tidak tersedia dan hanya ada data hujan harian.

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

Dimana:

$I$  : Intensitas curah hujan (mm/jam)

$T$  : waktu konsentrasi (jam)

$R24$  : curah hujan tertinggi harian selama 24 jam (mm)

Waktu konsentrasi ( $t_c$ ) adalah waktu yang dibutuhkan oleh air hujan untuk mengalir dari titik terjauh dalam area aliran hingga mencapai titik pembuangan. Rumus yang dapat diterapkan untuk memperkirakan waktu konsentrasi bagi (Suhardjono, 1984):

$$t_c = t_o + t_d$$

Dimana:

- $t_c$  : Waktu konsentrasi (jam)
- $t_o$  (inlet time) : Waktu yang diperlukan air untuk mengalir melalui permukaan tanah keseluruhan terdekat (menit)
- $t_d$  (conduct time) : waktu untuk mengalir dalam saluran ke tempat yang diukur (menit). Besaran  $t_d$  ditentukan dengan ruas sebanding dengan kondisi salurannya. Untuk saluran alami, sifat hidroliknya sulit untuk ditentukan, sehingga  $t_o$  ditentukan dengan perkiraan aliran dapat disesuaikan berdasarkan nilai kekasaran dinding saluran menurut koefisien *Manning*, *Chezy* atau yang lainnya yang tertera dalam tabel berikut.

Tabel 2. 5 Kecepatan Pertengahan Saluran Berdasarkan Kemiringan Saluran

Kemiringan Pertengahan Dasar Saluran (%)	Kecepatan Pertengahan (m/det)	Kemiringan Pertengahan Saluran (%)	Kecepatan Rata-rata (m/det)
<1	0,40	4-6	1,20
1-2	0,60	6-10	1,50
2-4	0,90	10-15	2,40

Sumber: Wesli, 2008

Lantas dikontrol dengan menggunakan rumus:

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

Dimana:

$L$ : Panjang saluran (m)

$V$ : kecepatan pertengahan saluran (m/detik)

### 2.2.5 Debit Banjir Rancangan

Langkah untuk memperoleh daya tampung saluran drainase adalah dengan menghitung keseluruhan air hujan dan air limbah akan dialirkan melewati saluran. Debit banjir rencana menjadi alasan utama dalam Merancang upaya pengamanan terhadap risiko banjir di wilayah menggunakan angka terjadinya banjir besar. Metode untuk menghitung debit banjir rancangan adalah metode rasional. Di wilayah perkotaan, kehilangan air relatif sedikit karena waktu konsentrasi yang singkat menyebabkan debit keseimbangan dicapai.

Hingga saat ini, metode rasional masih diterapkan secara baik untuk memperkirakan banjir di kawasan perkotaan. Perhitungan debit banjir rencana menggunakan Metode Rasional menggunakan

$$Q_{ah} = C \times I \times A$$

Dan jika diaplikasikan rumus matriks, sehinggaramusnya menjadi:

$$Q_{ah} = 0,278 \times C \times I \times A$$

Dimana:

$Q_{ah}$  : Debit rencana ( $m^3/det$ )

C : koefisien

I : intensitas hujan selama waktu tiba banjir ( $mm/jam$ )

A : luas area aliran ( $km^2$ )

0,278 : factor konversi

### 2.2.6 Koefisien pengaliran (C)

Koefisien aliran merupakan rasio beberapa luas wilayah hujan yang menghasilkan limpasan langsung dengan total hujan yang terjadi (Supirin, 2004). Koefisien aliran ditentukan berdasarkan kondisi bidang. Apabila Daerah aliran sungai (DAS) terdiri dari berbagai jenis pemanfaatan wilayah dengan koefisien aliran bidang yang berbeda, maka nilai koefisien digunakan dapat dijumlah menggunakan persamaan:

$$C = \left( \left( \frac{A_i}{A} \right) \times C_i \right) + \left( \left( \frac{A_i}{A} \right) \times C_i \right)$$

$A_i$  : luas lahan ke-1 ( $m^2$ ), dengan  $I = 1, 2, \dots, n$

$C_i$  : koefisien limpasan  $I = 1, 2, \dots, n$

Untuk menggambarkan lahan maupun karakter permukaan terhadap koefisien limpasan didapat pada harga  $c$ .

### 2.3 Analisa Hidrolika

Debit air hujan yang jatuh di suatu daerah harus segera dialirkan agar tidak terjadi genangan. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan saluran yang mampu menampung dan mengalirkan air ke tempat penampungan yang sesuai dengan total debit. Tempat penampung ini bisa berupa berbentuk sungai maupun kolam retensi dengan kapasitas saluran yang ditentukan oleh bentuk, kemiringan, dan kekasaran saluran. Pada saat merancang bentuk saluran dan sistem jaringan drainase, dilakukan analisis hidrolika. Selain itu, perencanaan debit dan penentuan dimensi saluran di area perumahan dilakukan untuk memastikan saluran dapat menangani genangan yang disebabkan oleh debit banjir dengan periode ulang tertentu.

Kaitannya dengan pengendalian banjir, analisis hidrolika berguna untuk memahami profil muka air, baik dalam kondisi terisi (*eksisting*) maupun pada kondisi perencanaan. Untuk mendukung analisis perencanaan dan memperoleh acuan desain yang tepat, diperlukan data yang valid dan metode perhitungan yang representatif (Suripin, 2004).

#### 2.3.1 Tipe Aliran

Pada saluran drainase umumnya terdapat tekanan air di permukaan setara dengan tekanan atmosfer, dengan begitu aliran terbuka dapat di kategorikan ke dalam berbagai macam sesuai dengan dalamnya aliran :

Tipe aliran menurut jenis dan ruangnya dibagi menjadi:

1. Aliran sama atau seragam merupakan keadaan penampang melintang pada kedalaman air merupakan sama.
2. Aliran beragam atau tidak seragam, merupakan keadaan melintang bervariasi pada kedalaman air.

Tipe aliran menurut waktunya dibedakan menjadi:

1. Keadaan kedalaman air tenang atau tetap tidak berubah pada waktu tertentu adalah aliran tetap.
2. Keadaan kedalaman aliran berubah bersamaan saat waktu berjalan adalah aliran berubah atau tidak tetap.

Karakteristik aliran seragam dipengaruhi berberapa faktor yaitu kedalaman, kecepatan debit dan luas penampang. Apabila semua faktor tetap konstan maka aliran seragam. Pada kondisi tertentu debit akan konstan sepanjang saluran kontinue, dapat dijelaskan dengan rumus berikut:

$$Q = A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2$$

Keterangan:

A : luas (m<sup>2</sup>)

V : kecepatan aliran (m/det)

### 2.3.2 Kecepatan Aliran

Cara untuk tidak terjadi penumpukan sedimen pada saluran drainase maka nilai kecepatan aliran harus rendah dari maksimum dan mempertimbangkan tipe dan jenis material yang diperlukan maka penyelesaiannya dapat dilakukan dengan tiga mode berikut: *chezy*, *stickler*, dan *manning*

Tabel 2. 6 Kecepatan Izin Saluran

Jenis Material	(m/det)	Jenis Material	(m/det)
Pasir Halus	0,45	Kerikil	1,2
Lempung kepasiran	0,5	Batu besar	1,5
Lanau aluvial	0,6	Pasangan batu	1,5
Kerikil halus	0,75	Beton	1,5
Lempung kokoh	0,75	Beton Bertulang	1,5
Lempung Padat	1,1		

Sumber: Hasmar, 2002

### 2.3.3 Tinggi Jagaan Saluran

Dalam standar merencanakan KP 03, apabila pipa drainase utama berfungsi mengalirkan air hujan non sawah dan mencegah banjir, maka kisaran nilai ketinggian aman adalah 0,1 hingga 0,4 m.

### 2.3.4 Dimensi Saluran

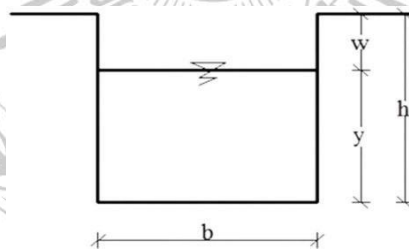
Ukuran saluran drainase ditentukan pada penyesuaian sistem saluran yang ditentukan berdasarkan kebutuhan dan mempertimbangkan faktor ekonomi. Artinya ekonomi mengacu pada drainase yang dapat mengalirkan aliran maksimum di bawah luas penampang basah tertentu. Ukuran saluran drainase yang paling efisien dipilih melalui perhitungan matematis bentuk saluran.

Rencanakan saluran drainase yang tepat dan bernomor

Ekonomis dan terjangkau, harap perhatikan hal-hal berikut:

1. Akurasi saluran hidrolik
2. Sensitivitas
3. Efektivitas

### 2.3.5 Saluran Bentuk Segi Empat



Gambar 2. 1 Gambar Main Drain

Sesuai dengan perencanaan penampang aliran berbentuk segi empat , untuk kapasitas saluran diitung dengan rumus *Manning*, berikut ini:

$$Q = A \times V$$

$$Q = A \times \left( \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \right)$$

$$Q = A \times \left( \frac{1}{n} \times \frac{A}{P} \times S^{\frac{1}{2}} \right)$$

Keterangan:

Q : Debit (m<sup>3</sup>/detik)

- A : luas (m<sup>2</sup>)  
 n : nilai manning  
 P : keliling (m)  
 R : Jari-jari (m)

Tabel 2. 7 Nilai Koefisien Manning

No.	Tipe saluran dan jenis bahan	Manning (n)		
		Minimum	Normal	Maksimum
1.	Beton			
	Gorong-gorong lurus dan bebas dari kotoran	0,010	0,011	0,013
	Gorong-gorong dengan lengkungan dan sedikit kotoran	0,011	0,013	0,014
	Beton dipoles	0,011	0,012	0,014
	Saluran pembuang dengan bak kontrol	0,013	0,015	0,017
2.	Tanah, lurus, dan seragam			
	Besih baru	0,016	0,018	0,020
	Bersih telah melapuk	0,018	0,022	0,025
	Berkerikil	0,022	0,025	0,030
	Berumput pendek, sedikit tanaman pengganggu	0,022	0,027	0,033
3.	Saluran alam			
	Bersih lurus	0,025	0,030	0,033
	Bersih, berkelok-kelok	0,033	0,040	0,045
	Banyak tanaman pengganggu	0,050	0,070	0,080
	Dataran banjir berumput pendek – tinggi	0,025	0,030	0,035
	Saluran di belukar	0,035	0,050	0,070