

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Pengertian Drainase**

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan memenuhi komponen penting dalam perencanaan infrastruktur bangunan. Menurut Suripin (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 tersebut dapat difungsikan secara optimal.

Drainase juga dapat diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas. Dari sudut pandang lain, drainase adalah salah satu unsur dari prasarana umum yang dibutuhkan masyarakat dalam rangka menuju lingkungan yang aman, nyaman, bersih dan sehat. Prasarana drainase disini berfungsi untuk mengalirkan air ke badan air (sumber air permukaan dan bawah permukaan tanah) dan atau bangunan resapan. Selain itu juga berfungsi sebagai pengendali kebutuhan air permukaan dengan tindakan untuk memperbaiki daerah becek dan genangan air sehingga tidak ada akumulasi air tanah.

## B. Sistem Jaringan Drainase

Sistem jaringan drainase merupakan bagian dari infrastruktur pada suatu kawasan, drainase masuk pada kelompok infrastruktur air pada pengelompokan infrastruktur wilayah, selain itu ada kelompok jalan, kelompok sarana transportasi, kelompok pengolahan limbah, bangunan kota, kelompok energi dan kelompok telekomunikasi (Suripin, 2004).

Bagian infrastruktur (sistem drainase) dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan. Bangunan sistem drainase terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran pembawa (*conveyor drain*), saluran induk (*main drain*) dan badan air penerima (*receiving waters*). Di sepanjang sistem sering dijumpai bangunan lainnya, seperti gorong-gorong, siphon, jembatan air, pelimpah, pintu-pintu air, bangunan terjun, kolam tando dan stasiun pompa. Pada sistem drainase yang lengkap, sebelum masuk ke badan air, penerima air diolah dahulu pada instalasi pengolahan air limbah (IPAL), khususnya untuk sistem tercampur. Hanya air yang telah memiliki baku mutu tertentu yang dimasukkan kedalam badan air penerima biasanya sungai, sehingga tidak merusak lingkungan (Suripin, 2004).

## 1. Sistem Drainase Mayor

Sistem drainase mayor yaitu sistem saluran yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan ( *Catchment Area* ). Pada umumnya sistem drainase mayor ini disebut juga sebagai sistem saluran pembuangan utama atau drainase primer. Sistem jaringan ini menampung aliran yang berskala besar dan luas seperti saluran drainase primer, kanal-kanal dan sungai. Perencanaan drainase mayor ini umumnya dipakai dengan periode ulang antara 5-10 tahun dan topografi yang detail diperlukan dalam perencanaan sistem ini.

## 2. Sistem Drainase Mikro

Sistem drainase mikro yaitu sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan. Secara keseluruhan yang termasuk dalam sistem drainase mikro adalah saluran disepanjang sisi jalan, saluran/selokan air hujan di sekitar bangunan, gorong-gorong, saluran drainase kota dan lain sebagainya, dimana debit air yang dapat ditampung tidak terlalu besar. (Allafa, 2008)

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 permukiman lebih cenderung sebagai sistem drainase mikro.

### C. Jenis – Jenis Drainase

Drainase dibedakan menjadi beberapa bagian yaitu :

1. Menurut Sejarah Terbentuknya

a. Drainase alamiah (*Natural Drainage*)

Drainase alamiah adalah sistem drainase yang terbentuk secara alami dan tidak ada unsur campur tangan manusia.

b. Drainase buatan (*Artificial Drainage*)

Drainase buatan adalah sistem drainase yang dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti selokan, gorong-gorong, pipa-pipa dan sebagainya.

2. Menurut Letak Saluran

a. Drainase permukaan tanah (*Surface Drainage*)

Drainase permukaan tanah adalah saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan.

b. Drainase bawah tanah (*Sub Surface Drainage*)

Drainase bawah tanah adalah saluran drainase yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah permukaan tanah (pipa-pipa), dikarenakan alasan tertentu. Alasan tersebut antara lain tuntutan fisik, tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak membolehkan adanya saluran di permukaan tanah seperti lapangan sepak bola, lapangan terbang, taman, dan lain-lain.

### 3. Menurut Konstruksi

#### a. Saluran terbuka

Saluran terbuka adalah sistem saluran yang biasanya direncanakan hanya untuk menampung dan mengalirkan air hujan (sistem terpisah).

#### b. Saluran tertutup

Saluran tertutup adalah saluran untuk air kotor yang mengganggu kesehatan lingkungan. Juga untuk saluran dalam kota / wilayah.

### 4. Menurut Fungsinya

#### a. *Single purpose*

*Single purpose* adalah saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan saja.

#### b. *Multy purpose*

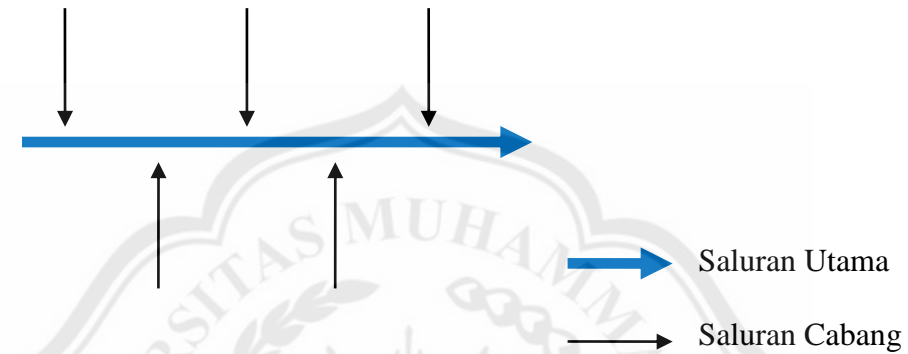
*Multy purpose* adalah saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis buangan, baik secara bercampur maupun bergantian. (Hasmar, 2011)

## **D. Pola Jaringan Drainase**

Menentukan pola jaringan drainase dalam suatu kawasan atau wilayah harus memperhatikan sistem perencanaan drainasenya. Pola jaringan drainase tergantung dari keadaan topografi daerah dan tata guna lahan kawasan tersebut. adapun tipe atau jenis jaringan drainase sebagai berikut :

## 1. Jaringan Drainase Siku

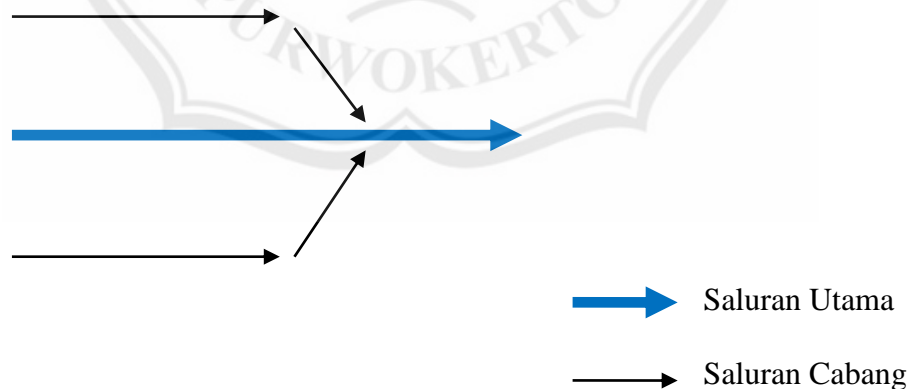
Dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai. Sungai sebagai saluran pembuang akhir.



Gambar 2.1 Pola Jaringan Drainase Siku

## 2. Jaringan Drainase Pararel

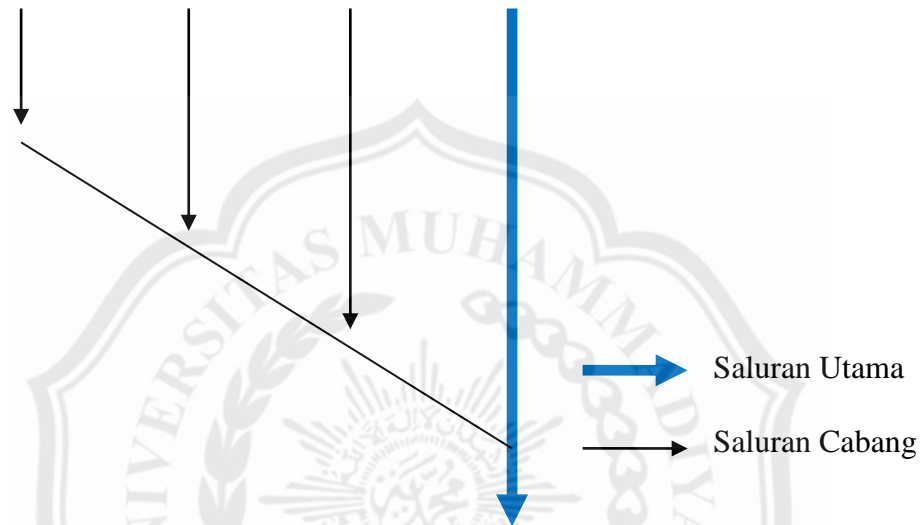
Saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek-pendek.



Gambar 2.2 Pola Jaringan Drainase Pararel

### 3. Jaringan Drainase *Grid Iron*

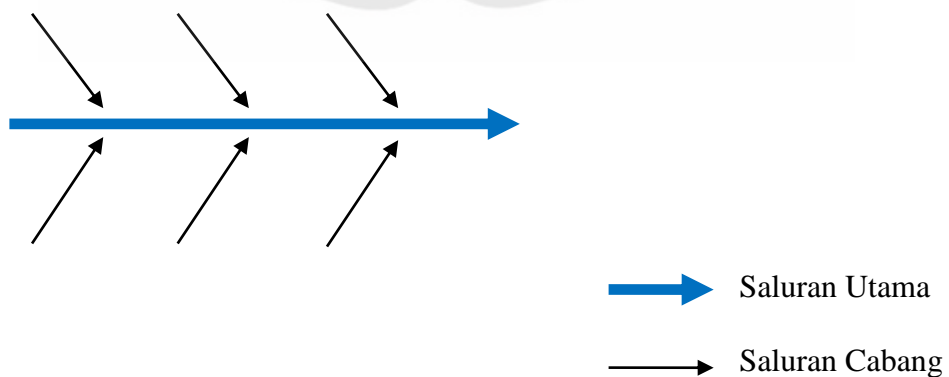
Untuk daerah dimana sungainya terletak dipinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul.



Gambar 2.3 Pola Jaringan Drainase Grid Iron

### 4. Jaringan Drainase Alamiah

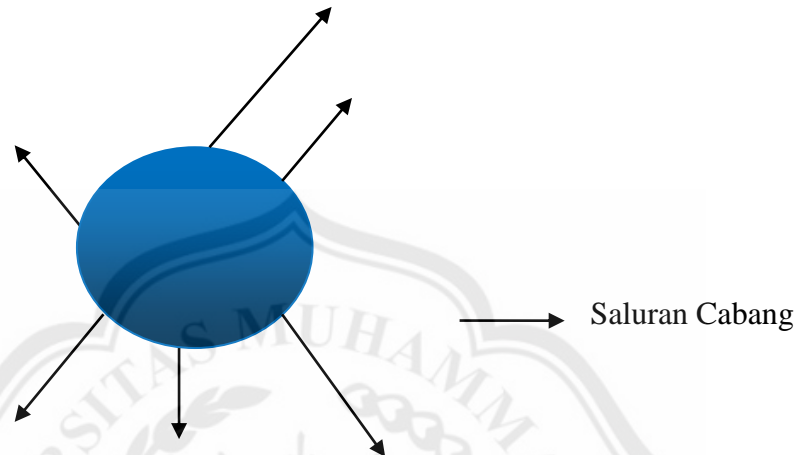
Sama seperti pola siku, hanya beban sungai pada pola alamiah lebih besar.



Gambar 2.4 Pola Jaringan Drainase Alamiah

## 5. Jaringan Drainase Radial

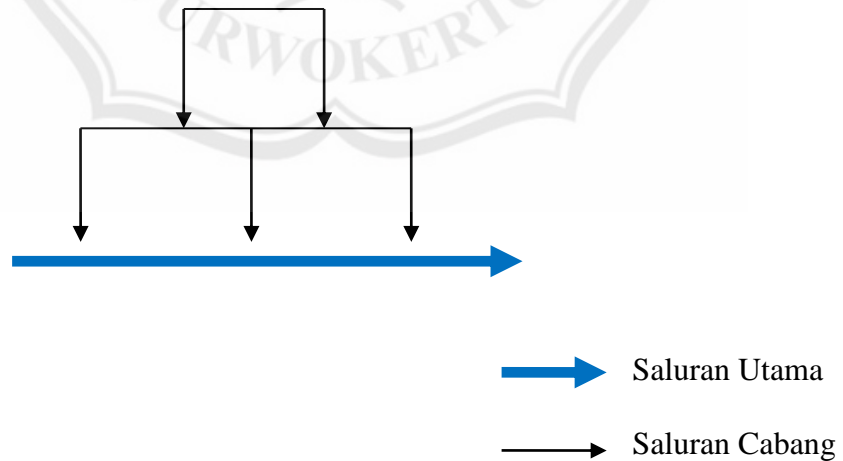
Pada daerah berbukit, sehingga pola saluran memencar ke segala arah.



Gambar 2.5 Pola Jaringan Drainase Radial

## 6. Jaringan Drainase Jaring – jaring

Mempunyai saluran – saluran pembuang yang mengikuti arah jalan raya dan cocok untuk daerah dengan topografi datar.



Gambar 2.6 Pola Jaringan Drainase Jaring - Jaring



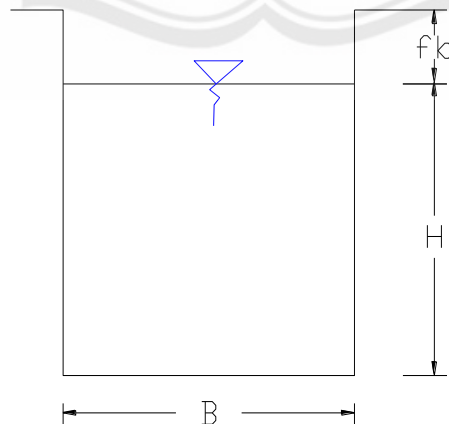
- Saluran Cabang adalah saluran yang berfungsi sebagai pengumpul debit yang diperoleh dari saluran drainase yang lebih kecil dan akhirnya dialirkan ke saluran utama.
- Saluran Utama adalah saluran yang berfungsi sebagai pembawa air buangan dari suatu daerah ke lokasi pembuangan tanpa harus membahayakan daerah yang dilaluinya.

#### E. Bentuk Penampang Saluran

Dalam perencanaan bentuk penampang drainase, dimensi saluran harus diusahakan dapat membentuk dimensi yang ekonomis dan dapat menampung debit aliran yang ada. Adapun bentuk saluran antara lain :

##### 1. Persegi

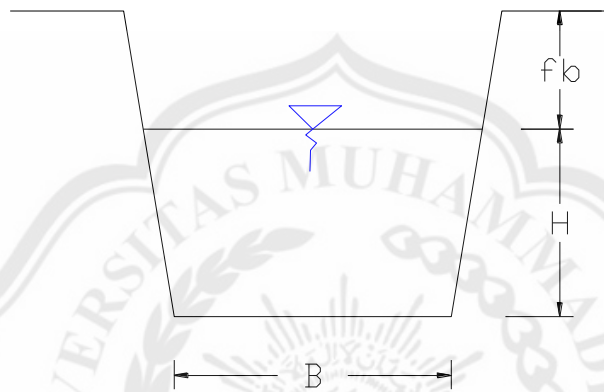
Saluran ini terbuat dari pasangan batu dan beton. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan serta air buangan domestik.



Gambar 2.7 Saluran Penampang Persegi

## 2. Trapesiun

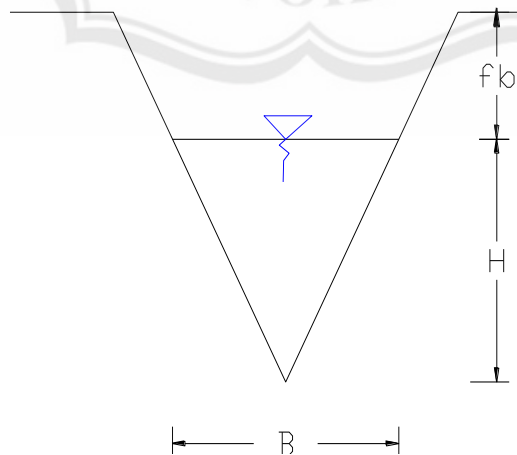
Saluran ini terbuat dari tanah, batu dan beton. Memerlukan cukup ruang dan berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan serta air buangan domestik.



Gambar 2.8 Saluran Penampang Trapesiun

## 3. Segitiga

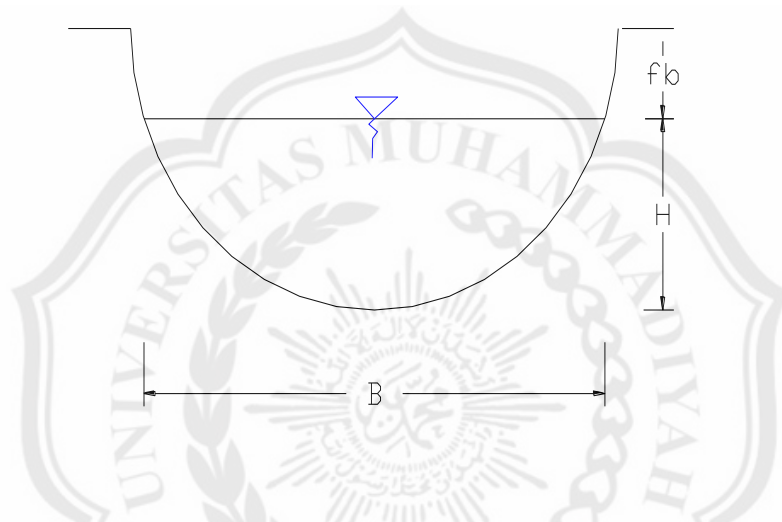
Saluran ini digunakan hanya dalam kondisi tertentu saja dan mempertimbangkan kondisi lahan yang ada.



Gambar 2.9 Saluran Penampang Segitiga

#### 4. Setengah Lingkaran

Saluran ini terbuat dari batu dan beton dengan cetakan yang telah tersedia. berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan serta air buangan domestik.



Gambar 2.10 Saluran Penampung Setengah Lingkaran

Dari keempat penampang drainase yang sudah dijelaskan diatas, pada laporan ini hanya penampang persegi yang digunakan untuk sistem drainase di kampus 1 Universitas Muhammadiyah Purwokerto.

## **F. Pengertian Hidrologi**

Hidrologi adalah cabang ilmu geografi yang mempelajari pergerakan, distribusi dan kualitas air di seluruh bumi, termasuk siklus hidrologi dan sumber daya air. Hidrologi juga mempelajari perilaku hujan terutama meliputi periode ulang curah hujan karena berkaitan dengan perhitungan banjir serta rencana untuk setiap bangunan teknik sipil antara lain bendung, bendungan dan jembatan.

Menurut Achmad (2011), Hidrologi adalah cabang dari ilmu kebumiharian. Hidrologi merupakan ilmu penting dalam asesmen, pengembangan, utilitas dan manajemen sumber daya air yang dewasa ini semakin meningkat di berbagai level.

## **G. Analisis Hidrologi**

*Analysis of consecutive days maximum rainfall of different return periods is a basic tool for safe and economical planning and design of small dams, bridges, culverts, irrigation and drainage work etc. Though the nature of rainfall is erratic and varies with time and space. (S. R. Bhakar, 2006).*

Dalam perencanaan drainase diperlukan metode yang tepat. Ketidaksesuaian penggunaan metode dapat mengakibatkan hasil perhitungan yang tidak tepat digunakan dalam kondisi sebenarnya. Analisis hidrologi merupakan faktor yang paling berpengaruh untuk merencanakan besarnya sarana penampungan dan pengaliran. Hal ini diperlukan untuk dapat mengatasi aliran permukaan yang terjadi agar tidak mengakibatkan terjadinya genangan. Beberapa aspek yang perlu ditinjau antara lain :

## 1. Data Curah Hujan

Data curah hujan yang diperlukan adalah data curah hujan harian yang tercatat pada stasiun hujan terdekat dan berpengaruh terhadap aliran air pada Daerah Aliran Sungai (DAS) yang bersangkutan.

Daerah Aliran Sungai (DAS) sendiri merupakan wilayah yang dibatasi oleh batas alam, seperti punggung, bukit-bukit atau gunung, maupun batas buatan seperti jalan atau tanggul, dimana air hujan yang turun diwilayah tersebut memberikan kontribusi aliran ketitik pelepasan (*outlet*) (Suripin, 2004).

## 2. Analisis Frekuensi Data Hidrologi

Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran peristiwa ekstrim dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Data hidrologi yang dianalisis diasumsikan tidak tergantung dan terdistribusi secara acak dan bersifat stokastik (Suripin, 2004).

### a. Parameter Statistik

Parameter statistik data curah hujan yang perlu diperkirakan untuk pemilihan distribusi yang sesuai dengan sebaran data adalah sebagai berikut (suripin, 2004).

#### 1) Rata-rata

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2.1)$$

2) Standar Deviasi (*Standard Deviation*) :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.2)$$

3) Koefisien Kemencengan (*Skewness*) :

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^2} \quad (2.3)$$

4) Koefisien Kurtosis (*Curtosis*) :

$$C_k = \frac{n^2 \cdot \sum (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \quad (2.4)$$

5) Koefisien Variasi (*Variation*) :

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \quad (2.5)$$

Dimana:

$X_i$  = curah hujan harian maksimum (mm)

$\bar{X}$  = tinggi hujan harian maksimum rata-rata selama n tahun (mm)

n = jumlah tahun pencatatan data hujan

S = standar deviasi

$C_v$  = koefisien variasi

$C_s$  = koefisien kemencengan

$C_k$  = koefisien kurtosis

#### b. Pemilihan Jenis Distribusi

Dalam pemilihan jenis distribusi berdasarkan parameter diatas dapat digunakan beberapa perhitungan analisis frekuensi berikut ini :

## 1) Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel biasanya digunakan untuk data-data nilai ekstrim yang terjadi pada beberapa kejadian seperti nilai ekstrim curah hujan, gempa dan banjir. (Soewarno, 1995)

*In probability theory, extreme value distributions namely Gumbel, Frechet and Weibull are generally considered for frequency analysis of meteorological variables. In this present study Gumbel's Extreme Value Distribution method is used to develop IDF curves and equations. In this context, an attempt has been made to estimate the rainfall for different return periods for different durations of 'n' such as 10-min, 20-min, 30-min, 60-min, 120-min, 180-min, 360-min, 720-min, 1440-min adopting Gumbel and LPTIII distributions for development of IDF relationships for North-Western region of Bangladesh. (Munshi Md. Rasel, Md. Mazharul Islam, 2015).*

Rumus distribusi Gumbel:

Curah hujan rencana periode ulang T tahun :

$$X_t = \bar{X} + \frac{S}{S_n} x(Y_t - Y_n) \quad (2.6)$$

Nilai  $Y_n$ ,  $S_n$  dan  $Y_t$  dapat dilihat pada Tabel 2.1 s/d Tabel 2.3

Standar deviasi :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.7)$$

Dimana:

$X_t$  = curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun (mm).

$\bar{X}$  = curah hujan rata-rata (mm).

$S$  = standar deviasi (*standard deviation*).

$S_n$  = *standard deviation of reduced variated.*

$Y_t$  = *reduced variated.*

$Y_n$  = *mean of reduced variated.*

Tabel 2.1. Reduced Mean  $Y_n$

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	<b>0,495</b>	0,500	0,504	0,507	0,510	0,513	0,516	0,518	0,520	0,522
20	0,524	0,525	0,527	0,528	0,530	0,530	0,582	0,588	0,534	0,535
30	0,536	0,537	0,538	0,539	0,540	0,540	0,541	0,542	0,542	0,543
40	0,546	0,544	0,545	0,545	0,546	0,547	0,547	0,547	0,548	0,548
50	0,549	0,549	0,549	0,550	0,550	0,550	0,551	0,551	0,552	0,552
60	0,552	0,552	0,553	0,553	0,553	0,554	0,554	0,554	0,554	0,555
70	0,555	0,555	0,555	0,556	0,556	0,556	0,556	0,556	0,557	0,557
80	0,557	0,557	0,557	0,557	0,558	0,558	0,558	0,558	0,558	0,559
90	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559	0,560	0,560	0,560	0,560
100	0,560									

Sumber : C.D. Soemarto, 1999

Tabel 2.2. Reduced Standar Deviation  $S_n$

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	<b>0,950</b>	0,968	0,983	0,997	1,010	1,021	1,032	1,041	1,049	1,057
20	1,063	1,070	1,075	1,081	1,086	1,032	1,096	1,100	1,105	1,108
30	1,112	1,116	1,119	1,123	1,126	1,129	1,131	1,134	1,136	1,139
40	1,141	1,144	1,146	1,148	1,150	1,152	1,154	1,156	1,157	1,159
50	1,161	1,192	1,164	1,166	1,167	1,168	1,170	1,171	1,172	1,173
60	1,175	1,176	1,177	1,178	1,179	1,180	1,181	1,182	1,183	1,184
70	1,185	1,186	1,187	1,188	1,189	1,190	1,191	1,192	1,192	1,193
80	1,194	1,195	1,195	1,196	1,197	1,197	1,198	1,199	1,199	1,200
90	1,201	1,201	1,203	1,203	1,204	1,204	1,205	1,205	1,206	1,206
100	1,207									

Sumber : C.D. Soemarto, 1999



Tabel 2.3. Reduced Variate Yt

Periode Ulang (Tahun)	<i>Reduced Variate</i>
2	0,3665
5	1,4999
10	<b>2,2502</b>
20	2,9606
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001
200	5,296

Sumber : C.D. Soemarto, 1999

## 2) Distribusi Log Person Type III

Distribusi Log Person III memiliki tiga parameter penting, yaitu harga rata-rata, simpangan baku dan koefesien kemencengan. Jika koefesien kemencengan sama dengan nol, distribusi kembali ke distribusi nol. Berikut langkah-langkah penggunaan distribusi Log-Person III (Suripin, 2004) :

- a) Ubah data kedalam bentuk logaritma

$$\text{Log} = \log X \quad (2.8)$$

- b) Hitung harga rata-rata

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

- c) Standar deviasi

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

d) Hitung koefisien kemencengan (*Scewness*)

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

e) Hitung logaritma hujan tahunan periode ulang T

$$\log X_T = \log \bar{X} + G \cdot S \quad (2.12)$$

Dengan :

G = variable standar untuk X, besarnya tergantung koefisien kemencengan (Tabel 2.4)

$X_T$  = hujan kala ulang T tahun

$\bar{X}$  = nilai rata-rata hitung variant

S = deviasi standar nilai variant

Tabel 2.4. Nilai G untuk Distribusi Log Person III

Interval kejadian ( <i>Recurrence interval</i> ), tahun (periode ulang)								
	1,0101	1,25	2	5	10	25	50	100
Persentase peluang terlampaui								
Koef, G	99	80	50	20	10	4	2	1
3	-0,667	-0,636	-0,396	0,42	1,18	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,46	1,21	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	3,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,8
2,2	-0,905	-0,752	-0,33	0,574	1,284	2,24	2,97	3,705
2	-0,99	-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	2,78	3,388
1,4	-1,316	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,34	2,087	2,626	3,149
1	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,34	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,78	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,88	-0,857	-0,009	0,8	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,88	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,85	-0,033	0,83	1,301	1,818	2,159	2,472

0	-2,326	-0,842	0	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,83	0,033	0,85	1,258	1,68	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	-0,8	0,099	0,857	1,2	1,528	1,72	1,88
-0,8	-2,891	-0,78	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1	-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	1,27	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

Sumber : Suripin, 2004

Tabel 2.5. Pedoman Penentuan Jenis Distribusi

Jenis Sebaran	Syarat
Normal	$C_s \approx 0$
	$C_k = 3$
Gumbel	$C_s \leq 1,1396$
	$C_k \leq 5,4002$
Log Pearson Tipe III	$C_s \neq 0$
Log normal	$C_s \approx 3C_v + C_v^2 = 3$
	$C_k = 5,383$

Sumber : C.D. Soemarto, 1999

### 3. Uji Kesesuaian Distribusi Curah Hujan

#### a. Uji Chi-kuadrat

Uji Chi – kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter  $\chi^2$ , yang dihitung dengan persamaan berikut (Suripin, 2004) :

$$\chi_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (2.13)$$

Dengan:

$\chi_h$  = parameter chi – kuadrat terhitung,

$O_i$  = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok I,

$E_i$  = jumlah nilai teoritis (frekuensi harapan) pada sub kelompok i.

Parameter  $\chi^2_{h-2}$  merupakan variabel acak. Peluang untuk mencapai nilai  $\chi^2_{h-2}$  sama atau lebih besar dari nilai chi – kuadrat sebenarnya ( $\chi^2_{cr}$ ). Adapun langkah-langkah pengujian uji chi – kuadrat adalah sebagai berikut:

Membagi data curah hujan rata-rata harian maksimum ke dalam beberapa kelas dengan rumus  $K = 1 + 3,322 \log n$ ,

- Memasukan anggota atau nilai-nilai data ke kelas yang bersangkutan,
- Menghitung nilai-nilai pengamatan yang ada dalam kelas ( $O_i$ ),
- Menentukan  $E_i$ ,
- Menentukan  $\chi^2_{h-2}$  dengan persamaan (Tabel 2.6)
- Menentukan derajat kebebasan (Dk) dengan  $Dk = K-R-1$  (nilai  $R=2$ , untuk distribusi normal.
- Menentukan nilai  $\chi^2_{cr}$ . Agar distribusi frekuensi yang dipilih dapat diterima, harga  $\chi^2_{h-2} < \chi^2_{cr}$ .

Tabel 2.6. Nilai kritis untuk Uji Chi – Kuadrat

DK	$\alpha$ (Drajat Kepercayaan)							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,000039	0,00015	0,00098	0,0039	3841	5024	6635	7879
2	0,01	0,0201	0,0506	0,103	5991	7378	9210	10597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7815	9348	11345	12838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9488	11143	13277	14860
5	0,412	0,554	0,831	1154	11070	12832	15086	16750
6	0,676	0,872	1237	1635	12592	14449	16812	18548

7	0,989	1239	1690	2167	14067	16013	18475	20278
8	1344	1646	2180	2733	15507	17535	20090	21955
9	1735	2088	2700	3325	16919	19023	21666	23589
10	2156	2558	3247	3940	18307	20483	23209	25188
11	2603	3053	3816	4575	19675	21920	24725	26757
12	3074	3571	4404	5226	21026	23337	26712	28300
13	3565	4107	5009	5892	22362	24736	27688	29819
14	4075	4660	5629	6571	23685	26119	29141	31319
15	4601	5229	6262	7261	24996	27488	30578	32801
16	5142	5812	6908	7962	26296	28845	32000	34267
17	5697	6408	7564	8672	27587	30191	33409	35718
18	6265	7015	8231	9390	28869	31526	34805	37156
19	6844	7633	8907	10117	30144	32852	36191	38582
20	7434	8260	9591	10851	31410	34170	37566	39997
21	8034	8897	10283	11591	36271	35479	38932	41401
22	8643	9542	10982	12338	33924	36781	40289	42796
23	9260	10196	11689	13091	36172	38076	41638	44181
24	9886	10856	12401	13848	36415	39364	42980	45558
25	10520	11524	13120	14611	37652	40646	44314	46928
26	11160	12918	13844	15379	38885	41923	45642	48290
27	11808	12879	14573	16151	40113	43194	46963	49645
28	12641	13565	15308	16928	41337	44461	48278	50993
29	13121	14256	16047	17708	42557	45722	49588	52336
30	13787	14953	16791	18493	43773	46979	50892	53672

Sumber : Suripin, 2004

b. Uji Smirnov – Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov – Kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedur perhitungannya adalah sebagai berikut (Suripin, 2004):

- 1) Mengurutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.  $X_1 = P(X_1)$ ,  $X_2 = P(X_2)$ ,  $X_3 = P(X_3)$ , dan seterusnya.
- 2) Mengurutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya).

$X_1 = P'(X_1), X_2 = P'(X_2), X_3 = P'(X_3),$  dan seterusnya.

- 3) Menentukan selisih terbesar antara peluang pengamatan dan peluang teoritis.  $D = \text{maksimum } [P(X_n) - P'(X_n)]$
- 4) Berdasarkan table nilai kritis (*smirnov - kolmogorov test*) ditentukan harga  $D_0$  dari Tabel 2.4.

Tabel 2.7. Nilai Kritis  $D_0$  untuk Uji Smirnov - Kolmogorof

N	$\alpha$			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
<b>10</b>	<b>0,32</b>	<b>0,37</b>	<b>0,41</b>	<b>0,49</b>
15	0,27	0,3	0,34	0,4
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,2	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,2	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
$N > 50$	$\frac{1,07}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

Sumber : Suripin, 2004

#### 4. Intesitas Curah Hujan

Intesitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu, yang terjadi pada satu kurun waktu air hujan terkonsentrasi. (Wesli, 2008)

Rumus perhitungan intesitas curah hujan adalah sebagai berikut :

$$I = \frac{R24}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \text{ (mm/jam)} \quad (2.14)$$

Dimana:

$I$  = intensitas hujan (mm/jam)

$R_{24}$  = curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm)

$t$  = lamanya hujan (jam)

#### 5. Waktu Konsentrasi ( $T_c$ )

Wesli (2008), Waktu Konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol ditentukan dibagian hilir suatu daerah.

Waktu konsentrasi pada drainase perkotaan terdiri dari waktu yang diperlukan air untuk mengalir melalui permukaan tanah dari tempat terjauh ke saluran terdekat (*inlet time*) ditambah waktu yang mengalir didalam saluran ke tempat pengukuran (*conduit time*). Perhitungan waktu konsentrasi dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$T_c = T_o - T_D \quad (2.15)$$

$$T_o = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right) \quad (2.16)$$

$$T_D = \frac{L}{60 v} \quad (2.17)$$

Keterangan :

$T_c$  = Lamanya atau durasi curah hujan (jam)

$T_o$  = Waktu *in-let* (menit)

$T_D$  = Waktu aliran dalam saluran (*conduit time*)

$L_o$  = Jarak titik terjauh ke fasilitas drainase (m)

- L = Panjang saluran (m)
- n = Angka kekasaran permukaan lahan (tabel 2.8)
- S = Kemiringan daerah pengaliran atau kemiringan tanah
- v = Kecepatan rata-rata aliran dalam saluran (m/det)

Tabel 2.8. Angka Kekasaran Permukaan Lahan

No	Tata Guna Lahan	n
1	Lapisan semen dan aspal betom	0,013
2	Kedap air	0,020
3	Timbunan tanah	0,100
4	Tanaman pangan dengan sedikit rumput pada tanah	0,200
5	Padang rumput	0,400
6	Tanah gundul yang kasar dengan runtuhan dedaunan	0,600
7	Hutan dan sejumlah semak belukar	0,800

Sumber : Kamiana, 2011

Tabel 2.9. Nilai Kemiringan Melintang Normal Perkerasan Jalan

Jenis Lapis Permukaan	Kemiringan melintang normal-i (%)
Beraspal, beton	2%-3%
Japat	4%-6%
Kerikil	3%-6%
Tanah	4%-6%

Sumber : Drainase Perkotaan:1997



6. Limpasan Air Permukaan (*Run off*)

Limpasan adalah apabila intensitas hujannya jatuh disuatu DAS melebihi kapasitas infiltrasi, setelah laju infiltrasi terpenuhi air akan mengisi cekungan, selanjutnya air akan mengalir (melimpas) diatas permukaan tanah. Faktor utama yang mempengaruhi besarnya limpasan adalah laju infiltrasi tanah, tanaman penutup tanah dan intensitas hujan (Suripin, 2004).

Limpasan ini dilambangkan dengan nilai C. Besarnya Nilai C tergantung pada kondisi dan Karakteristik daerah yang akan di drain dan dikeringkan. Untuk tata guna lahan yang bervariasi, maka nilai C dihitung sebagai nilai C komposit. Rumusnya sebagai berikut:

$$C \text{ komposit} = \frac{A_1 + C_1 + A_2 + C_2 + \dots + A_n C_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.18)$$

Dimana :

C komposit = Koefisien limpasan komposit

A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>n</sub> = Luas sub area (ha)

C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>n</sub> = Koefisien pengaliran untuk setiap sub area

Tabel 2.10. Koefisien aliran permukaan (C)

Tipe Daerah Aliran	Koefisien Aliran, (C)
Rerumputan:	
Tanah pasir, datar 2%	0,5 – 0,10
Tanah pasir, sedang 2%-7%	0,10 – 0,15
Tanah pasir, curam > 7%	0,15 – 0,20
Tanah gemuk, datar 2%	0,13 – 0,17
Tanah gemuk, sedang 2%-7%	0,18 – 0,22
Tanah gemuk, curam > 7%	0,23 – 0,35

Tipe Daerah Aliran	Koefisien Aliran, (C)
Perdagangan:	
Daerah kota lama	0,75 – 0,95
Daerah kota pinggiran	0,50 – 0,70
Perumahan:	
Daerah single family	0,30 – 0,50
Multy unit terpisah	0,40 – 0,60
Multi unit tertutup	0,60 – 0,75
Daerah bapartemen	0,50 -0,70
Industri:	
Daerah ringan	0,50 – 0,80
Daerah berat	0,60 – 0,90
Taman, kuburan	0,10 – 0,25
Tempat bermain	0,20 – 0,35
Daerah tidak dikerjakan	0,10 – 0,30
Jalan:	
Aspal	0,70 – 0,95
Beton	0,80 – 0,95
Batu	0,70 – 0,85
Atap	0,74 – 0,95

Sumber : Triatmodjo, 2009

## 7. Metode Rasional

Metode ini digunakan untuk menaksir debit puncak banjir berdasarkan curah hujan, namun hanya untuk DAS ukuran kecil yang areanya kurang dari 300 ha. (Suripin, 2004).

Rumus :

$$Q_p = F. C. I. A \quad (2.19)$$

Keterangan :

$Q_p$  = Debit maksimum rencana ( $m^3/det$ )

$A$  = Luas daerah aliran (ha)

C = Koefisien aliran (mm/jam)

F = Koefisien satuan luas, dalam ha = 0,00278

I = Intesitas curah hujan waktu konsentrasi (mm/jam)

## H. Analisis Hidraulika

Banyaknya debit air hujan yang ada dalam suatu kawasan harus segera dialirkan agar tidak menimbulkan genangan air. Untuk dapat mengalirkannya diperlukan saluran yang dapat menampung dan mengalirkan air tersebut ke tempat primer atau saluran akhir, yaitu dapat berupa sungai dan kolam retensi. Kapasitas pengaliran dan saluran tergantung pada bentuknya, kemiringan dan kekasaran saluran. Sehingga penentuan kapasitas tampungan air harus berdasarkan besarnya debit air hujan.  $v$

### 1. Dimensi Saluran

#### a. Penampang Persegi

- Luas penampang (A)  $= B \times H$   
 $= 2H \times H$   
 $= 2H^2 \text{ (m)}$  (2.20)

- Keliling basah (P)  $= B + 2H$   
 $= 2H^2 + 2H \text{ (m)}$  (2.21)

- Jari – jari hidrolis (R)  $= \frac{A}{P} = \frac{BH}{B+2H}$   
 $= \frac{2H^2}{4H}$   
 $= \frac{H}{2} \text{ (m)}$  (2.22)

Keterangan :

B = Lebar dasar saluran (m)

H = Tinggi kedalaman air (m)

A = Luas Penampang (m<sup>2</sup>)

P = Keliling basah penampang (m)

## 2. Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran adalah kecepatan aliran air pada saluran drainase, yang didapat dari rumus *Manning*.

Rumus *Manning* :

$$\text{Kecepatan (V)} = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \text{ (m/det)} \quad (2.23)$$

Keterangan :

V = Kecepatan aliran air (m/det)

n = Koefisien kekasaran manning (Tabel 2.12)

R = Radius hidraulik

S = Kemiringan saluran (Tabel 2.15)

Tabel 2.11 Kemiringan Dinding Saluran Sesuai Jenis Material

No	Bahan Saluran	Kemiringan Dinding (m)
1	Batuan Cadas	0
2	Tanah Lumpur	0,25
3	Lempung Keras/Tanah	0,5 - 1
4	Tanah dengan pasangan batu	1
5	Batu	1,5
6	Lempung	2
7	Lumpur berpasir	3

(Sumber : Tata cara perencanaan drainase permukaan jalan, SNI 03 3424-1994.

### 3. Debit Aliran

Debit aliran adalah jumlah air yang mengalir dalam suatu tempat tiap satu satuan waktu. Fungsi debit aliran ini adalah untuk mengetahui seberapa banyak air yang mengalir pada suatu sungai atau saluran dan seberapa cepat air tersebut mengalir dalam waktu satu detik.

Rumus debit :

$$Q_s = A \times V \quad (2.24)$$

Keterangan :

$Q_s$  = Debit Aliran ( $m^3/det$ )

$A$  = Luas Penampang ( $m^2$ )

$V$  = Kecepatan Aliran ( $m/det$ )

## **I. Pengembangan Sistem Drainase**

Dalam pengembangan sistem drainase di suatu kawasan sangat dipengaruhi oleh pertumbuhan dan perkembangan aktivitas yang menyebabkan perubahan tataguna lahan, sedangkan siklus hidrologi sangat dipengaruhi oleh tata guna lahan. Drainase perkotaan atau suatu kawasan harus terpadu dengan sanitasi, sampah, pengendalian banjir dan lain-lain.

### **1. Pola Arah Aliran**

Dengan melihat peta topografi dapat ditentukan arah aliran yang merupakan natural drainase sistem, secara alamiah, dan dapat mendata toleransi lama genangan dari suatu area rencana. Topografi adalah informasi yang diperlukan untuk menentukan arah penyaluran dan batas wilayah tadahnya.

### **2. Situasi dan Kondisi Fisik Kawasan**

Informasi situasi dan kondisi fisik wilayah, baik yang telah ada (eksisting) maupun yang sedang direncanakan, perlu diketahui data : sistem jaringan yang ada (drainasi, irigasi, air minum, telepon dan listrik).

- a. Batas-batas area pemilikan
- b. Letak dan jumlah prasarana yang ada
- c. Tingkat kebutuhan drainasi yang diperlukan
- d. Gambaran prioritas area secara garis besar

Penentuan tata letak dari jaringan drainasi bertujuan untuk :

- a. Sistem jaringan drainase dengan sasaran dapat berfungsi sesuai perencanaan
- b. Dampak lingkungan seminim mungkin
- c. Nilai pakai setinggi mungkin ditinjau dari segi konstruksi dan fungsi
- d. Biaya pelaksanaan seekonomis mungkin

3. Data perencanaan

a. Data topografi

Data topografi untuk menentukan arah aliran dari air pada saluran. Jika area drainasi agak landai maka perencanaan aliran air dari lokasi tinggi ke lokasi rendah dengan arah saluran tidak terlalu berbelok-belok mendekati lurus.

b. Data tata guna lahan

Data tata guna lahan sangat berkaitan dengan besar aliran permukaan. Aliran permukaan menjadi besaran dari aliran drainasi. Besar aliran permukaan tergantung debit air hujan yang run off di muka tanah. Besar air yang meresap (infiltrasi) tergantung angka pori ( $e$ ) yang dapat didata dari laboratorium mekanika tanah dan ini berkaitan dengan penggunaan lahan.

c. Jenis tanah

Jenis tanah untuk menentukan kemampuan/daya lapisan tanah menyerap air. Jenis tanah juga untuk menentukan kuat/daya dukung tanah. Jenis tanah dengan tipe lereng suatu saluran, sangat menentukan

perlu tidaknya lereng dasar saluran diberi lapisan pelindung terhadap erosi atau tidak.

d. Peta / Mastre Plan

Master plan telah direncanakan dengan menentukan area-area yang terdapat didalam sebuah kawasan. Perencanaan saluran drainasi terutama saluran muka tanah, didisain aliran air dapat mengalir dengan baik ke sungai, ke waduk, danau atau laut.

e. Data prasarana dan utilitas

Data prasarana dan utilitas yaitu data jaringan air minum, telepon, pipa gas, pipa bahan bakar, kabel listrik dan lain-lain. Jika saluran yang sudah ada masih terjadi genangan/banjir, berarti dimensi saluran harus diperluas secara keseluruhan tidak sepotong-potong.