

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Tinjauan Umum**

Drainase adalah lengkungan atau saluran air di permukaan atau di bawah tanah, baik yang terbentuk secara alami maupun dibuat manusia. Dalam bahasa Indonesia, drainase bisa merujuk pada parit di permukaan tanah atau gorong – gorong dibawah tanah. Drainase berperan penting untuk mengatur suplai air demi pencegahan banjir.

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 usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan sanitasi (Suripin,2004).

#### **3.2 Sejarah Perkembangan Drainase**

Ilmu drainase perkotaan bermula tumbuh dari kemampuan manusia mengenali lembah-lembah sungai yang mampu mendukung kebutuhan hidupnya. Adapun kebutuhan pokok tersebut berupa penyediaan air bagi keperluan rumah tangga, pertanian, perikanan, transportasi dan kebutuhan sosial budaya.

Dari siklus keberadaan air di suatu lokasi dimana manusia bermukim, pada masa tertentu selalu terjadi keberadaan air secara berlebih, sehingga mengganggu kehidupan manusia itu sendiri. Selain daripada itu, kegiatan manusia semakin bervariasi sehingga menghasilkan limbah kegiatan berupa air buangan yang dapat mengganggu kualitas lingkungan hidupnya. Berangkat dari kesadaran akan arti kenyamanan hidup sangat bergantung pada kondisi lingkungan, maka orang mulai berusaha mengatur lingkungannya dengan cara melindungi daerah pemukimannya dari kemungkinan adanya gangguan air berlebih atau air kotor.

Dari sekumpulan pengalaman terdahulu dalam lingkungan masyarakat yang masih sederhana, ilmu drainase perkotaan dipelajari oleh banyak bangsa.

Sebagai contoh orang Babilon mengusahakan lembah sungai Eufrat dan Tigris sebagai lahan pertanian yang dengan demikian pastitidak dapat menghindahari permasalahan drainase. Orang Mesir telah memanfaatkan air sungai Nil dengan menetap sepanjang lembah yang sekaligus rentan terhadap gangguan banjir.

Tepengaruh dengan perkembangan sosial budaya suatu masyarakat atau suku bangsa, ilmu drainase perkotaan akhirnya harus ikut tumbuh dan berkembang sesuai dengan perubahan tata nilai yang berlangsung di lingkungannya.

Harus diakui bahwa pertumbuhan dan perkembangan ilmu drainase perkotaan dipengaruhi oleh perkembangan ilmu hidrolika, matematika, statiska, fisika, kimia, komputasi dan banyak lagi yang lain, bahkan juga ilmu ekonomi dan sosial sebagai ibu asuhnya pertama kali. Ketika didominasi oleh ilmu hidrologi, hidrolika, mekanika tanah, ukur tanah, matematika, pengkajian ilmu drainase perkotaan masih menggunakan konsep statiska.

Namun, dengan semakin akrabnya hubungan ilmu drainase perkotaan dengan statiska, kesehatan, lingkungan, sosial ekonomi yang umumnya menyajikan suatu telaah akan adanya ketidakpastian dan menuntut pendekatan masalah secara terpadu (*intergrated*) maka ilmu drainase perkotaan semakin tumbuh menjadi ilmu yang mempunyai dinamika yang cukup tinggi (H.A Halim Hasmar, 2011).

### **3.3 Sistem Jaringan Drainase**

Sistem jaringan drainase perkotaan umumnya menurut H.A Halim Asmar (2011) dibagi atas 2 bagian, sebagai berikut.

#### **a. 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 mayor ini disebut juga sebagai sistem saluran pembuangan utama (*major system*) atau drainase primer. Sistem jaringan ini menampung aliran yang berskala besar dan luas seperti saluran drainase 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.

b. 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 di sepanjang sisi jalan, saluran/selokan air hujan di sekitar bangunan, gorong-gorong, saluran drainase kota dan lain sebagainya dimana debit air yang dapat ditampungnya tidak terlalu besar.

### 3.4 Jenis – Jenis Drainase

Drainase dibedakan menjadi beberapa bagian menurut H.A Halim Asmar (2011) 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 dibentuk berdasarkan analisis ilmu drainase, untuk menentukan debit akibat hujan, dan dimensi saluran.

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. Analisa alirannya merupakan analisa open channel flow.

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-alasan tertentu. Alasan tersebut antara lain tuntutan artistik, 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), namun kebanyakan sistem saluran ini berfungsi sebagai saluran campuran. Pada pinggiran kota, saluran terbuka ini biasanya tidak diberi lining (lapisan pelindung). Akan tetapi saluran terbuka di dalam kota harus diberi lining dengan beton, pasangan batu (masonri) ataupun dengan pasangan bata.

#### b. Saluran Tertutup

Saluran tertutup adalah saluran untuk air kotor yang mengganggu kesehatan lingkungan. Sistem ini cukup bagus digunakan di daerah perkotaan terutama dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi seperti kota Metropolitan dan kota-kota besar lainnya.

### 4. Menurut fungsi

#### 1. *Single Purpose*

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

#### 2. *Multi Purpose*

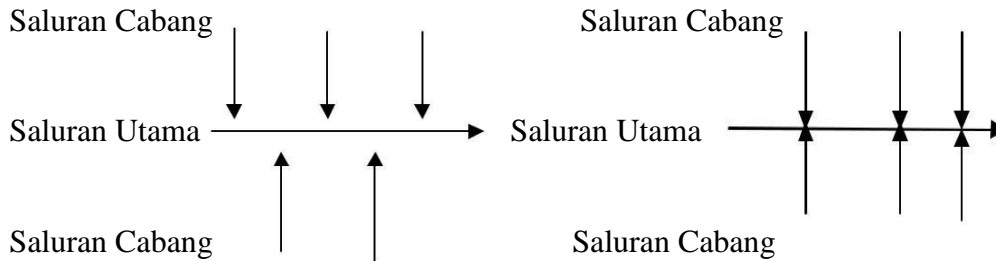
*Multi purpose* adalah saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis buangan, baik secara bercampur maupun bergantian.

### **3.5 Pola Jaringan Drainase**

Dalam perencanaan sistem drainase suatu kawasan harus memperhatikan pola jaringan drainasenya. Pola jaringan drainase pada suatu kawasan atau wilayah tergantung dari topografi daerah dan tata guna lahan kawasan tersebut. Adapun tipe atau jenis pola jaringan drainase menurut H. A. Halim Asmar (2011) sebagai berikut.

#### 3.5.1 Jaringan Drainase Siku

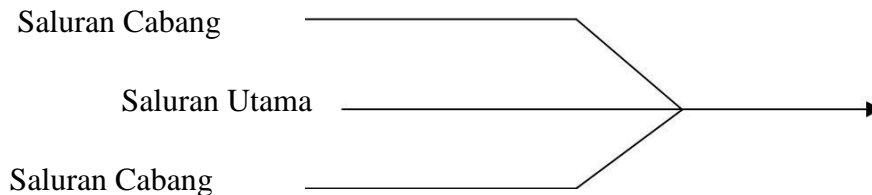
Dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai. Sungai sebagai pembuang akhir berada di tengah kota. Gambar 3.1 merupakan sketsa pola jaringan drainase siku.



**Gambar 3.1 Pola Jaringan Drainase Siku.**

### 3.5.2 Jaringan Drainase Paralel

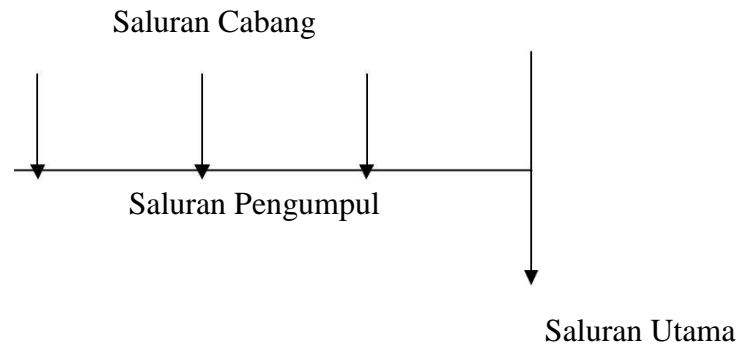
Saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek-pendek, apabila terjadi perkembangan kota, saluran-saluran akan menyesuaikan. Gambar 3.2 merupakan sketsa pola jaringan drainase paralel.



**Gambar 3.2 Pola Jaringan Drainase Paralel**

### 3.5.3 Jaringan Drainase Grid Iron

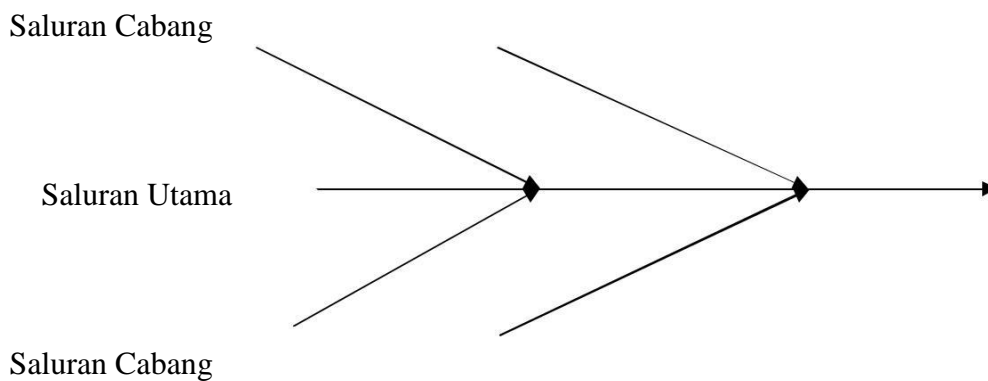
Untuk daerah dimana sungai terletak di pinggir kota, sehingga saluran saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul. Gambar 3.3 merupakan sketsa pola jaringan drainase grid ion.



**Gambar 3.3 Pola Jaringan Drainase Grid Iron**

#### 3.5.4 Jaringan Drainase Alamiah

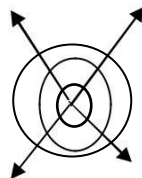
Sama seperti pola siku, hanya beban sungai pada pola alamiah lebih besar. Gambar 3.4 merupakan sketsa pola jaringan drainase alamiah.



**Gambar 3.4 Pola Jaringan Drainase Alamiah**

#### 3.5.5 Jaringan Drainase Radial

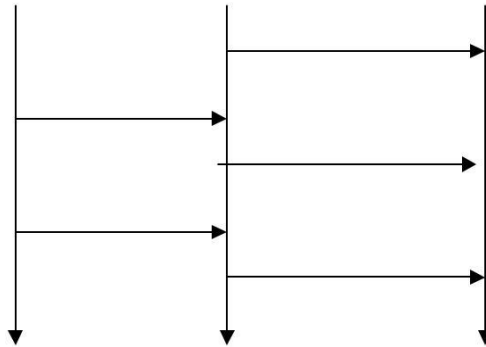
Pada daerah berbukit, sehingga pola saluran memencar ke segala arah. Gambar 3.5 merupakan sketsa pola jaringan drainase radial.



**Gambar 3.5 Pola Jaringan Drainase Radial**

### 3.5.6 Jaringan Drainase Jaring-Jaring

Mempunyai saluran-saluran pembuang yang mengikuti arah jalan raya dan cocok untuk daerah dengan topografi datar. Gambar 3.6 merupakan sketsa pola jaringan drainase jaring-jaring.



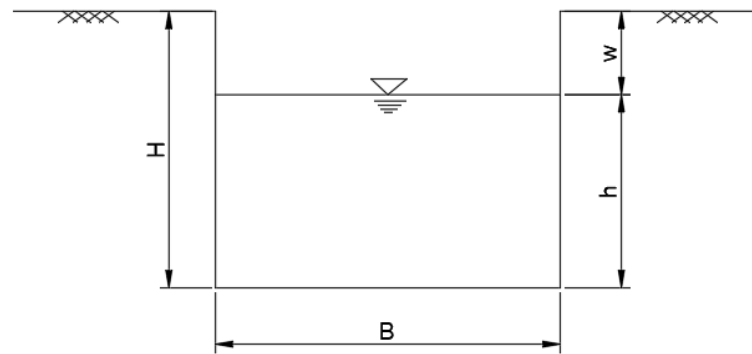
**Gambar 3.6 Pola Jaringan Drainase Jaring-Jaring**

## 3.6 Bentuk Penampang Saluran Drainase

Bentuk-bentuk untuk drainase tidak jauh berbeda dengan saluran irigasi pada umumnya. Dalam perancangan dimensi saluran harus diusahakan dapat membentuk dimensi yang ekonomis. Dimensi saluran yang terlalu besar berarti kurang ekonomis, sebaliknya dimensi yang terlalu kecil akan menimbulkan permasalahan karena daya tampung yang tidak memadai. Adapun bentuk saluran antara lain :

### 3.6.1 Persegi Panjang

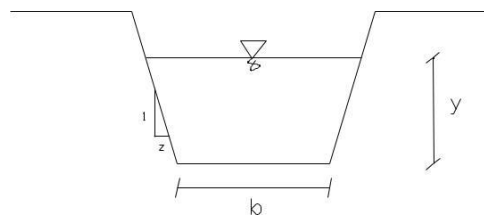
Saluran Drainase berbentuk empat persegi panjang tidak banyak membutuhkan ruang. Sebagai konsekuensi dari saluran bentuk ini saluran harus terbentuk dari pasangan batu ataupun coran beton. Gambar 3.7 merupakan sketsa penampang saluran bentuk persegi.



**Gambar 3.7 Saluran Bentuk Persegi**

### 3.6.2 Trapesium

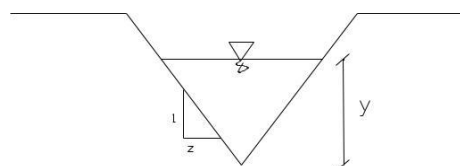
Pada umumnya saluran terbuat dari tanah akan tetapi tidak menutup kemungkinan dibuat dari pasangan batu dan coram beton. Saluran ini memerlukan cukup ruang. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan, air rumah tangga maupun air irigasi dengan debit yang besar. Gambar 3.8 merupakan sketsa penampang saluran bentuk trapesium.



**Gambar 3.8 Saluran Bentuk Trapesium**

### 3.6.3 Segitiga

Bentuk saluran segitiga umumnya diterapkan pada saluran awal yang sangat kecil. Gambar 3.9 merupakan sketsa penampang saluran bentuk segitiga.

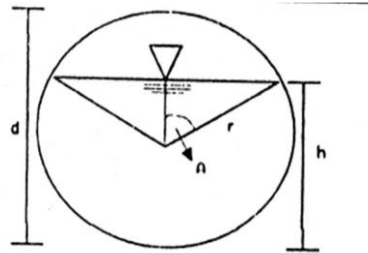


**Gambar 3.9 Saluran Bentuk Segitiga**



### 3.6.4 Lingkaran

Biasanya digunakan untuk gorong – gorong dimana salurannya tertanam di dalam tanah. Gambar 3.10 merupakan sketsa penampang saluran bentuk lingkaran.



**Gambar 3.10 Saluran Bentuk Lingkaran**

### 3.7 Konsep Drainase Perkotaan

Drainase perkotaan melayani pembuangan kelebihan air pada suatu kota dengan cara mengalirkannya melalui permukaan tanah (*surface drainage*) atau lewat di bawah permukaan tanah (*sub surface drainage*), untuk dibuang ke sungai, laut, atau danau. Kelebihan air tersebut bisa berupa air hujan, air limbah domestik maupun air limbah industri. Oleh karena itu, drainase perkotaan harus terpadu dengan sanitasi, sampah, dan pengendalian banjir kota (Notodiharjo, dkk., 1998).

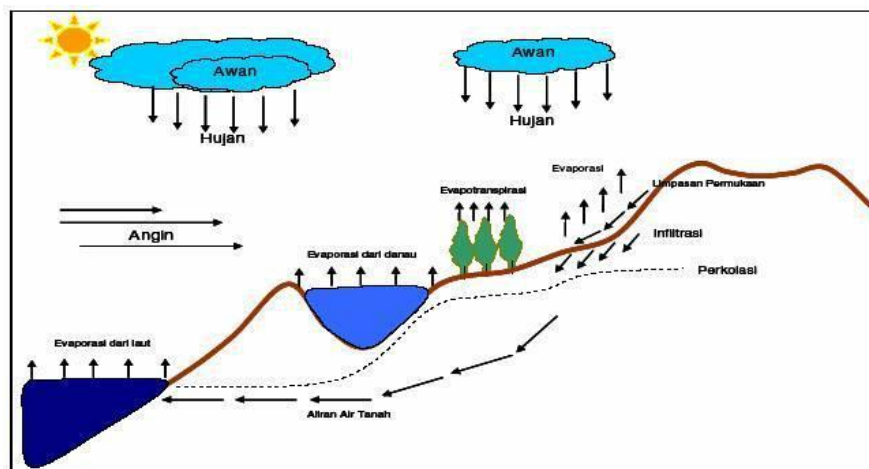
### 3.8 Analisis Hidrologi

Hidrologi adalah suatu ilmu tentang kehadiran dan gerakan air di alam kita ini. Secara khusus dalam buku Hidrologi Teknik (Soemarto, 1999) hidrologi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari sistem kejadian air diatas, pada permukaan, dan didalam tanah. Definisi tersebut terbatas pada hidrologi rekayasa. Secara luas hidrologi meliputi pula berbagai bentuk air, termasuk transformasi antara keadaan cair, padat, dan gas dalam atmosfer, di atas dan dibawah permukaan tanah. Di dalamnya tercakup pula air laut yang merupakan sumber dan penyimpanan air yang mengaktifkan kehidupan di planet bumi ini (Soemarto, 1999).

Analisis hidrologi dilakukan untuk mendapatkan karakteristik hidrologi dan meteorologi daerah aliran sungai. Tujuannya adalah untuk mengetahui karakteristik hujan, debit air yang ekstrim maupun yang wajar yang akan digunakan sebagai dasar analisis selanjutnya dalam pelaksanaan detail desain.

### 3.8.1 Daur Hidrologi

Menurut Soemarto (1999), daur atau siklus hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, kemudian jatuh ke permukaan tanah, dan akhirnya mengalir ke laut kembali.



Gambar 3.11 Siklus Hidrologi

(Sumber : Triatmodjo, 2010)

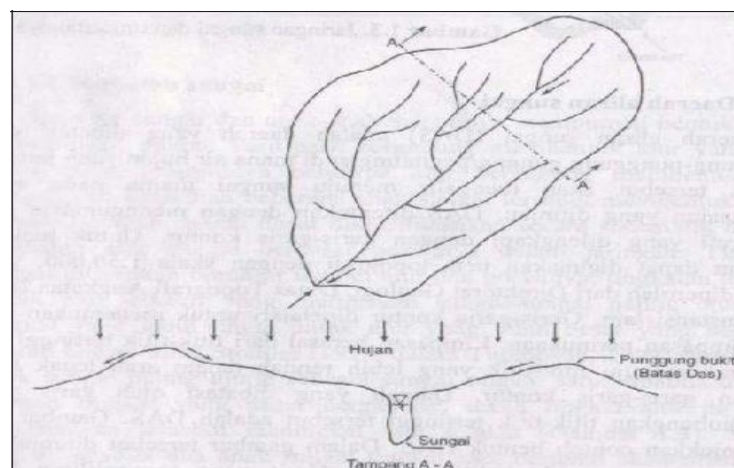
Berdasarkan gambar diatas, air laut menguap karena radiasi matahari menjadi awan kemudian, awan yang terjadi oleh penguapan air bergerak diatas daratan karena tertiuap angin. Presipitasi yang terjadi karena adanya tabrakan antara butir-butir uap air akibat desakan angin, dapat berbentuk hujan dan salju. Setelah jatuh ke permukaan tanah, akan menimbulkan limpasan (*runoff*) yang mengalir kembali ke laut. Dalam usahanya untuk mengalir kembali ke laut beberapa diantaranya masuk ke dalam tanah (*infiltration*) dan bergerak terus ke bawah (perkolasi) ke dalam daerah jenuh (*saturated zone*) yang terdapat di bawah permukaan air tanah atau yang juga dinamakan permukaan freatik. Air dalam daerah ini bergerak perlahan-lahan melewati akuifer masuk ke sungai atau kadang-kadang langsung masuk ke laut.

Air yang masuk ke dalam tanah (*infiltration*) memberi hidup kepada tumbuhan namun ada diantaranya naik ke atas lewat akuifer diserap akar dan

batangnya, sehingga terjadi transpirasi, yaitu evaporasi (penguapan) lewat tumbuh-tumbuhan melalui bagian bawah daun (stomata). Air tertahan di permukaan tanah (*surface detention*) sebagian besar mengalir masuk ke sungai-sungai sebagai limpasan permukaan (*surface runoff*) ke dalam palung sungai.

### 3.8.2 Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggung gunung/pegunungan dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik/stasiun yang ditinjau. DAS ditentukan dengan menggunakan peta topografi yang dilengkapi dengan garis-garis kontur. Untuk maksud tersebut dapat digunakan peta topografi dengan skala 1 : 50.000, yang dapat diperoleh dari Direktorat Geologi, Dinas Topografi Angkatan Darat atau instansi lain. Garis-garis kontur dipelajari untuk menentukan arah dari limpasan permukaan. Limpasan berasal dari titik-titik tertinggi dan bergerak menuju titik-titik yang lebih rendah dalam arah tegak lurus dengan garis-garis kontur. Daerah yang dibatasi oleh garis yang menghubungkan titik-titik tertinggi adalah DAS (Triatmodjo, 2010).



Gambar 3.12 Daerah Aliran Sungai (DAS)

(Sumber : Triatmodjo, 2010)

### 3.8.3 Curah Hujan Wilayah

Data curah hujan dan debit merupakan data yang paling fundamental dalam evaluasi saluran drainase. Ketetapan dalam memilih lokasi dan peralatan

baik curah hujan maupun debit merupakan faktor yang menentukan kualitas data yang diperoleh. Analisis data hujan dimaksudkan untuk mendapatkan besaran curah hujan dan analisis statistik yang diperhitungkan dalam perhitungan debit banjir rencana. Data curah hujan yang dipakai untuk perhitungan debit banjir adalah hujan yang terjadi pada daerah aliran sungai pada waktu yang sama. Daerah tangkapan pada saluran drainase mikro relatif sempit, sehingga data curah hujan layak diwakili oleh stasiun hujan yang terekat/paling berpengaruh terhadap daerah tangkapan air tersebut.

#### 3.8.4 Curah Hujan Rencana

Perhitungan curah hujan rencana digunakan untuk meramalkan besarnya hujan dengan periode ulang tertentu (Soewarno, 1995). Berdasarkan curah hujan rencana dapat dicari besarnya intensitas hujan (analisis frekuensi) yang digunakan untuk mencari debit banjir rencana. Analisis frekuensi ini dilakukan dengan menggunakan sebaran kemungkinan teori *probability distribution* dan yang biasa digunakan adalah sebaran *Gumbel* tipe I, sebaran *Log Pearson* tipe III, sebaran *Normal* dan sebaran *Log Normal*. Secara sistematis metode analisis frekuensi perhitungan hujan rencana ini dilakukan secara berurutan sebagai berikut.

##### 1. Pemilihan Parameter Statistik

Parameter yang digunakan dalam perhitungan analisis frekuensi meliputi parameter nilai rata-rata ( $\bar{X}$ ), standar deviasi ( $d_s$ ), koefisien variasi ( $C_v$ ), koefisien kemiringan ( $C_s$ ) dan koefisien kurtosis ( $C_k$ ). Perhitungan parameter tersebut didasarkan pada data catatan tinggi hujan harian rata-rata maksimum 20 tahun terakhir.

##### a. Nilai Rata-Rata

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \quad (3.2)$$

Dengan: □

$\bar{X}$  = nilai rata-rata curah hujan

$X_i$  = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-i

$n$  = jumlah data curah hujan.

### b. Standar Deviasi

Ukuran sebaran yang paling banyak digunakan adalah deviasi standar. Apabila penyebaran sangat besar terhadap nilai rata-rata maka nilai  $S_d$  akan besar, akan tetapi apabila penyebaran data sangat kecil terhadap nilai rata-rata maka nilai  $S_d$  akan kecil. Jika dirumuskan dalam suatu persamaan adalah sebagai berikut (Soewarno, 1995).

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (3.3)$$

$S_d$  = standar deviasi curah hujan.

$\bar{X}$  = nilai rata-rata curah hujan.

$X_i$  = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-i.

$n$  = jumlah data curah hujan.

### c. Koefisien Variasi

Koefisien variasi (*coefficient of variation*) adalah nilai perbandingan antara standar deviasi dengan nilai rata-rata dari suatu sebaran. Koefisien variasi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Soewarno, 1995).

$$C_v = \frac{S_d}{\bar{X}}$$

Dengan :

$C_v$  = koefisien variasi curah hujan.

$S_d$  = standar deviasi curah hujan.

$\bar{X}$  = nilai rata-rata curah hujan.

### d. Koefisien Kemencengan

Koefisien kemencengan (*coefficient of skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan (*assymetry*) dari suatu bentuk distribusi. Jika dirumuskan dalam suatu persamaan adalah sebagai berikut (Soewarno, 1995).

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)s^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \quad (3.5)$$

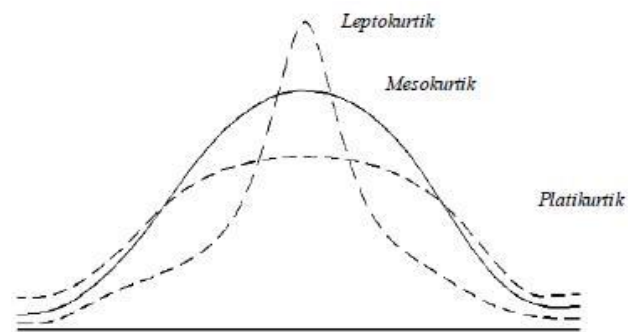
Dengan :

$C_s$  = Koefisien skewness

$n$  = Jumlah data

$X_i$  = Data hujan atau debit ke-i

$\bar{X}$  = Rata - rata data



Gambar 3.13 Koefisien Kurtosis

$$C_k = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{(X_i - \bar{X})^4}{4}}{S_d^4 \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)}} \quad (3.6)$$

Dengan:

$C_k$  = koefisien Kurtosis

$X_i$  = nilai varian ke i

$\bar{X}$  = nilai rata-rata dari data sampel curah hujan

$n$  = jumlah data curah hujan

$S_d$  = standar deviasi dari sampel curah hujan.

## 2. Pemilihan Jenis Distribusi Sebaran

Masing-masing sebaran memiliki sifat-sifat khas sehingga harus diuji kesesuaiannya dengan sifat statistik masing-masing sebaran tersebut pemilihan sebaran yang tidak benar dapat mengundang kesalahan perkiraan yang cukup besar. Pengambilan sebaran secara sembarang tanpa pengujian data hidrologi sangat tidak dianjurkan. Penentuan jenis sebaran yang akan digunakan untuk analisis frekuensi dapat dipakai beberapa cara sebagai berikut.

a. Tabel pedoman pemilihan sebaran

**Tabel 3.1 Pedoman Pemilihan Sebaran**

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

(Sumber : Sutiono. dkk)

b. Sebaran *Log Pearson* Tipe III

Digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk sebaran *Log-Pearson* Tipe III merupakan hasil transformasi dari sebaran *Pearson* tipe III dengan menggantikan variat menjadi nilai logaritmik. Metode *Log-Pearson* Tipe III apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik akan merupakan persamaan garis lurus, sehingga dapat dinyatakan sebagai model matematik dengan persamaan sebagai berikut (Soemarto, 1999).

$$Y_i = \bar{Y} + K \cdot S_d$$

Dengan:

$Y_i$  = nilai logaritmik dari X atau  $\log(X_i)$

$\bar{Y}$  = rata-rata hitung (lebih baik rata-rata geometrik) nilai Y

$S_d$  = deviasi standar nilai Y

K = karakteristik distribusi peluang *Log-Pearson* tipe III.

Langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut.

- 1) Mengubah data curah hujan sebanyak  $n$  buah  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  menjadi  $\log(X_1), \log(X_2), \log(X_3), \dots, \log(X_n)$ .

- 2) Menghitung harga rata-rata

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad (3.8)$$

Dengan :

$\bar{Y}$  = harga rata-rata logaritmik

$n$  = jumlah data

$y_i$  = nilai curah hujan tiap-tiap tahun ( $R_{24}$  maksimum)

- 3) Menghitung harga standar deviasinya ( $S_d$ )

$$S_{d_y} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}} \quad (3.9)$$

Dengan :

$S_{d_y}$  = standar deviasi variabel  $y$

- 4) Menghitung koefisien *skewness* ( $C_s$ )

$$C_s = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n [y_i - \bar{y}]^3}{(n-1)(n-2) \cdot S_d^3}$$

Dengan :

$C_s$  = Koefisien *skewness*

### 3.8.5 Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Analisis intensitas curah hujan ini dapat diproses dari data curah hujan yang telah terjadi pada masa lampau (Suripin, 2003).

Rumus yang dipakai adalah rumus menurut Dr. Mononobe dalam Suripin (2003), karena data hujan jangka pendek tidak ada, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus seperti dibawah ini :



$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[ \frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}} \quad (3.11)$$

Dengan:

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

R<sub>24</sub> = curah hujan maksimum harian (selama 24 jam – mm)

Nilai dari R<sub>24</sub> didapatkan dari hujan rancangan pada kala ulang 2, 5, dan 10 Tahun. Dalam hal ini nilai dari durasi hujan (t) sama dengan waktu konsentrasi (t<sub>c</sub>). Waktu konsentrasi yaitu waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke tempat keluaran DAS (titik kontrol). Menurut Suripin (2004) waktu konsentrasi dapat juga dapat dihitung dengan membedakannya menjadi dua komponen yaitu waktu yang diperlukan air untuk mengalir di permukaan lahan sampai saluran terdekat (t<sub>0</sub>) dan waktu perjalanan dari pertama masuk saluran sampai titik keluaran (t<sub>d</sub>). Berikut adalah persamaan yang dipakai.

$$t_c = t_0 + t_d \quad (3.12)$$

$$t_0 = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right) \quad (3.13)$$

$$t_d = \frac{L_s}{60V} \quad (3.14)$$

dengan:

t<sub>c</sub> = waktu yang diperlukan air untuk menempuh dari titik terjauh jatuh air sampai dengan titik kontrol saluran.

t<sub>0</sub> = waktu yang diperlukan air untuk menempuh dari titik terjauh jatuh air di lahan sampai dengan titik saluran drainase.

t<sub>d</sub> = waktu yang diperlukan air untuk menempuh dari titik terjauh air di saluran drainase sampai dengan titik kontrol saluran drainase.

n = Angka kekasaran Manning,

S = Kemiringan lahan,

L = Panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m),

L<sub>s</sub> = Panjang lintasan aliran di dalam saluran/sungai (m),

V = Kecepatan aliran di dalam saluran (m/detik).

Tabel 3.2 Angka Kekasaran Manning

Bahan Saluran	Angka Manning (n)		
	Minimum	Normal	Maksimum
Semen	0,01	0,012	0,015
Beton	0,01	0,013	0,017
Kayu	0,015	0,017	0,02
Ubin	0,011	0,013	0,017
Pasangan Batu	0,017	0,025	0,03
Bata	0,012	0,013	0,015
Tanah Berumput Pendek	0,025	0,03	0,035
Belukar	0,035	0,05	0,07

### 3.8.6 Debit Banjir Rencana

Debit rencana sistem drainase dihitung berdasarkan hubungan antara hujan dan aliran. Besarnya aliran sangat ditentukan oleh besarnya hujan, intensitas hujan, luas daerah pengaliran sungai, lama waktu hujan dan karakteristik daerah pengaliran itu. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan debit banjir rencana adalah Metode Rasional. Metode ini banyak digunakan untuk perencanaan drainase daerah pengaliran yang relatif sempit, kurang dari 300 ha. Rumus rasional ini berorientasi pada hitungan debit puncak. Bentuk umum rumus rasional adalah :

$$Q_p = 0,002778 C I_{tc,p} A \quad (3.15)$$

Dengan :

$Q_p$  = debit puncak ( $m^3/s$ ) untuk kala ulang T tahun,

$C$  = koefisien *run-off*, yang dipengaruhi kondisi tata guna lahan pada daerah tangkapan air,

$I_{tc,p}$  = intensitas hujan rata-rata (mm/jam) untuk waktu konsentrasi ( $tc$ ) dan kala ulang T tahun,

$A$  = luas daerah tangkapan air (ha).

### 3.8.7 Koefisien *Run-off*

Koefisien *run-off* merupakan proses pengaliran air hujan yang melimpas (*run-off*) di atas permukaan tanah, jalan, kebun, dan lain-lain kemudian

dialirkan masuk ke dalam saluran drainase. Koefisien *run-off* ditentukan berdasarkan tipe tata guna lahan pada daerah *catchment area* tersebut.

$$C_{\text{komposit}} = \frac{\sum(C \times A)}{\sum(A)} \quad (3.16)$$

Dengan :

C = koefisien *run-off*, yang dipengaruhi kondisi tata guna lahan pada daerah tangkapan air,

A = luas daerah tangkapan air (ha).

**Tabel 3.3 Koefisien Run Off**

Diskripsi lahan/karakter permukaan		Koefisien aliran, C
Business		
1	Perkotaan	0,70 – 0,95
2	Pinggiran	0,50 – 0,70
Perumahan		
1	Rumah tunggal	0,30 – 0,50
2	Multiunit, terpisah	0,40 – 0,60
3	Multiunit, tergabung	0,60 – 0,75
4	Perkampungan	0,25 – 0,40
5	Apartemen	0,50 – 0,70
Industri		
1	Ringan	0,50 – 0,80
2	Berat	0,60 – 0,90
Perkerasan		
1	Aspal dan beton	0,70 – 0,95
2	Batu bata, paving	0,50 – 0,70
Atap		
0,75 – 0,95		
Halaman, tanah berpasir		
1	Datar 2%	0,05 – 0,10
2	Rata-rata, 2-7%	0,10 – 0,15
3	Curam, 7%	0,15 – 0,20
Halaman, tanah berat		
1	Datar 2%	0,13 – 0,17
2	Rata-rata, 2-7%	0,18 – 0,22
3	Curam, 7%	0,25 – 0,35

Sumber : Suripin (2004)

### 3.9 Hidrolika Saluran

Analisis hidrolika dimaksudkan untuk mengevaluasi kapasitas dari saluran drainase berdasarkan debit rencana. Bentuk saluran drainase dapat berupa saluran terbuka dapat berbentuk trapesium, persegi panjang, setengah lingkaran ataupun komposit. Saluran terbuka adalah saluran dimana air mengalir dengan permukaan bebas yang terbuka terhadap tekanan atmosfer. Analisis hidrolika saluran terbuka dilakukan berdasarkan pada persamaan Manning, sebagai berikut ini :

$$Q = A \times V \quad (3.17)$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \quad (3.18)$$

$$S = \frac{\Delta h}{L} \quad (3.19)$$

$$w = 5-30\% H \text{ (Gunadarma, ISBN : 979-8382-49-8)} \quad (3.20)$$

Dengan :

$Q$  = Debit banjir ( $m^3/ dt$ ),

$V$  = kecepatan aliran ( $m/ dt$ ),

$A$  = Luas penampang basah ( $m^2$ ),  
 $= b \times h \rightarrow$  (untuk saluran tegak),

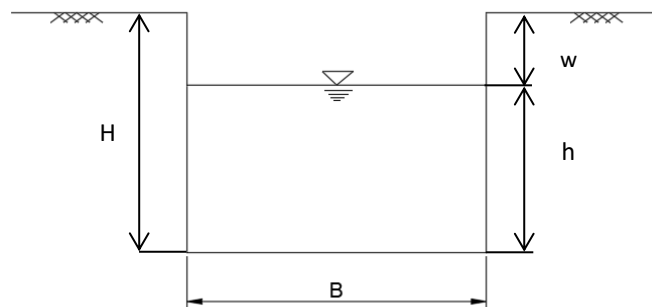
$\Delta h$  = Perbedaan tinggi hulu ke hilir,

$R$  = Radius hidrolis (m),

$n$  = koefisien Manning, yang nilainya tergantung dari material saluran (lihat Tabel 3.2),

$S$  = kemiringan dasar saluran,

$L$  = Panjang saluran.



**Gambar 3.14 Saluran Bentuk Persegi**