

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. JARINGAN DRAINASE**

##### **2.1.1. Pengertian Drainase**

Drainase secara umum didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan dalam suatu konteks pemanfaatan tertentu.

Drainase perkotaan adalah ilmu yang diterapkan mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial yang ada di kawasan kota.

Drainase perkotaan / terapan merupakan sistem pengirangan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi: Pemukiman, Kawasan Industri, Kampus dan Sekolah, Rumah Sakit & Fasilitas Umum, Lapangan Olahraga, Lapangan Parkir, Pelabuhan Udara dan lain-lain.

Kriteria desain drainase perkotaan memiliki kekhususan, sebab untuk perkotaan ada tambahan variable desain seperti:

1. Keterkaitan dengan tata guna lahan.
2. Keterkaitan dengan masterplan drainasi kota.
3. Keterkaitan dengan masalah sosial budaya.

*(Hasmar : 2012)*

##### **2.1.2. Tujuan Perencanaan Drainase**

Untuk meningkatkan kesehatan lingkungan permukiman. Pengendalian kelebihan air permukaan dapat dilakukan secara aman, lancar dan efisien serta sejauh mungkin dapat mendukung kelestarian lingkungan.

Dapat mengurangi/menghilangkan genangan-genangan air yang menyebabkan bersarangnya nyamuk malaria dan penyakit-penyakit lain, seperti : demam berdarah, disentri serta penyakit lain yang disebabkan kurang sehatnya lingkungan permukiman.

Untuk memperpanjang umur ekonomis sarana-sarana fisik antara lain : jalan, kawasan permukiman, kawasan perdagangan dari kerusakan serta gangguan kegiatan akibat tidak berfungsinya sarana drainase.

### **2.1.3.Fungsi Drainase**

Mengeringkan bagian wilayah kota yang permukaannya rendah dari genangan sehingga tidak menimbulkan dampak negative berupa kerusakan infrastruktur kota dan harta benda milik masyarakat.

Mengalirkan kelebihan air permukaan ke badan air terdekat secepatnya agar tidak membanjiri/menggenangi kota yang dapat merusak selain harta benda masyarakat juga infrastruktur perkotaan.

Mengendalikan sebagian air permukaan akibat hujan yang dapat dimanfaatkan untuk persediaan air dan kehidupan akuatik. Meresapkan air permukaan untuk menjaga kelestarian air tanah. (Hasmar 2012 )

### **2.1.4.Jenis – Jenis dan Pola – Pola Drainase**

#### **2.1.4.1. Jenis – Jenis Drainase**

##### **1. Menurut Cara Terbentuknya**

###### **a. Drainase Alamiah (*Natural Drainage*)**

Terbentuk secara alami, tidak ada unsur campur tangan manusia serta tidak terdapat bangunan-bangunan pelimpah, pasangan batu/beton, gorong-gorong dan lain-lain.

###### **b. Drainase Buatan (*Artificial Drainage*)**

Dibentuk berdasarkan analisis ilmu drainasi, untuk menentukan debit akibat hujan, kecepatan resapan air dalam tanah dan dimensi saluran serta memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti selokan pasangan batu/beton, gorong-gorong, pipa-pipa dan sebagainya.

##### **2. Menurut Letak Saluran**

###### **a. Drainase Muka Tanah (*Surface Drainage*)**

Saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan.

###### **b. Drainase Bawah Tanah (*Sub Surface Drainage*)**

Saluran drainase yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah permukaan tanah (pipa-pipa), dikarenakan alasan-alasan tertentu. Alasan itu antara lain: tuntutan artistik, tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak membolehkan adanya saluran di permukaan tanah seperti lapangan sepakbola, lapangan terbang, taman dan lain-lain.

### 3. Menurut Fungsi

#### a. Single Purpose

Saluran berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan saja, misalnya air hujan atau jenis air buangan lain seperti air limbah domestik, air limbah industry dan lain-lain.

#### b. Multy Purpose

Saluran berfungsi mengalirkan beberapa jenis buangan, baik secara bercampur maupun bergantian.

### 4. Menurut Konstruksi

#### a. Saluran Terbuka

Saluran untuk air hujan yang terletak di area yang cukup luas. Juga untuk saluran air non hujan yang tidak mengganggu kesehatan lingkungan.

#### b. Saluran Tertutup

Saluran air untuk air kotor yang mengganggu kesehatan lingkungan. Juga untuk saluran dalam kota.

### 5. Menurut Segi Fisik

#### a. Saluran Primer

Saluran Primer adalah saluran yang berfungsi membawa air dari sumbernya dan membagikannya ke saluran sekunder.

#### b. Saluran Sekunder

Saluran Sekunder yaitu cabang dari saluran primer yang membagi saluran induk kedalam saluran yang lebih kecil (Tersier). Sementara jaringan irigasi sekunder adalah bagian dari jaringan irigasi yang terdiri dari saluran sekunder, saluran pembuangannya, bangunan bagi, bangunan bagi sadap, bangunan sadap, dan bangunan pelengkapanya.

#### c. Saluran Tersier

Saluran Tersier yaitu saluran pembawa yang mendapatkan airnya dari saluran sekunder atau saluran induk melalui bangunan bagi pada saluran sekunder atau pintu penyadap pada saluran induk.

#### d. Saluran Kuarter

Saluran Kuarter Yaitu saluran pembawa yang mendapatkan airnya dari saluran tersier atau sub tersier melalui box kuarter untuk diteruskan kesawa.

## 6. Menurut Daerah Pelayanan

### a. Sistem Drainase Utama (*Mayor*)

Adalah bagian dari jaringan drainase kota yang mempunyai pengaruh langsung terhadap kepentingan masyarakat umum; sistem ini mengumpulkan air dari sistem drainase minor dan membawanya ke sungai.

### b. Sistem Drainase Lokal (*Minor*)

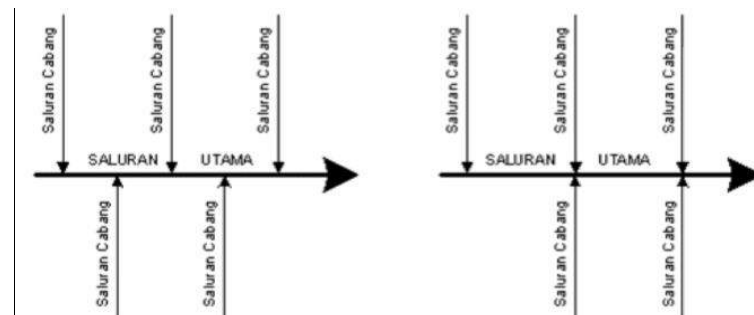
Adalah bagian dari jaringan drainase kota termasuk talang atap, selokan, dan saluran yang mengumpulkan air drainase dari sisi hulu suatu daerah layanan (perumahan, kawasan industri, dsb) dan membawanya ke sistem; direncanakan dengan periode ulang 1 – 10 thn.

#### 2.1.4.2. Pola – Pola Drainase

Jaringan drainase memiliki beberapa pola,yaitu (*Hasmar,2012*)

##### 1. Siku

Dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari padasungai. Sungai sebagai saluran pembuang akhir berada di tengah kota. Pola drainase Siku dapat dilihat pada **Gambar 2.1**

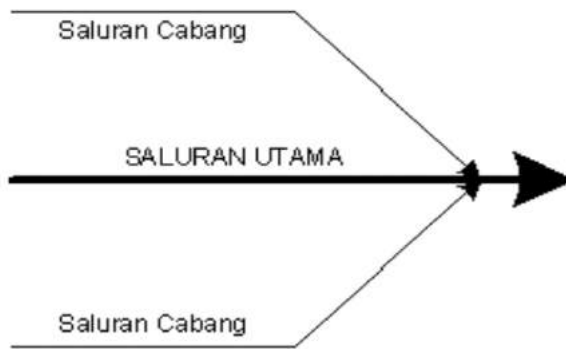


**Gambar 2.1** Jaringan Drainase Siku

*Sumber : Hasmar.2011*

##### 2. 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 dapat menyesuaikan diri. Pola drainase Paralel dapat dilihat pada **Gambar 2.2**

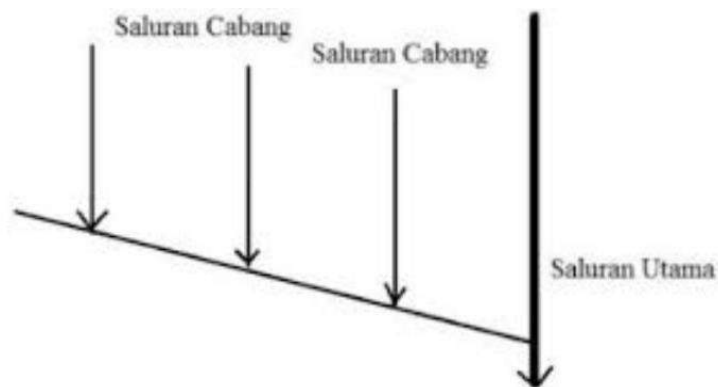


**Gambar 2.2** Jaringan Drainase Paralel

Sumber : Hasmar.2011

### 3. Grid Iron

Untuk daerah dimana sungainya terletak di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul. Pola drainase Grid Iron dapat dilihat pada **Gambar 2.3**

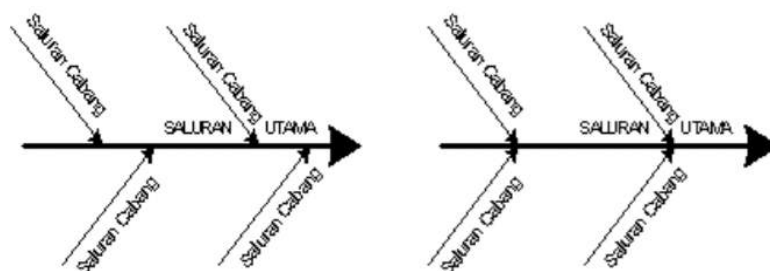


**Gambar 2.3** Jaringan Drainase Grid Iron

Sumber : Hasmar.2011

### 4. Alamiah

Sama seperti pola siku, hanya sungai pada pola alamiah lebih besar. Pola drainase Alamiah dapat dilihat pada **Gambar 2.4**

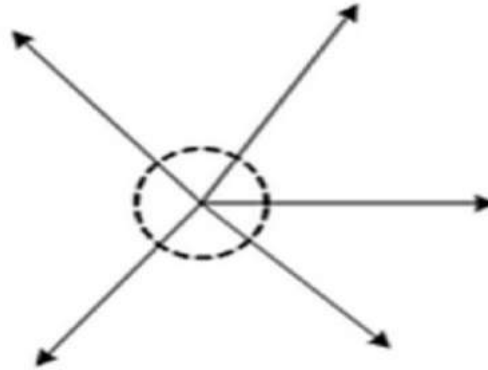


**Gambar 2.4** Jaringan Drainase Alamiah

Sumber : Hasmar.2011

## 5. Radial

Pada daerah berbukit, sehingga pola saluran memencar ke segala arah. Pola drainase Radial dapat dilihat pada **Gambar 2.5**

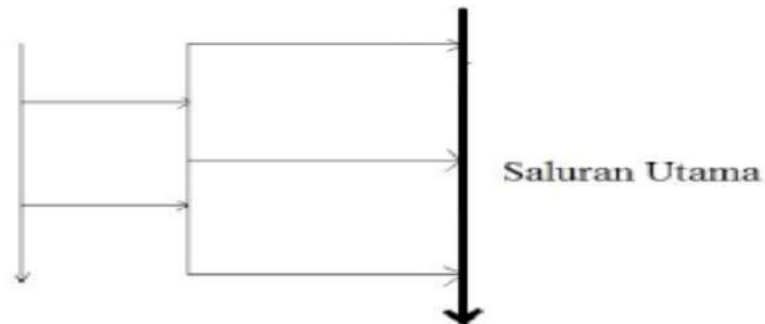


**Gambar 2.5** Jaringan Drainase Radial

*Sumber : Hasmar.2011*

## 6. Jaring-Jaring

Mempunyai saluran-saluran pembuang yang mengikuti arah jalan raya dan cocok untuk daerah dengan topografi datar. Pola drainase Jaring-Jaring dapat dilihat pada **Gambar 2.6**



**Gambar 2.6** Jaringan Drainase Jaring-Jaring

*Sumber : Hasmar.2011*

Keterangan:

Saluran Cabang adalah saluran yang berfungsi sebagai pengumpul debit yang diperoleh dari saluran drainase yang lebih kecil dan akhirnya dibuang ke saluran utama.

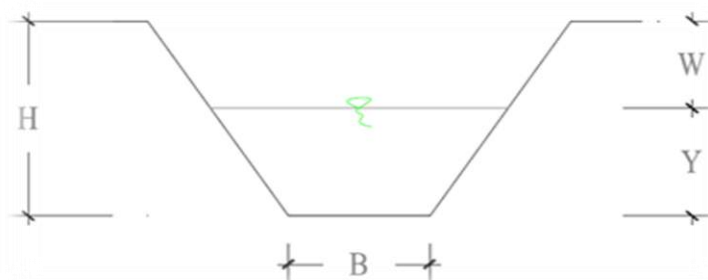
Saluran Utama adalah saluran yang berfungsi sebagai pembawa air buangan dari suatu daerah ke lokasi pembuangan tanpa harus membahayakan daerah yang dilaluinya.

### 2.1.5. Bentuk Penampang Saluran

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

#### 1. Trapesium

Pada umumnya saluran ini terbuat dari tanah akan tetapi tidak menutup kemungkinan dibuat dari pasangan batu dan beton. Saluran ini memerlukan cukup ruang. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan serta air buangan domestik dengan debit yang besar. Bentuk saluran Trapesium dapat dilihat pada **Gambar 2.7**



**Gambar 2.7** Saluran Bentuk Trapesium (SNI 03-3424-1990)

#### 2. Persegi

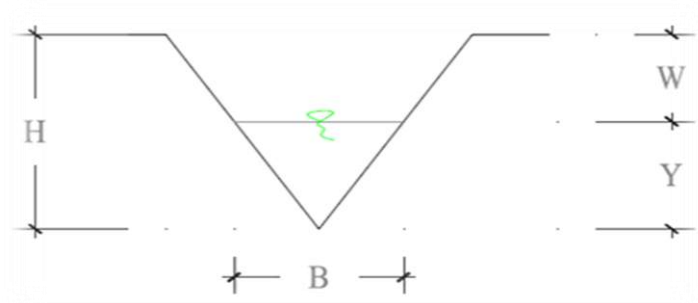
Saluran ini terbuat dari pasangan batu dan beton. Bentuk saluran ini tidak memerlukan banyak ruang dan areal. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan serta air buangan domestik dengan debit yang besar. Bentuk saluran Persegi dapat dilihat pada **Gambar 2.8**



**Gambar 2.8** Saluran Bentuk Persegi (SNI 03-3424-1990)

### 3. Segitiga

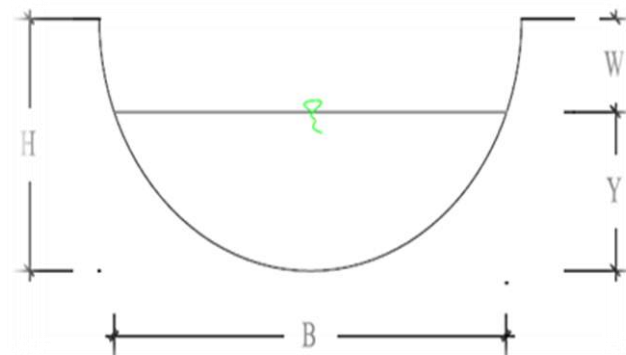
Saluran ini sangat jarang digunakan tetapi mungkin digunakan dalam kondisi tertentu. Bentuk saluran Segitiga dapat dilihat pada **Gambar 2.9**



**Gambar 2.9** Saluran bentuk Segitiga (SNI 03-3424-1990)

### 4. Setengah Lingkaran

Saluran ini terbuat dari pasangan batu atau dari beton dengan cetakan yang telah tersedia. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan serta air buangan domestik dengan debit yang besar. Bentuk saluran Setengah Lingkaran dapat dilihat pada **Gambar 2.10**



**Gambar 2.10** Saluran bentuk Setengah Lingkaran (SNI 03-3424-1990)

## 2.1.6. Sistem Jaringan Drainase

### 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 (major system) atau drainase primer. Sistem jaringan ini menampung aliran yang berskala besar dan luas seperti saluran drainase primer, kanal-kanal dan sungai-sungai. Perencanaan drainase mayor ini umumnya



dipakai dengan periode ulang antara 5-10 tahun dan pengukuran topografi yang detail diperlukan dalam perencanaan sistem drainase ini.

## 2. Sistem Drainase Mikro

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

## 2.2 DEBIT HUJAN RANCANGAN

### 2.2.1 Pemilihan Data Hujan

Hujan (*Presipitasi*) adalah faktor utama yang mengendalikan berlangsungnya daur hidrologi dalam suatu wilayah DAS. Terjadinya hujan karena adanya perpindahan massa uap air ke tempat yang lebih tinggi sebagai respon adanya beda tekanan udara antara dua tempat yang berbeda ketinggiannya. Di tempat tersebut, karena akumulasi uap air pada suhu yang rendah maka terjadilah proses kondensasi, dan pada gilirannya massa uap air tersebut jatuh sebagai air hujan. Namun demikian, mekanisme berlangsungnya hujan melibatkan tiga faktor utama. Dengan kata lain, akan terjadi hujan apabila berlangsung tiga kejadian (Asdak, 1995) sebagai berikut:

- 1) Kenaikan massa uap air ke tempat yang lebih tinggi sampai saatnya atmosfer menjadi jenuh.
- 2) Terjadi kondensasi atas partikel-partikel uap air di atmosfer.
- 3) Partikel-partikel uap air tersebut bertambah besar sejalan dengan waktu untuk kemudian jatuh ke bumi dan permukaan laut (sebagai hujan) karena grafitasi.

Hujan sangat dipengaruhi oleh iklim dan keadaan topografi daerah, sehingga keadaanya sangat berbeda untuk masing-masing daerah. Menurut Sri Harto (1993), Linsley, dkk (1986), tipe hujan sering dibedakan menurut faktor penyebab terangkatnya udara yang mengakibatkan hujan adalah sebagai berikut:

- 1) Hujan Konvektif (*Convective*), bila terjadi ketidak seimbangan udara karena panas setempat, dan udara bergerak keatas dan berlaku proses adiabatik. Biasanya merupakan hujan dengan intensitas tinggi, dan terjadi dalam waktu yang relatif singkat, didaerah yang relatif sempit.

- 2) Hujan Siklon (*Cyclonic*), bila gerakan udara ke atas terjadi akibat adanya udara panas yang bergerak diatas lapisan udara yang lebih padat dan lebih dingin. Hujan jenis ini biasanya terjadi dengan intensitas sedang, mencakup daerah yang luas dan berlangsung lama.
- 3) Hujan Orografik (*Orographic Rainfall*), terjadi karena udara bergerak ke atas akibat adanya pegunungan. Akibatnya, terjadi dua daerah yang disebut daerah hujan dan daerah bayangan hujan. Sifat hujan ini dipengaruhi oleh sifat dan ukuran pegunungan.

Data hujan yang diperlukan dalam analisa hidrologi ada 5 unsur yang harus ditinjau, yaitu:

- 1) Intensitas I, adalah laju hujan = tinggi hujan persatuan waktu, misalnya: mm/menit, mm/jam, mm/hari.
- 2) Lama Waktu (*Duration*) t, adalah lamanya curah hujan (Durasi) dalam menit atau jam.
- 3) Tinggi Hujan d, adalah jumlah atau banyaknya hujan yang dinyatakan dalam ketebalan air di atas permukaan datar, dalam mm.
- 4) Frekwensi, adalah frekwensi kejadian, dinyatakan dengan waktu ulang (*Return Period*) T, misalnya sekali dalam T tahun.
- 5) Luas, adalah luas geografis curah hujan.

Hujan merupakan komponen masukan yang paling penting dalam proses hidrologi, karena jumlah kedalaman hujan (*Rainfall Depth*) akan dialihragamkan menjadi aliran di sungai, baik melalui limpasan permukaan (*Surface Runoff*), aliran antara (*Interflow, Sub Surface Flow*) maupun sebagai aliran air tanah (*Groundwater*). Instrumen pengukur hujan (*Raingauge*) menurut Sri Harto (1993) ada dua jenis yaitu penakar hujan biasa (*Manual Raingauge*), dan penakar hujan otomatis (*Automatic Raingauge*). Alat-alat tersebut harus dipasang sesuai dengan aturan yang ditetapkan oleh WMO (*World Meteorological Organization*) atau aturan yang disepakati secara nasional di suatu Negara. Data Hujan merupakan masukan utama dari sistem sungai dan aliran sungai. Oleh karena itu untuk mengetahui semua karakteristik aliran, harus diketahui informasi mengenai besaran curah hujan yang terjadi di lokasi yang sama atau disekitarnya. Hampir semua kegiatan pengembangan sumber daya air memerlukan informasi hidrologi untuk dasar perencanaan dan perancangan, salah satu informasi hidrologi yang penting adalah data hujan. Data hujan ini dapat terdiri dari data hujan harian, bulanan dan tahunan. Pengumpulan dan pengolahan data hujan ini diharapkan dapat menyajikan data

hujan yang akurat, menerus dan berkelanjutan sesuai dengan kondisi lapangan, tersusun dalam sistem database, data menyediakan data/informasi hidrologi yang tepat sesuai dengan kebutuhan.

Dengan berkembangnya kondisi Satuan Wilayah Sungai (SWS), maka kebutuhan akan air semakin meningkat yang kadang-kadang terjadi konflik antar kepentingan. Kecermatan dalam analisis ketersediaan air dapat dicapai bilamana tersedia data hujan yang akurat. Data hujan ini juga digunakan untuk input evaluasi unjuk kerja desain capacity atau pedoman operasi bangunan air. Data hujan yang diperoleh dari alat penakar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat atau titik saja (*Point Rainfall*). Mengingat hujan sangat bervariasi terhadap tempat (*Space*), maka untuk kawasan yang luas, satu penakar hujan belum dapat menggambarkan hujan wilayah tersebut. Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari harga rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar hujan yang ada di dalam/atau disekitar kawasan tersebut. Curah hujan setiap hari yang direkam dari stasiun curah hujan digunakan sebagai masukan untuk pemodelan konsep periode pertumbuhan yang dihitung berdasarkan curah hujan dengan metode interpolasi spasial. Interpolasi adalah suatu metode atau fungsi matematika yang menduga nilai pada lokasi-lokasi yang datanya tidak tersedia. Interpolasi spasial mengasumsikan bahwa atribut data bersifat kontinu di dalam ruang (*Space*) dan atribut ini saling berhubungan (*Dependence*) secara spasial. Kedua asumsi tersebut mengindikasikan bahwa pendugaan atribut data dapat dilakukan berdasarkan lokasi-lokasi di sekitarnya dan nilai pada titik-titik yang berdekatan akan lebih mirip daripada nilai pada titik-titik yang terpisah lebih jauh. Ada beberapa metode interpolasi spasial yang digunakan untuk analisis

sebaran data yaitu salah satunya menggunakan metode *Invers distance*. Metode interpolasi invers distance merupakan suatu fungsi jarak antara titik sasaran ( $H_0, V_0$ ) dan titik contoh ( $H_i, V_i$ ) untuk  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ . Metode *Invers distance* ini cukup baik dalam menduga nilai contoh pada suatu lokasi. Data curah hujan yang tercatat diproses berdasarkan areal yang

mendapatkan hujan sehingga didapat tinggi curah hujan rata-rata dan kemudian meramalkan besarnya curah hujan pada periode tertentu. Dalam menentukan Curah Hujan Areal yang berasal dari pencatatan penakaran curah hujan. Dari pencatatan curah hujan, kita hanya mendapatkan data curah hujan di suatu titik tertentu (*Point Rainfall*). Jika dalam suatu areal terdapat beberapa alat penakar atau pencatat curah hujan, maka dapat diambil nilai rata-rata untuk mendapatkan nilai curah hujan areal. Data hujan yang dibutuhkan dalam perhitungan curah hujan

maksimum yakni data hujan dalam kurun waktu 10 tahun terakhir dari data hujan yang tersedia.

### 2.2.2 Perhitungan Curah Hujan Rerata Daerah (*Area Rainfall*)

Besarnya curah hujan disuatu tempat sangat dipengaruhi oleh lokasi geografis dan kondisi alam sekitarnya. Lautan adalah sumber dari curah hujan tersebut. Penguapan terjadi darilautan yang menguap akibat panas matahari dan uap air terserap dalam arus udara yang bergerak melewati permukaan laut. Udara yang mengandung uap air tersebut naik ke atmosfer lalu mendingin sampai di bawah suhu titik embun pada waktu uap air itu tercurah sebagai hujan. Curah hujan yang diperlukan dalam merencanakan pemanfaatan air dan merancang pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan hanya curah hujan pada suatu titik tertentu. Apabila pada suatu daerah terdapat lebih dari satu stasiun penakar hujan yang ditempatkan secara terpencar, hujan yang tercatat di masing-masing stasiun dapat tidak sama. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah dan dinyatakan dalam kedalaman air (mm). Dalam analisis hidrologi diperlukan untuk menentukan hujan rerata pada daerah tersebut, yang dapat dilakukan dengan tiga metode berikut yaitu metode rerata aritmatik (aljabar), metode poligon Thiessen, dan metode Isohyet

#### Metode Rerata Aritmatik (Aljabar)

Metode ini adalah yang paling sederhana untuk menghitung hujan rerata pada suatu daerah. Pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi dengan jumlah stasiun. Stasiun hujan yang digunakan dalam hitungan biasanya adalah yang berada di dalam DAS; tetapi stasiun di luar DAS yang masih berdekatan juga bisa diperhitungkan. Metode rerata aljabar ini memberikan hasil yang baik apabila:

- a) Stasiun hujan tersebar secara merata di DAS,
- b) Distribusi hujan relatif merata pada seluruh DAS.

Nilai curah hujan daerah / wilayah ditentukan menggunakan rumus berikut:

$$\bar{x} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \dots\dots\dots (2.1)$$

dengan:

X = besar curah hujan rerata daerah (mm)

R<sub>1</sub>...R<sub>n</sub> = besar hujan di setiap titik pengamatan (mm)

n = jumlah titik pengamatan (stasiun hujan)

## 2.2.3 Perhitungan Curah Hujan Rancangan

### 2.2.3.1 Perhitungan Dispersi

Pada kenyataannya tidak semua varian dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya. Variasi atau dispersi adalah besarnya derajat dari sebaran varian di sekitar nilai rataratanya. Cara menghitung besarnya dispersi disebut perhitungan dispersi.

#### 2.2.3.1.1 Dispersi Parameter Statistik

##### 1. Deviasi Standar (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana:

S = standar deviasi

X = nilai hujan DAS ke i

X = nilai rata-rata hujan DAS

n = jumlah data

##### 2. Koefisien *Skewness* (Cs)

Koefisien *Skewness* (Cs), yaitu suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidak simetrisan dari suatu bentuk distribusi.

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana;

Cs = koefisien *skewness*

X = nilai hujan DAS ke i

X = nilai rata-rata hujan DAS

n = jumlah data

Untuk kurva distribusi yang bentuknya simetris, maka Cs = 0,00; kurva distribusi yang bentuknya menceng ke kanan maka Cs lebih besar nol, sedangkan yang bentuknya menceng ke kiri maka Cs kurang dari nol.

##### 3. Pengukuran Kurtois (Ck)

Pengukuran *Kurtosis*, yaitu untuk mengukur keruncingan yang munculdari bentuk kurva distribusi.

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \dots\dots\dots(2.4)$$

dimana;

$C_k$  = Pengukuran *Kurtosis*

$S$  = standar deviasi

$X$  = nilai hujan DAS ke  $i$

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

$n$  = jumlah data

#### 4. Koefisien Variasi

Koefisien *Variasi* ( $C_v$ ), yaitu nilai perbandingan antara standar deviasi dengan nilai rata-rata hitung suatu distribusi.

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}} \dots\dots\dots (2.5)$$

dimana;

$C_v$  = Koefisien *Variasi*

$S$  = standar deviasi

$X$  = nilai rata-rata hujan DAS

Dari nilai-nilai di atas, kemudian dilakukan pemilihan jenis sebaran yaitu dengan membandingkan koefisien distribusi dari metode yang akan digunakan.

### 2.2.3.1.2 Dispersi Parameter Logaritma

#### 1. Deviasi Standar ( $S$ )

$$S = \sqrt{\frac{\sum(\log x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.6)$$

dimana:

$S$  = standar deviasi

$X$  = nilai hujan DAS ke  $i$

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

$n$  = jumlah data

#### 2. Koefisien *Skewness* ( $C_s$ )

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \dots\dots\dots (2.7)$$

dimana;

$C_s$  = koefisien *skewness*

$X$  = nilai hujan DAS ke  $i$

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

$n$  = jumlah data

### 3. Pengukuran Kurtois (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (\log x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \dots\dots\dots(2.8)$$

dimana;

Ck = Pengukuran *kurtois*

S = standar deviasi

X = nilai hujan DAS ke i

X = nilai rata-rata hujan DAS

n = jumlah data

### 4. Koefisien Variasi

$$Cv = \frac{s}{\bar{x}} \dots\dots\dots(2.9)$$

dimana;

Cv = Koefisien *variasi*

S = standar deviasi

X = nilai rata-rata hujan DAS

#### 2.2.3.2 Pemilihan Distribusi Hujan Rancangan

Ada berbagai macam distribusi teoritis yang kesemuanya dapat dibagi menjadi dua yaitu distribusi diskrit dan distribusi kontinyu. Yang diskrit adalah Binomial dan Poisson, sedangkan yang kontinyu adalah Normal, Log Normal, Gama, Beta, Pearson dan Gumbel. Untuk memilih jenis sebaran, ada beberapa macam distribusi yang sering dipakai yaitu Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Gumbel, dan Distribusi Log Pearson III. Dalam tahap perhitungan pada perencanaan ini, berdasarkan soal yang telah diberikan maka digunakan Jenis sebaran Distribusi Ej Gumbel dan Log Normal.

#### 1. Metode Ej Gumbel

Distribusi Gumbel umumnya digunakan untuk analisis data ekstrem, misalnya untuk analisis frekuensi banjir.

Untuk menghitung curah hujan rencana dengan metode distribusi Ej Gumbel digunakan persamaan distribusi frekuensi empiris sebagai berikut:

Rumus :

$$X_t = \bar{X} + \left( \frac{Y - Y_n}{S_n} \right) S \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana:

$X_t$  : Curah Hujan Rencana

$\bar{X}$  : Curah Hujan Rata – Rata

S : Standar Deviasi

$S_n$  : Standar Deviasi Ke – n (**Tabel 2.1**)

$Y_n$  : Koefisien Untuk Distribusi Gumbel Ke – n (**Tabel 2.2**)

Y : Koefisien Untuk Distribusi Gumbel (**Tabel 2.3**)

**Tabel 2.1** Hubungan antara Deviasi Standar ( $S_n$ ) dengan Jumlah Data ( $n$ )

n	$S_n$	n	$S_n$	n	$S_n$	n	$S_n$
10	0,9496	33	1,226	56	11,696	79	11,930
11	0,9676	34	1,255	57	11,708	80	11,938
12	0,9833	35	11,285	58	11,721	81	11,945
13	0,9971	36	11,313	59	11,734	82	11,953
14	10,095	37	11,339	60	11,747	83	11,959
15	10,206	38	1,363	61	11,759	84	1,967
16	10,316	39	1,388	62	11,770	85	11,973
17	10,411	40	11,413	63	11,782	86	1,980
18	10,493	41	11,436	64	11,793	87	1,987
19	10,565	42	11,458	5	11,803	88	11,994
20	10,628	43	1,480	66	11,814	89	2,001
21	10,696	44	11,499	67	11,824	90	12,007
22	10,754	45	1,519	68	11,834	91	2,013
23	10,811	46	11,538	69	11,844	92	2,020
24	10,864	47	1,557	70	11,854	93	12,026
25	10,915	48	1,574	71	11,863	94	12,032
26	10,961	49	1,590	72	1,873	95	2,038
27	11,004	50	11,607	73	11,881	96	2,044
28	11,047	51	11,623	74	11,890	97	12,049
29	11,086	52	11,638	75	11,898	98	2,055
30	11,124	53	11,658	76	11,906	99	12,060
31	1,159	54	11,667	77	11,915	100	12,065
32	11,193	55	11,681	78	11,923	-	-

(Sumber: Soewarno 1995)



**Tabel 2.2.** Hubungan Reduksi Variat Rata-Rata ( $Y_n$ ) dengan Jumlah Data ( $n$ )

n	$Y_n$	n	$Y_n$	n	$Y_n$	n	$Y_n$
10	0,4952	33	0,5388	56	0,5508	79	0,5567
11	0,4996	34	0,5396	57	0,5511	80	0,5569
12	0,5035	35	0,5402	58	0,5515	81	0,5570
13	0,5070	36	0,5410	59	0,5518	82	0,5572
15	0,5128	38	0,5424	61	0,5524	84	0,5576
16	0,5157	39	0,5430	62	0,5527	85	0,5578
17	0,5181	40	0,5439	63	0,5530	86	0,5580
18	0,5202	41	0,5442	64	0,5533	87	0,5581
19	0,5220	42	0,5448	65	0,5535	88	0,5583
20	0,5236	43	0,5453	66	0,5538	89	0,5585
21	0,5252	44	0,5458	67	0,5540	90	0,5586
22	0,5268	45	0,5463	68	0,5543	91	0,5587
23	0,5283	46	0,5468	69	0,5545	92	0,5589
24	0,5296	47	0,5473	70	0,5548	93	0,5591
25	0,5309	48	0,5477	71	0,5550	94	0,5592
26	0,5320	49	0,5481	72	0,5552	95	0,5593
27	0,5332	50	0,5485	73	0,5555	96	0,5595
28	0,5343	51	0,5489	74	0,5557	97	0,5596
29	0,5353	52	0,5493	75	0,5559	98	0,5598
30	0,5362	53	0,5497	76	0,5561	99	0,5599
31	0,5371	54	0,5501	77	0,5563	100	0,5600
32	0,5380	55	0,5504	78	0,5565	-	-

(Sumber: Soewarno 1995)

**Tabel 2.3** Tabel Nilai Reduce Variate

Periode Ulang T (tahun)	Y <sub>t</sub>
2	0,3065
5	1,4999
10	2,2504
20	2,9702
25	3,1255
50	3,9019
100	4,6001
200	5,296
1000	6,919

(Sumber: Soemarto, 1987)

## 2. Metode Log Person Tipe III

Metode ini disebut Log Person III karena metode ini melibatkan tiga parameter dalam proses perhitungannya. Ketiga parameter tersebut adalah harga rata-rata data, standar deviasi data, dan keefisien kemencengan data. Langkah-langkah pengerjaan perhitungan hujan atau debit rancangan dengan metode Log Person III ini adalah sebagai berikut (Soemarto, 1999) :

Rumus:

$$Y = \bar{Y} + k \cdot S \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana :

Y = Nilai logaritma dari X atau log X

X = data curah hujan

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

S = Standar deviasi nilai Y

K = Karakteristik distribusi peluang Log person tipe III (Tabel 2.5)

Langkah – langkah perhitungannya adalah sebagai berikut :

- a. Mengubah data curah hujan sebanyak n buah  $X_1, X_2, X_3, \dots X_n$  menjadi  $\log(X_1), \log(X_2), \log(X_3), \dots \log(X_n)$ .
- b. Menghitung harga rata-ratanya dengan rumus :

$$\overline{\log X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log(X_i)}{n} \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana :

$\overline{\log X}$  = Harga rata-rata logaritmik

n = Jumlah data

$X_i$  = Nilai curah hujan tiap-tiap tahun ( $R_{24}$  maks)

c. Menghitung harga standar deviasinya dengan rumus berikut :

$$\text{Std}(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \overline{\log X}\}^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.13)$$

Dimana :

Std = Standar deviasi

d. Menghitung koefisien skewness dengan rumus :

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \overline{\log X}\}^3}{(n-1)(n-2)\text{Std}^3} \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana :

Cs = Koefisien Skewness

e. Menghitung logaritma hujan rencana dengan periode ulang T tahun dengan rumus :

$$\text{Log } X_t = \log X + G \cdot S1 \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana :

$X_t$  = curah hujan rencana periode ulang T tahun

G = harga yang diperoleh berdasarkan nilai Cs yang didapat (Tabel 2.5)

f. Menghitung koefisien kurtosis (Ck) dengan rumus :

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \overline{\log X}\}^4}{(n-1)(n-2)(n-3)\text{Std}^4} \dots\dots\dots (2.16)$$

Dimana :

Ck = Koefisien kurtosis

Tabel 2. 1 Harga K untuk distribusi log person tipe III

Kemencengan (Cs)	Periode Ulang Tahun								
	99.01	50	20	10	5	4	2	1	0.5
	Peluang (%)								
	1.01	2	5	10	20	25	50	100	200
1.0	-1.558	-0.164	0.758	1.340	1.8090	2.043	2.542	3.022	3.489
0.9	-1.660	-0.148	0.769	1.339	1.7920	2.018	2.498	2.957	3.401
0.8	-1.773	-0.132	0.780	1.336	1.7740	1.993	2.453	2.891	3.312
0.7	-1.806	-0.116	0.790	1.333	1.7560	1.967	2.407	2.824	3.223
0.6	-1.880	-0.099	0.800	1.328	1.7350	1.939	2.359	2.755	3.132
0.5	-1.955	-0.083	0.803	1.323	1.7140	1.910	2.231	2.686	3.041
0.4	-2.029	-0.066	0.816	1.317	1.6920	1.880	2.261	2.615	2.949
0.3	-2.104	-0.050	0.824	1.309	1.6690	1.849	2.211	2.544	2.856
0.2	-2.178	-0.033	0.830	1.301	1.6460	1.818	2.159	2.472	2.763
0.1	-2.252	-0.017	0.836	1.292	1.6210	1.785	2.107	2.400	2.670
0.0	-2.326	0.000	0.842	1.282	1.5950	1.751	2.054	2.326	2.576
-0.01	-2.400	0.017	0.846	1.270	1.567	1.716	2.000	2.252	2.482
-0.02	-2.472	0.033	0.850	1.258	1.539	1.680	1.945	2.178	2.388
-0.03	-2.544	0.050	0.853	1.245	1.510	1.643	1.890	2.104	2.294
-0.04	-2.615	0.066	0.855	1.231	1.481	1.606	1.834	2.029	2.201

-0.05	-2.686	0.083	0.856	1.216	1.450	1.567	1.777	1.955	2.108
-0.06	-2.755	0.099	0.857	1.200	1.419	1.528	1.720	1.880	2.016
-0.07	-2.824	0.116	0.857	1.183	1.386	1.488	1.663	1.806	1.926
-0.08	-2.891	0.132	0.856	1.166	1.354	1.448	1.606	1.733	1.837
-0.09	-2.957	0.148	0.854	1.147	1.120	1.107	1.549	1.660	1.749
-1.0	-3.022	0.164	0.852	1.128	1.287	1.366	1.492	1.588	1.664
-1.1	-3.022	0.180	0.848	1.107	1.252	1.324	1.435	1.518	1.581
-1.2	-3.149	0.195	0.844	1.086	1.217	1.282	1.379	1.449	1.501
-1.3	-3.211	0.210	0.838	1.064	1.181	1.240	1.324	1.383	1.424
-1.4	-3.271	0.225	0.832	1.041	1.146	1.198	1.270	1.318	1.351
-1.5	-3.330	0.240	0.825	1.018	1.386	1.570	1.217	1.256	1.282
-1.6	-3.880	0.254	0.817	0.994	1.075	1.116	1.166	1.197	1.216
-1.7	-3.444	0.268	0.808	0.970	1.040	1.075	1.116	1.140	1.155
-1.8	-3.499	0.282	0.799	0.945	1.005	1.035	1.069	1.087	1.097
-1.9	-3.553	0.294	0.788	0.920	0.971	0.996	1.023	1.037	1.044
-2.0	-3.065	0.307	0.777	0.895	0.938	0.959	0.980	0.990	0.995
-2.1	-3.656	0.319	0.765	0.869	0.905	0.923	0.939	0.946	0.949
-2.2	-3.705	0.330	0.752	0.844	0.873	0.888	0.900	0.905	0.907
-2.3	-3.753	0.341	0.739	0.819	0.843	0.855	0.964	0.867	0.869
-2.4	-3.800	0.351	0.725	0.795	0.814	0.823	0.830	0.832	0.833
-2.5	-3.845	0.360	0.711	0.771	0.786	0.793	0.789	0.799	0.800
-2.6	-3.889	0.368	0.696	0.747	0.758	0.764	0.768	0.769	0.769
-2.7	-3.932	0.376	0.681	0.724	0.733	0.738	0.740	0.740	0.741
-2.8	-3.973	0.384	0.666	0.702	0.709	0.712	0.714	0.714	0.714
-2.9	-4.013	0.390	0.651	0.681	0.682	0.683	0.689	0.690	0.690
-3.0	-4.051	0.396	0.636	0.660	0.664	0.666	0.666	0.667	0.667

Sumber : Soewarno, 1995

Untuk menentukan distribusi yang tepat dalam menghitung curah hujan rencana dengan periode ulang t tahun, maka perlu diperhatikan syarat-syarat dalam **Tabel 2.5**

**Tabel 2.5** Kriteria Pemilihan Distribusi

No	Jenis Distribusi	Syarat
1	Normal	$C_s \approx$ 0
		$C_k \approx$ 3
2	Log Normal	$C_s =$ 0
		$C_k =$ 3
3	Gumbel	$C_s \leq$ 1.14
		$C_k \leq$ 5.4
4	Log Person III	$C_s \neq$ 0

Sumber : Bambang Triatmodjo, 2008

### 2.3 Koefisien Pengaliran

Besarnya koefisien pengaliran dipengaruhi antara lain oleh :

- a) Bentuk dan luas daerah pematuan

- b) Miring daerah pematusan dan miring palung sungai
- c) Keadaan daerah pematusan yang terpenting ialah besarnya kemampuan mengisap / menyerap dan daya menahan air
- d) Keadaan flora daerah pematusan
- e) Daya tampung penampang sungai
- f) Tinggi suhu, besarnya angin disertai tingkat penguapannya
- g) Jatuhnya hujan yang mendahului hujan maksimum dalam persoalan

Mengingat sukarnya unsur-unsur yang mempengaruhi ini dirumuskan dengan terperinci, maka besarnya koefisien aliran diasumsikan 0,50. Koefisien air larian (C) adalah bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya air larian terhadap besarnya curah hujan. Koefisien aliran yang diasumsikan adalah 0,50 hal ini berarti 50% dari total curah hujan akan menjadi air larian. Angka C ini merupakan salah satu indikator untuk menentukan apakah suatu DAS telah mengalami gangguan fisik. Nilai C yang besar berarti sebagian besar air hujan menjadi air larian, maka ancaman erosi dan banjir akan besar. Besaran nilai C akan berbeda-beda tergantung dari topografi dan penggunaan lahan. Semakin curam kelerengan lahan semakin besar nilai C lahan tersebut.

Nilai C berbagai topografi dan penggunaan lahan bisa dilihat pada **Tabel 2.6**

**Tabel 2.6** Nilai C pada berbagai Kondisi Permukaan Tanah

NO.	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (C)
1.	Jalan Beton dan Jalan Aspal	0,70 - 0,95
2.	Jalan Kerikil dan Jalan Tanah	0,40 - 0,70
3.	Bahu Jalan	
	-Tanah Berbutir Halus	0,40 - 0,65
	-Tanah Berbutir Kasar	0,10 - 0,20
	-Batuan Masif Keras	0,70 - 0,85
	-Batuan Masif Lunak	0,60 - 0,75
4.	Daerah Perkotaan	0,70 - 0,95
5.	Daerah Pinggir Kota	0,60 - 0,70
6.	Daerah Industri	0,60 - 0,90
7.	Pemukiman Padat	0,70 - 0,90
8.	Pemukiman tidak Padat	0,40 - 0,60
9.	Taman dan Kebun	0,20 - 0,40

10.	Persawahan	0,45 - 0,60
11.	Perbukitan	0,70 - 0,80
12.	pegunungan	0,75 - 0,90

(Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga, 1990).

## 2.4 DEBIT BANJIR RANCANGAN

### 2.4.1 Penentuan Batas DAS

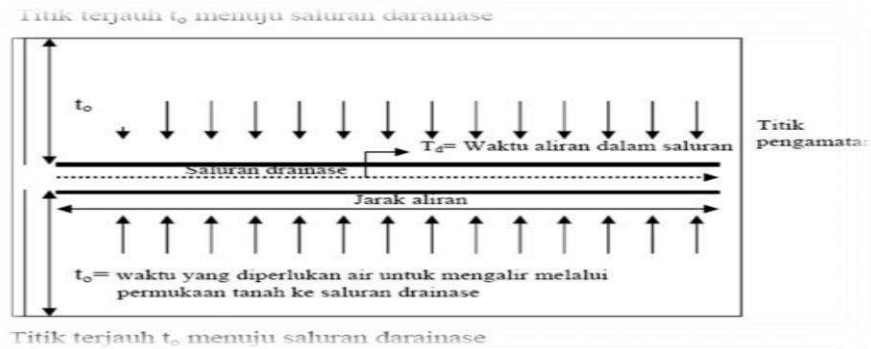
Daerah Aliran Sungai adalah semua bagian aliran air di sekitar sungai yang mengalir menuju alur sungai, aliran air tersebut tidak hanya berupa air permukaan yang mengalir di dalam alur sungai, tetapi termasuk juga aliran air dipunggung bukit yang mengalir menuju alur sungai sehingga daerah tersebut dinamakan daerah aliran sungai. Pengembangan wilayah sungai dalam rangka peningkatan kemampuan penyediaan air sungai untuk berbagai kebutuhan hidup masyarakat, sehingga meliputi beberapa ketentuan antara lain:

Luas DAS mengikuti pola bentuk aliran sungai dengan mempertimbangkan aspek geografis di sekitar Daerah Aliran Sungai yang mencakup daerah tangkapan (*Cathment Area*) untuk perencanaan tersebut. Luas DAS dapat diketahui dari gambaran (deskripsi) yang diantaranya meliputi petapeta atau foto udara, dan perbedaan skala serta standar pemetaan sehingga dapat menghasilkan nilai-nilai yang sebenarnya.

### 2.4.2 Waktu Konsentrasi

Menurut Wesli (2008) pengertian waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir suatu saluran. Pada prinsipnya waktu konsentrasi dapat dibagi menjadi:

- a. *Inlet time* ( $t_o$ ), yaitu waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir di atas permukaan tanah menuju saluran drainase. *Conduit time* ( $t_d$ ), yaitu waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir di sepanjang saluran sampai titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir. *Lintasan aliran waktu inlet time* ( $t_o$ ) dan *Conduit time* ( $t_d$ ) dapat dilihat pada **Gambar 2.11**



**Gambar 2.11** Lintasan aliran waktu inlet time ( $t_0$ ) dan conduit time ( $t_d$ )

Sumber : Wesli (2008)

Waktu konsentrasi besarnya sangat bervariasi dan dipengaruhi oleh faktor – faktor berikut ini:

- Luas daerah pengaliran
- Panjang saluran drainase
- Kemiringan dasar saluran
- Debit dan kecepatan aliran

Harga  $T_c$  ditentukan dengan menggunakan rumus seperti berikut ini:

$$T_c = t_0 + t_d \dots \dots \dots (2.17)$$

$$t_0 = \left[ \frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right]^{0,167} \dots \dots \dots (2.18)$$

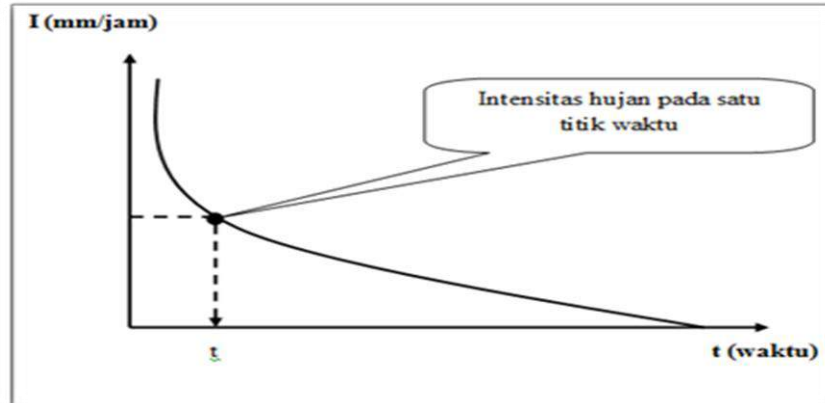
$$t_d = \frac{L_s}{60V} \dots \dots \dots (2.19)$$

Dimana:

- $T_c$  : Waktu Konsentrasi (jam)
- $t_0$  : Inlet Time Ke Saluran Terdekat (menit)
- $t_d$  : Conduit Time Sampai Ke Tempat Pengukuran (menit)
- $n$  : Angka Kekasaran Manning
- $S$  : Kemiringan Lahan (m)
- $L$  : Panjang Lintasan Aliran Di Atas Permukaan Lahan (m)
- $L_s$  : Panjang Lintasan Aliran Di Dalam Saluran (m)
- $V$  : Kecepatan Aliran Di Dalam Saluran (m/dtk)

### 2.4.3 Intensitas Hujan

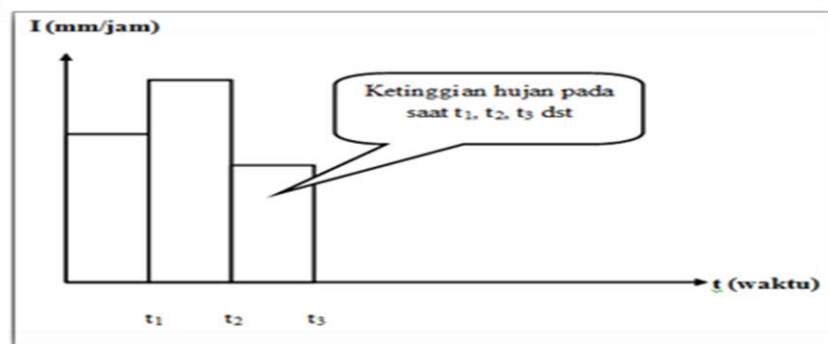
Data hujan rencana yang diperlukan dalam perhitungan debit rencana dapat berupa: Intesitas hujan rencana di satu titik waktu.



**Gambar 2.12** Kedalaman hujan rencana di satu titik waktu pada Curve IDF

Sumber : Wesli (2008)

Ketinggian hujan rencana yang terdistribusi dalam hujan jam-jaman (hidrograf hujan rencana).



**Gambar 2.13** Hidrograf hujan rencana

Sumber : Wesli (2008)

Kurve yang ditunjukkan dalam **Gambar 2.12** sering disebut Curve IDF (Intensity-Duration-Frequency Curve). Kurva ini menggambarkan hubungan antara intensitas hujan, durasi atau lama hujan, dan frekuensi hujan atau periode ulang.

Nilai intensitas hujan rencana yang diperoleh dari Curve IDF diperlukan dalam metode perhitungan debit rencana non hidrogaf, contohnya metode Rasional.

Intensitas hujan atau intensitas hujan rencana dapat dikatakan sebagai ketinggian atau kederasan hujan per satuan waktu, biasanya dalam satuan (mm/jam) atau (cm/jam).



Jika volume hujan adalah tetap, maka intensitas hujan akan makin tinggi seiring dengan durasi hujan yang makin singkat, sebaliknya intensitas hujan makin rendah seiring dengan durasi hujan yang makin lama.

Disamping itu, berkaitan dengan intensitas hujan rencana, tinggi intensitas hujan rencana akan semakin besar seiring dengan periode ulang yang semakin besar. Data yang diperlukan untuk menurunkan Curve IDF terukur adalah data hujan jangka pendek, seperti hujan 5 menit, 10 menit, 30 menit, 60 menit, dan data hujan jam-jaman. Kemudian persamaan regresinya dapat didekati dengan beberapa rumus Talbot, Ishiguro, dan Sherman.

Jika data hujan jangka pendek tidak tersedia, dan yang tersedia adalah jangka hujan harian maka persamaan regresi Curve IDF dapat diturunkan dengan metode Monobe. Selain itu, metode Van Breen juga dapat digunakan untuk menurunkan Curve IDF yang didasarkan pada hujan harian. Namun dalam penentuan persamaan regresinya, metode Van Breen memerlukan Curve IDF terukur, disarankan dari daerah pengaliran terdekat, sebagai perbandingan bentuk curve. Grafik yang ditunjukkan dalam **Gambar 2.13** adalah ketinggian hujan yang terdistribusi sebagai fungsi waktu, misalnya dalam bentuk hujan jam-jaman atau disebut dengan hidrograf hujan.

Data hidrograf hujan rencana diperlukan bila debit rencana dihitung dengan metode Hidrograf. Jika yang tersedia adalah data hujan harian atau hujan rencana maka hidrograf hujan dapat disusun dengan model Seragam dan model Segitiga. Sedangkan yang tersedia adalah data intensitas hujan maka hidrograf hujan dapat disusun dengan model Alternating Block Method (ABM).

#### 1. Curve IDF Terukur

Penurunan Curve IDF terukur, seperti telah diuraikan sebelumnya, memerlukan data hujan jangka pendek. Jika data hujan tersebut sudah tersedia maka perhitungan Curve IDF dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Ubah data hujan dengan durasi menitan atau jaman menjadi data intensitas hujan menitan atau jaman.

- a. Hitung nilai rata-rata data intensitas hujan pada setiap durasi
- b. Hitung standar deviasi data intensitas hujan pada setiap durasi.
- c. Hitung dan rekap nilai intensitas hujan rencana pada setiap durasi dengan berbagai periode ulang berdasarkan distribusi probabilitas seperti:
  - 1) Gumbel
  - 2) Normal

3) Log Pearson Type III dan yang lainnya.

d. Plot nilai intensitas hujan rencana sebagai ordinat dan durasi sebagai absis, sehingga diperoleh sebaran data koordinat.

Berdasarkan sebaran data koordinat tersebut kemudian dihitung persamaan

garis regresi Curve IDF dengan rumus:

1) Talbot

$$I = \frac{a}{t+b} \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimana:

$I$  :Intensitas hujan (mm/jam)

$t$  :Durasi hujan (menit atau jam)

$a$  dan  $b$  :Tetapan

$n$  :Jumlah data

$$a = \frac{(t \times I) \times (I^2) - (I^2 \times t) \times (I)}{N \times (I^2) (I) \times (I)} \dots\dots\dots(2.21)$$

$$b = \frac{(I) \times (t \times I) - N \times (I^2 \times t)}{N \times (I^2) (I) \times (I)} \dots\dots\dots(2.22)$$

2) Ishiguro

$$I = \frac{a}{\sqrt{t+b}} \dots\dots\dots(2.23)$$

Dimana:

$I$  :Intensitas hujan (mm/jam)

$t$  :Durasi hujan (menit atau jam)

$a$  dan  $b$  :Tetapan

$n$  :Jumlah Data

$$a = \frac{(\sqrt{t} \times I) \times (I^2) - (I^2 \times \sqrt{t}) \times (I)}{N \times (I^2) (I) \times (I)} \dots\dots\dots(2.24)$$

$$b = \frac{(I) \times (\sqrt{t} \times I) - N \times (I^2 \times \sqrt{t})}{N \times (I^2) (I) \times (I)} \dots\dots\dots(2.25)$$

3) Sherman

$$I = \frac{a}{t^n} \dots\dots\dots(2.26)$$

Dimana:

$I$  :Intensitas hujan (mm/jam)

$t$  :Durasi hujan (menit atau jam)

$a$  dan  $b$  :Tetapan

$n$  :Jumlah data

$$\text{Log } a = \frac{(\text{Log } I) \times (\text{Log } t)^2 - (\text{Log } t \times \text{Log } I) \times (\text{Log } t)}{N \times (\text{Log } t)^2 - (\text{Log } t) (\text{Log } t)} \dots\dots\dots(2.27)$$

$$b = \frac{(\text{Log } I) \times (\text{Log } t) - N \times (\text{Log } t \times \text{Log } I)}{N \times (\text{Log } t)^2 - (\text{Log } t) \times (\text{Log } t)} \dots\dots\dots(2.28)$$

Pilih salah satu diantara tiga rumus pada butir (6) sebagai rumus regresi paling sesuai berdasarkan nilai standar deviasi kecil.

## 2. Rumus Van Breen

Dalam rumus Van Breen, durasi hujan harian diasumsikan 4 jam khususnya di pulau Jawa, dan besarnya hujan harian efektif adalah 90 % dari hujan harian maksimum. Berdasarkan pengertian diatas, maka rumus intensitas hujan menurut Van Breen adalah:

$$I = \frac{90\% \times X_{24}}{4} \dots\dots\dots(2.29)$$

Dimana:

$I$  :Intensitas hujan (mm/jam)

$X_{24}$  : Hujan harian maksimum (mm)

Setelah diketahui besarnya intensitas hujan pada saat 4 jam, kemudian ditentukan persamaan regresi kurve intensitas. Penentuan persamaan regresi tersebut dilakukan dengan mengacu pada kurve intensitas terukur.

## 3. Rumus Monobe

Kurve intensitas hujan rencana, jika yang tersedia adalah hujan harian, dapat ditentukan dengan rumus Monobe. Bentuk umum dari rumus Monobe adalah:

$$I = \frac{X_{24}}{4} \times \frac{24^{\frac{2}{3}}}{t} \dots\dots\dots(2.30)$$

Dimana:

$I$  : Intensitas hujan (mm/jam)

$X_{24}$  : Hujan harian maksimum (mm)

$t$  : Durasi hujan atau waktu konsentrasi (jam)

## 4. Model Hidrograf Hujan Rencana Seragam

Model hujan jam-jaman seperti ini adalah model hujan rencana yang paling sederhana. Dalam model ini, tinggi hujan rencana dianggap lama selama durasi hujan. Hidrograf hujan rencana seragam dapat dilihat pada **Gambar 2.14**. Oleh karena itu, intensitas hujan rencana tiap jam dirumuskan sebagai berikut:

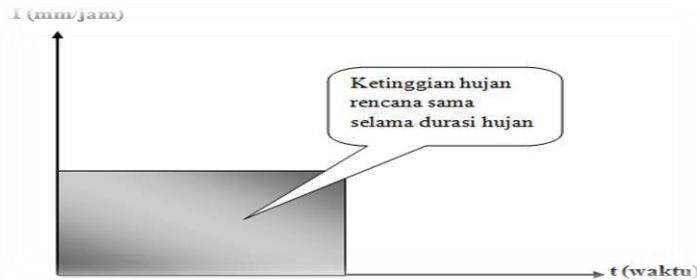
$$I = \frac{X}{t} \dots\dots\dots(2.31)$$

Dimana:

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

$X$  : Tinggi hujan rencana (mm)

$t$  : Durasi hujan rencana (jam)



**Gambar 2.14** Hidrograf seragam

Sumber : Wesli (2008)

### 5. Model Hidrograf Hujan Rencana Segitiga

Dalam model seperti ini, distribusi tinggi hujan rencana jam-jaman dianggap berbentuk segitiga, yakni diawali dan diakhiri dengan tinggi hujan sama dengan nol, dan diantaranya adalah terdapat tinggi puncak hujan rencana. Hidrograf hujan rencana segitiga dapat dilihat pada **Gambar 2.15**.

Tinggi puncak hujan rencana dihitung dengan rumus:

$$I_p = \frac{2X}{t} \dots\dots\dots(2.32)$$

Dimana:

$I_p$  : Puncak intensitas hujan rencana (mm/jam)

$X$  : Tinggi hujan rencana (mm)

$t$  : Durasi hujan rencana (jam)

Waktu puncak intensitas hujan rencana dihitung dengan rumus berikut;

$$t_p = r \times t \dots\dots\dots(2.33)$$

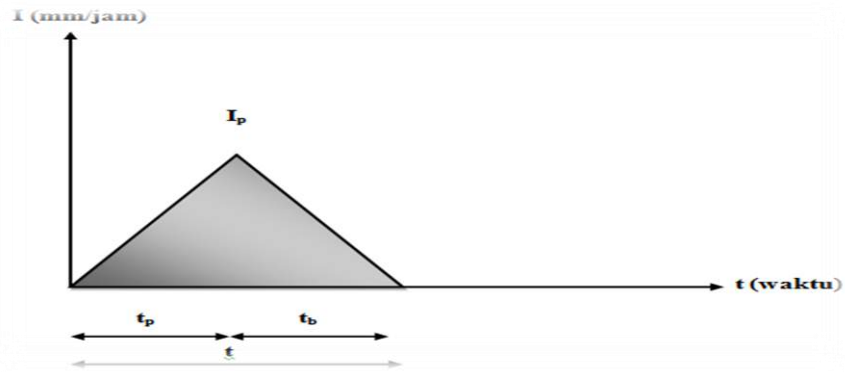
Dimana:

$t_p$  : Puncak intensitas hujan rencana (mm/jam)

$t$  : Durasi hujan rencana (jam)

$r$  : Rasio antara waktu puncak durasi hujan rencana, nilainya antara 0,3 - 0,5.

$t_b$  : Waktu turun (jam)



**Gambar 2.15** Hidrograf Segitiga

Sumber : Wesli (2008)

## 6. Alternating Block Method

Hidrograf hujan rencana yang dihasilkan oleh model ini adalah berupa distribusi tingi hujan rencana dalam n rangkaian interval waktu dengan durasi  $\Delta t$  selama waktu  $t$  (jadi  $t = n \times \Delta t$ ).

### 2.4.4 Debit Banjir Rancangan

Banjir rancangan adalah besarnya debit banjir yang ditetapkan sebagai dasar penentuan kapasitas dan mendimensi bangunan-bangunan hidraulik (termasuk bangunan di sungai), sedemikian hingga kerusakan yang dapat ditimbulkan baik langsung maupun tidak langsung oleh banjir tidak boleh terjadi selama besaran banjir tidak terlampaui.

**Tabel 2.7** Tahapan Analisis Hidrologi Untuk Banjir Rancangan

Kelas	Output	Data Tersedia	Tahapan Analisis
1	Debit puncak	Debit banjir maks. Tahunan	Analisis frekuensi data debit
2	Debit puncak	Hujan harian dan karakteristik daerah tangkapan hujan	Analisis frekuensi data hujan dan pengalihragaman hujan-aliran(Rational method)
3	Debit puncak	Hujan jam-jaman, hidrograf banjir dan karakteristik DAS	Analisis frekuensi data hujan dan pengalih ragaman hujan - aliran (Unit hydrograph atau Rainfall - runoff model)
4	Hidrograf banjir	Hujan jam-jaman, karakteristik DAS, tidak ada data hidrograf banjir	Analisis frekuensi data hujan dan pengalih ragaman hujan-aliran (Synthetic unit hydrograph)
5	Hidrograf banjir		Analisis frekuensi data hujan dan pengalih

		Hujan jam-jaman dan hidrograf banjir.	ragaman hujan-aliran (Unit hydrograph)
6	Hidrograf banjir	Hujan jam-jaman, hidrograf banjir dan karakteristik DAS	Analisis frekuensi data hujan dan pengalih ragaman hujan-aliran (Unit hydrograph atau Rainfall - runoff model)

(Sumber: Soewarno 1995)

Dalam praktek analisis hidrologi terdapat beberapa cara yang dapat ditempuh untuk menetapkan debit banjir rancangan. Masing-masing cara akan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor berikut:

1. Ketersediaan data
2. Tingkat kesulitan yang dikehendaki
3. Kesesuaian cara dengan das yang ditinjau.

Cara analisis dapat dikelompokkan menjadi tiga metode, yaitu:

1. Cara empirik
2. Cara statistik
3. Analisis dengan model hidrologi.

Cara empirik adalah metode pendekatan dengan rumus rasional. Cara ini diterapkan apabila tidak tersedia data debit yang cukup panjang tetapi tersedia data hujan harian yang panjang. Terdapat empat metode perhitungan banjir rancangan yang dikembangkan berdasarkan prinsip pendekatan rasional, yaitu: metode Rasional, metode Der Weduwen, metode Meichior dan metode Haspers.

Penulis menunjuk tiga macam cara yang akan diuraikan pada tulisan ini, yaitu metode Rasional dan Metode Weduwen untuk Non-Hidrograf banjir rancangan sedangkan untuk hidrograf banjir rancangan menggunakan Metode Snyder seperti yang dipergunakan dalam Standar Perencanaan Irigasi KP-O1, yang diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Pengairan Departemen Pekerjaan Umum tahun 1986.

#### 2.4.4.1 Debit Banjir Rancangan Non-Hidrograf

##### 1. Metode Rasional

Perhitungan metode rasional menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \text{ m}^3/\text{det} \dots \dots \dots (2.34)$$

Dimana:

Q : Debit banjir rencana ( $\text{m}^3/\text{det}$ )

C : Koefisien run off (koefisien limpasan)

$I$  : Intensitas hujan selama  $t$  jam ( $mm/jam$ )

$$I = \frac{X_{24}}{4} \times \frac{24^{\frac{2}{3}}}{t} \dots\dots\dots(2.35)$$

$$T = \frac{l}{w} \dots\dots\dots(2.36)$$

$T$  = waktu konsentrasi (jam)

$$w = \frac{20H^{0.6}}{1 \left( \frac{m/det=72 \cdot \frac{H^{0.6}}{1 \left( \frac{km}{jam} \right)} \right)} \dots\dots\dots(2.37)$$

Dimana:

$w$  : Waktu kecepatan perlambatan (m/det atau km/jam)

$l$  : Jarak dari ujung daerah hulu sampai titik yang ditinjau (km)

$A$  : Luas DAS ( $km^2$ )

$H$  : Beda tinggi ujung hulu dengan titik tinggi yang ditinjau (m)

Koefisien limpasan ( $C$ ), dapat diperkirakan dengan meninjau tata guna lahan. Harga koefisien limpasan disajikan dalam **Tabel 2.8**.

**Tabel 2.8** Koefisien Limpasan

No.	Kondisi Tanah Permukaan	Harga C
1	Jalan Beton dan jalan aspal	0.70 - 0.95
2	Jalan kerikil dan jalan tanah	0.40 - 0.70
3	Bahu jalan	
	Tanah berbutir halus	0.40 - 0.65
	Tanah berbutir kasar	0.10 - 0.20
	Batuan masif kasar	0.70 - 0.85
	Batuan masif lunak	0.70 - 0.95
4	Daerah perkotaan	0.70 - 0.95
5	Daerah pinggiran kota	0.60 - 0.70
6	Daerah industri	0.60 - 0.90
7	Pemukiman padat	0.40 - 0.60
8	Pemukiman tidak padat	0.40 - 0.60
9	Taman dan kebun	0.20 - 0.40
10	Persawahan	0.45 - 0.60
11	Perbukitan	0.70 - 0.80
12	Pegunungan	0.75 - 0.90

(Sumber : Subarkah, 1980)

**Tabel 2.9** Karakteristik Tanah

Karakteristik tanah	Tataguna lahan	Koeff. limpasan
Campuran pasir dan atau	Pertanian	0,20

campuran kerikil	Padang rumput	0,15
	Hutan	0,10
Geluh dan sejenisnya	Pertanian	0,4
	Padang rumput	0,35
	Hutan	0,3
Lempung dan sejenisnya	Pertanian	0,50
	Padang rumput	0,45
	Hutan	0,40

(Sumber : Subarkah, 1980)

Koefisien pengaliran ( $\alpha$ ) tergantung dari beberapa faktor antara lain jenis tanah, kemiringan, luas dan bentuk pengaliran sungai dapat dilihat pada **Tabel 2.9**. Sedangkan besarnya nilai koefisien pengaliran dapat dilihat pada **Tabel 2.10**.

**Tabel 2.10** Koefisien Pengaliran

Kondisi Daerah Pengaliran	Koefisien Pengaliran ( $\alpha$ )
Daerah pegunungan berlereng terjal	0,75 – 0,90
Daerah perbukitan	0,70 – 0,80
Tanah bergelombang dan bersemak-semak	0,50 – 0,75
Tanah dataran yang digarap	0,45 – 0,65
Persawahan irigasi	0,70 – 0,80
Sungai di daerah pegunungan	0,75 – 0,85
Sungai kecil di dataran	0,45 – 0,75
Sungai yang besar dengan wilayah pengaliran lebih dari seperduanya terdiri dari dataran	0,50 – 0,75

(Sumber: Ir.Joesron Loebis, M.Eng.)

## 2. Metode Weduwen

Rumus dari metode *Weduwen* adalah sebagai berikut :

$$Q_t = \alpha \times \beta \times q_n \times A \dots\dots\dots(2.38)$$

$$t = 0,25 LQ^{-0,125} I^{-0,25} \dots\dots\dots(2.39)$$

$$\beta = \frac{120 + [(t+1)(t+9)]A}{120 + A} \dots\dots\dots(2.40)$$

$$q_n = \frac{R_n \times 67,65}{240t + 1,45} \dots\dots\dots(2.41)$$

$$\alpha = 1 - \frac{4,1}{\beta q_n + 7} \dots\dots\dots(2.42)$$



Dimana:

$Q_t$  : debit banjir rencana ( $m^3/det$ )

$R_n$  : curah hujan maksimum (mm/hari)

$q_n$  : Debit persatuan luas ( $m^3/det.km^2$ )

$\alpha$  : Koefisien pengaliran

$B$  : Koefisien pengurangan daerah untuk curah hujan DAS

$t$  : Waktu konsentrasi (jam)

$A$  : Luas daerah pengaliran ( $km^2$ )

#### 2.4.4.2 Debit Banjir Rancangan Hidrograf

##### Metode Snyder

Metode Snyder pada dasarnya menentukan hidrograf satuan sintesis yang dihitung berdasarkan rumus empiris dan koefisien empiris yang menghubungkan komponen hidrograf satuan dengan karakteristik DAS. Parameter yang menentukan hidrograf satuan adalah luas DAS, panjang sungai utama, dan panjang sungai utama yang diukur dari tempat pengamatan sampai dengan titik pada sungai utama yang berjarak paling dekat dengan titik berat DAS. Hidrograf satuan sintesis metode Snyder mempertimbangkan karakteristik DAS yang mempengaruhi bentuk hidrograf satuan, seperti luas dan bentuk DAS, topografi, kemiringan sungai, kerapatan sungai dan simpanan air (Wilson,1993). Adapun persamaan yang dibuat oleh Snyder adalah sebagai berikut:

$$t_p = C_t (L \times L_c)^{0,30} \dots\dots\dots(2.43)$$

Dimana:

$L$  :Panjang sungai ( km).

$L_c$  :Panjang sungai dari titik berat basin ke *outlet* ( km).

$t_p$  :Waktu dari titik berat *excess rainfall* ke *peak flow* unit Hydrograf.

$C_t$  :Koefisien yang tergantung dari slope basinnya

$$Q_p = 0,278 \frac{C_p}{t_p} \dots\dots\dots(2.44)$$

Dimana:

$q_p$  : Debit maksimum unit hidrograf (  $1m^3/dt/km^2$ ).

$C_p$  :Koefisien yang tergantung dari karakteristik DAS

$$t_{\varepsilon} = \frac{t_p}{5,50} \dots\dots\dots(2.45)$$

Dimana:

$t_{\varepsilon}$  : Lamanya curah hujan efektif

$$\text{Jika } t_{\varepsilon} > t_r ; t'_p = t_p + 0,25 (t_R - t_{\varepsilon}) \dots\dots\dots(2.46)$$

Sehingga didapat waktu untuk mencapai debit maksimum

$$T_p = t'_p + 0,50 t_R \dots\dots\dots(2.47)$$

$$\text{Jika } t_{\varepsilon} > t_R ; T_p = t_p + 0,50 t_R \dots\dots\dots(2.48)$$

$T_p$  : *time rise to peak*

$t_R$  : lamanya hujan efektif 1 jam

$$Q_p = q_p \times A \dots\dots\dots(2.49)$$

Dimana:

$Q_p$  : Debit maksimum total (m<sup>3</sup>/dt).

$q_p$  : Debit maksimum unit hidrograf ( 1m<sup>3</sup>/dt/km<sup>2</sup>).

$A$  : luas daerah aliran ( km<sup>2</sup>).

Bentuk dari unit hidrograf ditentukan oleh persamaan Alexseyev

$$Q = f(t) \dots\dots\dots(2.50)$$

$$Y = \frac{Q}{Q_p} X = \frac{t}{t_p} \dots\dots\dots(2.51)$$

$$Y = 10^{-a \frac{(1-x)^2}{x}} \dots\dots\dots(2.52)$$

$$\lambda = \frac{Q_p \times T_p}{W} \rightarrow W = 1000 h \times A \dots\dots\dots(2.53)$$

$H$  : *excess rainfall* dalam mm

$$a = 1,32 \lambda^2 + 0,15 \lambda + 0,045 \dots\dots\dots(2.54)$$

Rumus Snyder sudah banyak digunakan di Indonesia dengan merubah koefisien – koefisiennya, karena dalam pengujiannya untuk beberapa sungai di Pulau Jawa ternyata menunjukkan penyimpangan yang besar, baik dalam besaran waktu puncak (*time to peak*) maupun debit puncak (Harto, 1993). Hal ini dapat dipahami karena memang cara ini mengandung beberapa koefisien empirik yang dikembangkan di daerah Appalachian di Amerika yang kurang sesuai dengan keadaan di Indonesia.

## 2.5 LIMBAH PEMUKIMAN

Debit Air Limbah Buangan adalah semua cairan yang dibuang, baik yang mengandung kotoran manusia maupun yang mengandung sisa-sisa proses industri.

Air Buangan dapat dibagi menjadi 4 golongan, yaitu :

1. Air Kotor : Air buangan yang berasal dari kloset, peturasan, bidet dan air buangan yang mengandung kotoran manusia yang berasal dari alat-alat plambing.
2. Air Bekas: Air buangan yang berasal dari alat-alat plambing lainnya seperti bak mandi, baik cuci tangan, bak dapur dan lain-lain.
3. Air Hujan: Air buangan yang berasal dari atap bangunan, halaman dan sebagainya.
4. Air Buangan Khusus: Air buangan yang mengandung gas, racun atau bahan-bahan berbahaya seperti berasal dari pabrik, air buangan laboratorium, tempat pengobatan, tempat pemeriksaan di rumah sakit, rumah pemotongan hewan, air buangan yang bersifat radioaktif yang dibuang dari pusat listrik tenaga nuklir.

Debit air limbah rumah tangga didapat dari 60% - 70% suplai air bersih setiap orang, diambil debit limbah rumah tangga 70% dan sisanya dipakai pada proses industri, penyiraman kebun-kebun dal lain-lain.

Besarnya air limbah buangan dipengaruhi oleh :

1. Asumsi jumlah orang setiap rumah 6 orang
2. Asumsi kebutuhan air bersih rata-rata tiap orang untuk perumahan 100 – 200 l/orang/hari = 150 l/org/hari
3. Asumsi kebutuhan air bersih rata-rata tiap orang untuk sarana ibadah (masjid) = 20 l/orang/hari
4. Faktor puncak (Fp) diperoleh berdasarkan jumlah penduduk.

Air limbah rumah tangga didapat berdasarkan kebutuhan air bersih dan diambil 70%, sisanya dipakai pada proses industri, penyiraman kebun, dan lain-lain.

Q rata-rata = (70% x konsumsi air bersih/orang x jumlah penduduk x Fp) liter/hari

$$Q_{\text{air kotor}} = \frac{Q_{\text{air kotor Liter/detik}}}{1000 \frac{\text{m}^3}{\text{liter}} \times (24 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \frac{\text{detik}}{\text{hari}})} (\text{m}^3/\text{detik}) \dots \dots \dots (2.55)$$

## 2.6 KAPASITAS SALURAN

Pada tahap awal analisa diasumsikan bahwa yang terjadi adalah aliran seragam. Analisa untuk menghitung kapasitas saluran, dipergunakan persamaan kontinuitas dan rumus Manning, yaitu:

$$Q = A \times V \dots\dots\dots(2.56)$$

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(2.57)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots(2.58)$$

Dimana:

$Q$  : Debit / debit saluran ( $m^3/det$ )

$A$  : Luas penampang basah saluran ( $m^2$ )

$V$  : Kecepatan rata-rata ( $m/det$ )

$N$  : Koefisien kekasaran saluran

$R$  : Jari – jari hidrolis ( $m$ )

$S$  : Kemiringan memanjang saluran

$P$  : Keliling basah saluran ( $m$ )

### Kecepatan Pengaliran

Penentuan kecepatan aliran air didalam saluran yang direncanakan didasarkan pada kecepatan minimum yang diperbolehkan agar kontruksi saluran tetap aman.

1. Persamaan Manning :

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots(2.59)$$

Dimana :

$V$  : Kecepatan aliran

$n$  : Koefisien kekasaran manning

$R$  : Jari-jari hidrolis

$S$  : Kemiringan memanjang saluran

Untuk desain dimensi saluran tanpa perkerasan, dipakai harga  $n$  Manning normal atau maksimum, sedangkan harga  $n$  Manning minimum hanya dipakai untuk pengecekan bagian saluran yang mudah terkena gerusan. Harga  $n$  Manning tergantung hanya pada kekasaran sisi dan dasar saluran.

## 2. Kemiringan Talud

Kecepatan maksimum ditentukan oleh kekasaran dinding dan dasar saluran. Untuk saluran tanah  $V = 0,7$  m/det, pasangan batu kali  $V = 2$  m/det dan pasangan beton  $V = 3$  m/det. Kecepatan minimum yang diizinkan adalah kecepatan paling rendah yang akan mencegah pengendapan dan tidak menyebabkan berkembangnya tanaman-tanaman air. Kecepatan maksimum dan minimum saluran juga ditentukan oleh kemiringan talud saluran (*Permen PU No. 12/PRT/M/2014*)

## 3. Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan adalah ketinggian yang diukur dari permukaan air maksimum sampai permukaan tanggul saluran atau muka tanah. Tinggi jagaan harus diperhitungkan untuk mencegah meluapnya air ke tepi saluran. Tinggi jagaan untuk saluran pasangan dapat dilihat pada **Tabel 2.11**

**Tabel 2.11** Tinggi jagaan untuk saluran pasangan

Debit (m <sup>3</sup> /det)	F (m)
< 0,5	0,20
0.5 – 1.5	0,20
1.5 – 5.0	0,25
5.0 – 10.0	0,30
10.0 – 15.0	0,40
> 15.0	0,50

Sumber: (*Ditjen Pengairan, 1986*)

## 2.7 HIDROLIKA

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

Pada sistem pengaliran melalui saluran terbuka terdapat permukaan air yang bebas (*free surface*) di mana permukaan bebas ini dipengaruhi oleh tekanan udara luar secara langsung, saluran terbuka umumnya digunakan pada lahan yang masih memungkinkan (luas), lalu lintas pejalan kakinya relatif jarang, beban kiri dan kanan saluran relatif ringan. Pada sistem pengaliran melalui saluran tertutup (pipa flow) seluruh pipa diisi dengan air sehingga tidak terdapat

permukaan yang bebas, oleh karena itu permukaan tidak secara langsung dipengaruhi oleh tekanan udara luar, saluran tertutup umumnya digunakan pada daerah yang lahannya terbatas (pasar, pertokoan), daerah yang lalu lintas pejalan kakinya relatif padat, lahan yang dipakai untuk lapangan parkir.

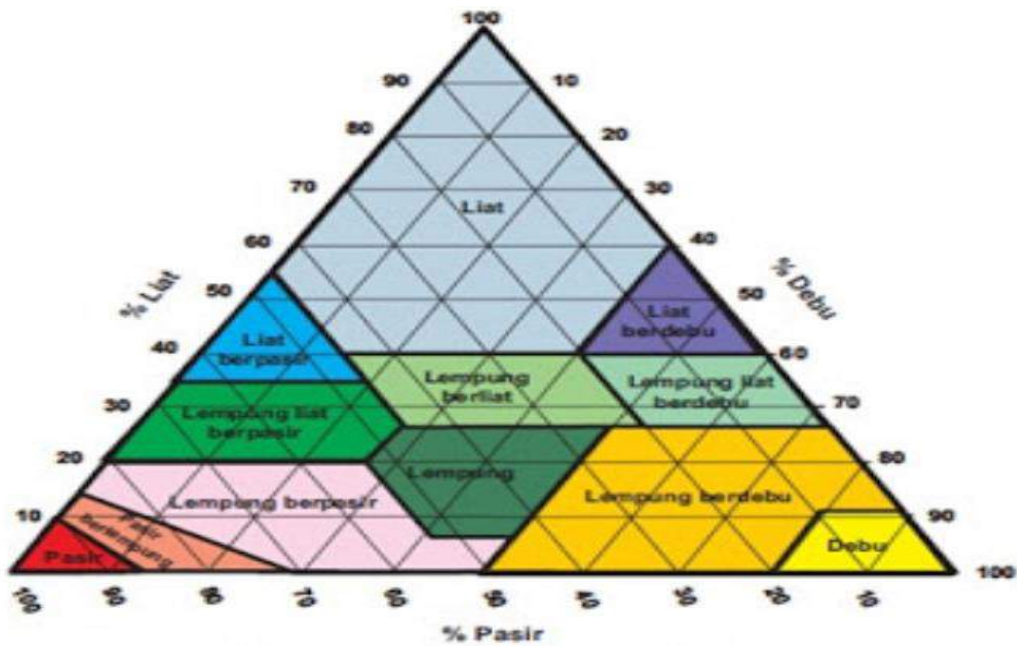
Secara umum, perencanaan hidraulik merupakan salah satu bagian dari aspek teknis perencanaan secara keseluruhan yang memegang peranan penting dalam upaya untuk bisa memenuhi kriteria pelayanan kapasitas suatu sistem drainase.

Ditinjau dari segi hidrologi, kapasitas saluran dikatakan cukup apabila saluran memiliki kapasitas untuk mengalirkan debit maksimum rencana.

Berdasarkan prinsip dasar dalam hidraulika, besarnya kapasitas suatu sistem drainase khususnya saluran dan gorong-gorong dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Manning.

1. Prinsip dalam perencanaan hidraulik sebagai berikut:
  - a. Saluran berdinding tanah → 0,75 m/dt
  - b. Saluran dengan pasangan batu → 2,5 m/dt
  - c. Saluran dengan dinding beton → 3,0 m/dt
2. Jika kecepatan rata-rata aliran adalah lebih kecil daripada kecepatan maksimum yang diijinkan, maka saluran dianggap stabil.
3. Jika kecepatan rata-rata aliran adalah lebih besar daripada kecepatan maksimum yang diijinkan, maka:
  - a. Kemiringan saluran harus diperkecil; atau
  - b. Saluran dibuat dengan beberapa terjunan; atau
  - c. Saluran dibuat dengan material yang lebih kuat.

Umumnya investigator dalam menentukan kecepatan yang diijinkan cenderung dikaitkan dengan tekstur tanah yaitu perbandingan antara fraksi lempung, liat, dan pasir. Fortier dan Scobey, 1926, dan direkomendasikan oleh Special Committee on Irrigation Research, ASCE (dalam Simon dan Senturk, 1992), telah menentukan kecepatan maksimum yang diijinkan berdasarkan tekstur tanah. Segitiga Tekstur Tanah dapat dilihat pada **Gambar 2.16** dan Kecepatan Aliran Berdasarkan Tekstur Tanah dapat dilihat pada **Tabel 2.12**



Gambar segitiga tekstur tanah

Gambar 2.16 Segitiga Tekstur Tanah

Sumber: (Fortier da Scobey, 1926).

Tabel 2.12 Kecepatan aliran berdasarkan tekstur tanah

NO	Material Asli Dimana Saluran Digali	N	Kecepatan Rata-Rata,m/dt		
			Air Jernih	Air Mengangkut Colloid	Air Mengangkut Non Kolloid Lempung,P asir,Kerakal , Dan Batu
1	Pasir halus (koloidal)	0,020	0,46	0,76	0,4
2	Geluh kepasiran (non koloidal)	0,020	0,53	0,76	0,61
3	Geluh kelempungan (non koloidal)	0,020	0,61	0,91	0,61
4	Lempung alluvial (non koloidal)	0,020	0,61	1,07	0,61
5	Geluh	0,020	0,76	1,07	0,69
6	Abu vulkanik	0,020	0,76	1,07	0,61

7	Kerikil halus	0,020	0,76	1,52	1,14
8	Liat terjal	0,025	1,14	1,52	0,91
9	Geluh-krakal terseleksi (non koloidal)	0,030	1,14	1,52	1,52
10	Liat alluvial (non koloidal)	0,025	1,14	1,52	0,91
11	Liat-krakal terseleksi (non koloidal)	0,030	1,22	1,68	1,52
12	Kerikil kasar (non koloidal)	0,025	1,22	1,83	1,98
13	krekal	0,035	1,52	1,63	1,98
14	karang	0,025	1,83	1,83	1,52

(Sumber: suripin 2002)

Di sisi lain, dengan ditentukannya kecepatan minimum aliran, kemudahan dalam teknis pelaksanaan operasi dan pemeliharaan khususnya untuk mengurangi/mencegah terjadinya pengendapan pada saluran pun pada akhirnya dapat dicapai.

Praktis pengendalian lumpur pada saluran juga dilakukan dengan cara menempatkan satu atau lebih kantong lumpur pada saluran yang landai dan atau merupakan pertemuan beberapa buah saluran.

Meski saluran telah direncanakan sesuai dengan kapasitas rencana, kecepatan aliran tertentu, dan dilengkapi dengan kantong lumpur, namun guna mengantisipasi terjadinya pengurangan kapasitas akibat pengendapan lumpur sepanjang saluran, saluran dibuat dengan tinggi jagaan sesuai dengan jenis salurannya.

Untuk kawasan yang berpotensi memberikan volume limpasan lebih besar, memerlukan tinggi jagaan yang lebih besar pula. Tinggi jagaan untuk tiap kawasan dapat dilihat pada **Tabel 2.13**

**Tabel 2.13** Tinggi jagaan untuk tiap kawasan

No.	Kawasan drainase	Jenis saluran	Tinggi jagaan (m)
1	Kawasan padat	-saluran primer	-0,50



		-saluran sekunder	-0,35
		-saluran tersier	-0,15
2	Perumahan baru	-saluran primer	-0,3
		-saluran sekunder	-0,15
		-saluran tersier	-0,1
3	Angunan terminal dan bangunan umum lain.	-saluran primer	-0,25
		-saluran sekunder	-0,2
		-saluran tersier	-0,15
		-saluran kwarter	-0,1
4	Pelataran parkir	-saluran primer	-0,3
		-saluran sekunder	-0,25
		-saluran tersier	-0,2
		-saluran kwarter	-0,15

Sumber:(suripin 2002)

Berdasarkan persamaan energi aliran dan konsep energi spesifik, selain kapasitas penampang saluran, dalam penentuan dimensi saluran juga perlu mempertimbangkan karakteristik aliran (profil) untuk kondisi-kondisi khusus seperti:

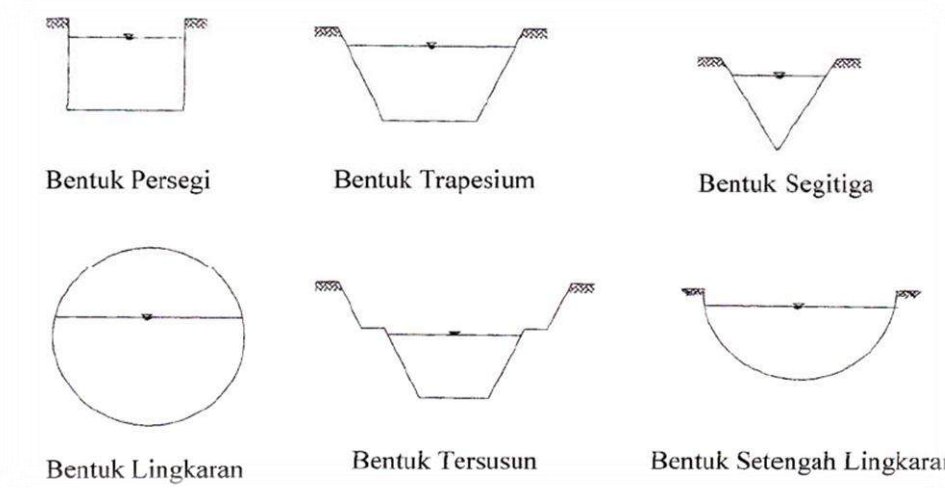
1. Penyempitan penampang saluran,
2. Saluran dengan ambang,
3. Perubahan kemiringan saluran curam – landai yang secara hidraulik menyebabkan terjadinya loncatan air.

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

1. Saluran prismatic (*prismatic channel*), yaitu saluran yang bentuk penampang melintang dan kemiringan dasarnya tetap.  
Contoh : saluran drainase, saluran irigasi.
2. Saluran non prismatic (*non prismatic channel*), yaitu saluran yang bentuk penampang melintang dan kemiringan dasarnya berubah-ubah.  
Contoh : sungai.

Aliran pada saluran terbuka terdiri dari saluran alam (*Natural Channel*), seperti sungai-sungai kecil di daerah hulu (pegunungan) hingga sungai besar di muara, dan saluran buatan (*Artificial Channel*), seperti saluran drainase tepi

jalan, saluran irigasi untuk mengairi persawahan, saluran pembuangan, saluran untuk membawa air ke pembangkit listrik tenaga air, saluran untuk supply air minum, dan saluran banjir. Saluran buatan dapat berbentuk segitiga, trapesium, segi empat, bulat, setengah lingkaran, dan bentuk tersusun. Bentuk-bentuk Profil Saluran tersebut dapat dilihat pada **Gambar 2.17**.



**Gambar 2.17** Bentuk-bentuk Profil Saluran

Sumber: SNI 03-3424-1994

### 2.7.1 Perhitungan Dimensi Saluran

#### 1. Bentuk Saluran yang Paling Ekonomis

##### a. Penampang Berbentuk Persegi yang Paling Ekonomis

Jika  $B$  adalah lebar dasar saluran dan  $h$  adalah kedalaman air (**Gambar 2.18**), luas penampang basah,  $A$ , dan keliling basah,  $P$ , dapat dituliskan sebagai berikut:

$$A = B \times h \dots \dots \dots (2.60)$$

$$P = B + 2h \dots \dots \dots (2.61)$$

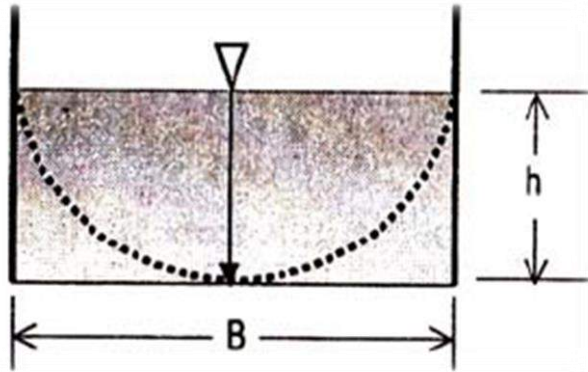
$$B = 2h \text{ atau } h = \frac{B}{2} \dots \dots \dots (2.62)$$

Jari-jari hidraulik  $R$ :

$$R = \frac{A}{P} = \frac{B \times h}{B + 2h} \dots \dots \dots (2.63)$$

Bentuk penampang melintang persegi yang paling ekonomis adalah jika:

$$h = \frac{B}{2} \text{ atau } R = \frac{h}{2} \dots \dots \dots (2.64)$$



**Gambar 2.18** Penampang Persegi Panjang

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Cipta Karya (2013)

b. Penampang Berbentuk Trapesium yang Paling Ekonomis

Saluran dengan penampang melintang bentuk trapesium dengan lebar dasar kedalaman aliran  $h$ , dan kemiringan dinding 1:  $m$  (**Gambar 2.19**), luas penampang melintang  $A$  dan keliling basah  $P$ , dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$A = (B + mh)h \dots \dots \dots (2.65)$$

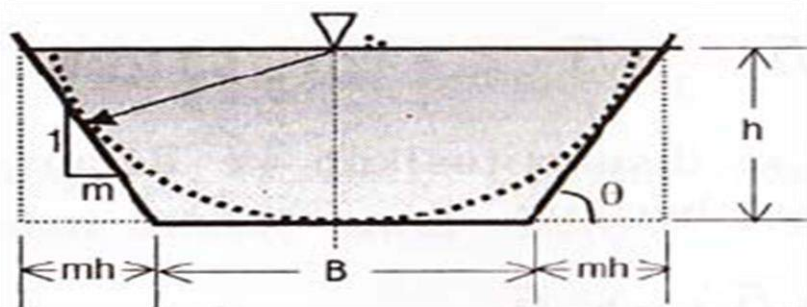
$$P = B + 2h\sqrt{m^2 + 1} \dots \dots \dots (2.66)$$

$$P = B - 2h\sqrt{m^2 + 1} \dots \dots \dots (2.67)$$

Atau

$$B = \frac{2}{3}h\sqrt{3} \dots \dots \dots (2.68)$$

$$A = h^2\sqrt{3} \dots \dots \dots (2.69)$$



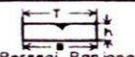
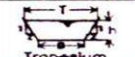



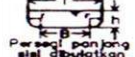

**Gambar 2.19** Penampang trapesium

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Cipta Karya (2013)

Penampang trapesium yang paling efisien adalah jika:

$$m = (1/\sqrt{3}), \text{ atau } = 60 \dots \dots \dots (2.70)$$

**Tabel 2.14** Unsur-Unsur Geometris Penampang Saluran

Penampang	Luas A	Keiling basah O	Jari-jari hidrolis R	Lebar puncak T	Kedalaman hidrolis D	Faktor penampang Z
 Persegi Panjang	Bh	B+2h	$\frac{Bh}{B+2h}$	B	h	$Bh^{1.5}$
 Tropesukum	$(B+zh)h$	$B+2h\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(B+zh)h}{B+2h\sqrt{1+z^2}}$	$B+2zh$	$\frac{(B+zh)h}{B+2h}$	$\frac{[(B+zh)h]^{1.5}}{\sqrt{B+2zh}}$
 Segi tiga	$zh^2$	$2h\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zh}{2\sqrt{1+z^2}}$	2zh	$\frac{1}{2}h$	$\frac{\sqrt{2}}{2}zh^{2.5}$
 Lingkaran	$\frac{1}{2}(\theta - \sin\theta)d_0^2$	$\frac{1}{2}\theta d_0$	$\frac{1}{4}(1 - \frac{\sin\theta}{\theta})d_0$	$\frac{(\sin \frac{1}{2}\theta)d_0}{2\sqrt{h}(d_0-h)}$	$\frac{1}{6}(\frac{\theta - \sin\theta}{\sin \frac{1}{2}\theta})d_0$	$\frac{\sqrt{2}(\theta - \sin\theta)^{1.5}}{32(\sin \frac{1}{2}\theta)^{0.5}}d_0^{2.5}$
 Parabola	$\frac{1}{2}Th$	$T + \frac{8}{3}\sqrt{\frac{T^3}{h}}$	$\frac{2T^2h}{3T^2+8h^2}$	$\frac{3}{2}\frac{A}{h}$	$\frac{2}{3}h$	$\frac{2}{9}\sqrt{6}Th^{1.5}$
 Persegi panjang sel dibulatkan	$(\frac{T}{2}-2)r^2+(B+2r)h$	$(\frac{T}{2}-2)r+B+2h$	$\frac{(\frac{T}{2}-2)r^2+(B+2r)h}{(\frac{T}{2}-2)r+B+2h}$	B+2r	$\frac{(\frac{T}{2}-2)r^2}{B+2r} + h$	$\frac{[(\frac{T}{2}-2)r^2+(B+2r)h]^{1.5}}{\sqrt{B+2r}}$
 Segi tiga dasar	$\frac{1}{2}z^2(1-z\cot^{-1}z)$	$\frac{1}{z}\sqrt{1+z^2}-2z(1-z\cot^{-1}z)$	$\frac{A}{O}$	$2[z(h-r)+r\sqrt{1+z^2}]$	$\frac{A}{T}$	$A\sqrt{\frac{A}{T}}$

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Cipta Karya (2013)

Unsur-unsur geometris penampang saluran dapat dilihat pada **Tabel 2.14**. Perhitungan dimensi saluran didasarkan pada debit harus ditampung oleh saluran ( $Q_s$  dalam  $m^3/det$ ) lebih besar atau sama dengan debit rencana yang diakibatkan oleh hujan rencana ( $Q_T$  dalam  $m^3/det$ ). Kondisi demikian dapat dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$Q_s \geq Q_T \dots\dots\dots(2.71)$$

Debit yang mampu ditampung oleh saluran ( $Q_s$ ) dapat diperoleh dengan rumus seperti di bawah ini:

$$Q_s = A_s \times V \dots\dots\dots(2.72)$$

Dimana:

$A_s$  : Luas penampang saluran ( $m^2$ )

$V$  : Kecepatan rata – rata aliran di dalam saluran ( $m/det$ )

Kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran dapat dihitung dengan menggunakan rumus Manning sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(2.73)$$

$$R = \frac{A_s}{P} \dots\dots\dots(2.74)$$

Dimana:

$V$ : Kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran ( $m/det$ )

$n$ : Koefisien kekasaran manning (Tabel 2.9)

$R$ :Jari-jari hidrolis ( $m$ )

$S$ : Kemiringan dasar saluran

$A_s$ : Luas penampang saluran ( $m^2$ )

P: Keliling basah saluran (m)

Nilai koefisien kekasaran Manning  $n$ , untuk gorong-gorong dan saluran pasangan dapat dilihat pada **Tabel 2.15**.

**Tabel 2.15** Koefisien Kekasaran Manning

Tipe Saluran	Koefisien Manning (n)
Baja	0,011 – 0,014
Baja permukaan Gelombang	0,021 – 0,030
Semen	0,010 – 0,013
Beton	0,011 – 0,015
Pasangan batu	0,017 – 0,030
Kayu	0,010 – 0,014
Bata	0,011 – 0,015
aspal	0,013

(Sumber: Wesli, 2008)

Nilai kemiringan dinding saluran diperoleh berdasarkan bahan saluran yang digunakan. Nilai kemiringan dinding saluran dapat dilihat pada **Tabel 2.16**

**Tabel 2.16** Nilai Kemiringan Dinding Saluran Sesuai Bahan

Bahan Saluran	Kemiringan dinding (m)
Batuan/ cadas	0
Tanah lumpur	0,25
Lempung keras/ tanah	0,5 – 1
Tanah dengan pasangan batuan	1
Lempung	1,5
Tanah berpasir lepas	2
Lumpur berpasir	3

(Sumber: ISBN: 979 – 8382 – 49 – 8)

## 2.7.2 Bangunan Pelengkap

### 1. Gorong-gorong

Gorong-gorong adalah saluran tertutup yang digunakan untuk mengalirkan air melewati jalan raya, rel kereta api, atau timbunan lainnya. Gorong-gorong biasanya dibuat dari beton, alumunium gelombang, baja gelombang dan lainnya. Penampang gorong-gorong berbentuk bulat, persegi,

oval, tapal kuda, dan segitiga. Bentuk Gorong-gorong dapat dilihat pada **Gambar 2.20**



**Gambar 2.20** Bentuk gorong-gorong

*Sumber : Departemen PU*

## 2. Catch basin/watershed

Bangunan dimana air masuk ke dalam sistem saluran tertutup, untuk mempermudah air masuk, lokasi catch basin ditetapkan pada tempat yang rendah, catch basin dibuat pada tiap persimpangan jalan, tempat-tempat yang rendah dan tempat parkir. Bentuk Catch basin/watershed dapat dilihat pada **Gambar 2.21**



**Gambar 2.21** Bentuk Catch basin/watershed

*Sumber : Departemen PU*

## 3. Inlet

Dibuat bila terdapat saluran terbuka dimana pembuangannya akan dimasukkan ke dalam saluran tertutup yang lebih besar. Inlet harus diberi saringan agar sampah tidak masuk kedalam saluran tertutup. Bentuk Inlet dapat dilihat pada **Gambar 2.22**



**Gambar 2.22** Bentuk Inlet

*Sumber : Departemen PU*

#### 4. Manhole

Untuk keperluan pemeliharaan sistem saluran drainase tertutup dibuat di setiap pertemuan, perubahan dimensi, perubahan bentuk selokan, dan setiap jarak 10-25 meter, lubang manhole dibuat sekecil mungkin supaya ekonomis diameter lubang biasanya 60 cm dengan tutup dari besitulang. Bentuk Manhole dapat dilihat pada **Gambar 2.23**



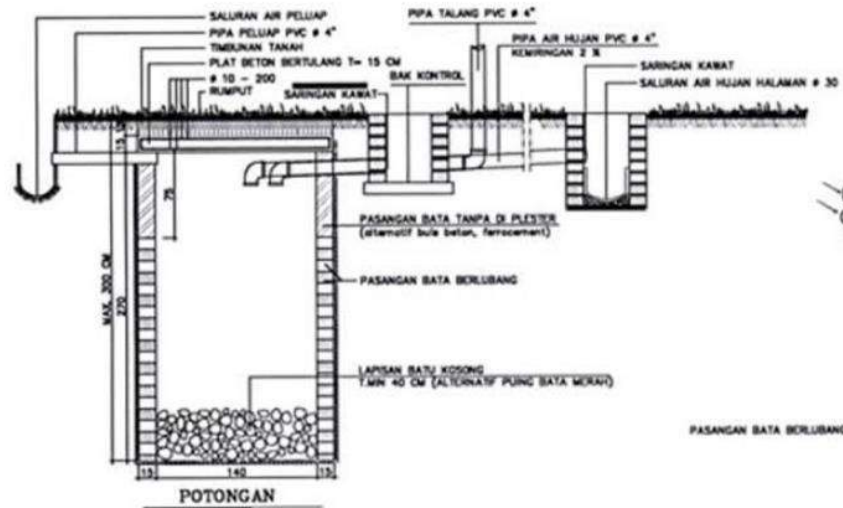
**Gambar 2.23** Bentuk Manhole

*Sumber : Departemen PU*

#### 5. Bangunan Peresapan

Bangunan peresap ini dibangun untuk mengimbangi perubahan penggunaan lahan mengurangi banjir dan genangan lokal, mengurangi beban dan mencegah kerusakan sarana drainase permukaan, menambah cadangan cadangan air tanah sebagai usaha konservasi air. Bentuk bangunan peresap dapat berupa : sumur peresap, parit, peresap, perkerasan lulusair, saluran

drainase berlubang, situ retensi dilapangan parkir dan sebagainya, dipilih berdasarkan tujuan penerapan bangunan peresap, kondisi alam dan lingkungan pada daerah sekitar rencana alokasi, aspek keamanan, dan biaya yang tersedia. Bentuk Bangunan Peresapan dapat dilihat pada **Gambar 2.24**



**Gambar 2.24** Bentuk Bangunan Peresapan

Sumber : Departemen PU

## 2.8 Indeks Kinerja

### 2.8.1 Umum

Kinerja sistem jaringan drainase adalah bagaimana hasil sistem drainase yang sudah dibangun dapat mengatasi permasalahan genangan. Berdasarkan rencana induk penyusunan sistem jaringan drainase perkotaan yang harus diperhatikan dalam perencanaan sistem jaringan drainase adalah aspek teknis, aspek operasi pemeliharaan, dan aspek pengelolaan (Ditjen Tata Perkotaandan Tata Perdesaan, 2003).

Penilaian kinerja sistem drainase dilakukan dengan memberi bobot dan penilaian terhadap masing-masing indikator atau sub indikator. Bobot diperoleh dari hasil modifikasi. Berdasarkan Kementerian Pekerjaan Umum, penilaian terhadap kinerja sistem drainase ditinjau dari dua aspek yaitu aspek non fisik dengan bobot 40 dan fisik dengan bobot 60. Pada penelitian ini penilaian indikator fisik dinilai dengan menggunakan metode pembobotan yang sama pada penelitian Diah Pitaloka (2013) dan Vadlon (2011) dan aspek yang dikaji untuk penilaian sistem drainase adalah aspek fisik, sehingga total bobot awal sebesar 60 dimodifikasi menjadi 100. Data fisik prasarana yang awalnya mempunyai bobot sebesar 24



dimodifikasi menjadi 40 dengan cara membagikan bobot awal sebesar 24 dengan total bobot awal sebesar 60 kemudian mengalikan hasil tersebut dengan 100. Hal yang samajuga dilakukan untuk setiap indikator.

Berikut adalah salah satu contoh perhitungan bobot sub indikator sistem drainase. Bobot awal untuk sub indikator sistem drainase pada peraturan dari Kementerian Pekerjaan Umum sebesar 6 kemudian dimodifikasi dengan cara membagikan bobot awal sebesar 6 dengan total bobot awal data fisik prasarana sebesar 24 kemudian mengalikannya dengan total bobot data fisik prasarana yang telah dihitung sebesar 40 sehingga dihasilkan bobot modifikasi sub indikator sistem drainase sebesar 10. Hal yang sama juga dilakukan untuk mendapatkan bobot modifikasi pada sub indikator lainnya. Untuk mengetahui kinerja sistem drainase adalah dengan cara menghitung total pengalian bobot dengan nilai. Nilai akhir (bobot x nilai) keseluruhan akan mempunyai besaran 0 - 10000 per segmen. Agar diperoleh nilai yang lebih optimal penilaian kinerja sistem drainase dibagi per segmen yaitu per 100m dari 1,5 km saluran primer. Adapun keterangan untuk nilai adalah sebagai berikut.

- a. kurang apabila nilai  $\leq 60$ .
- b. cukup apabila nilai berkisar antara 61 – 80.
- c. baik apabila nilai berkisar antara 81 – 90.
- d. sangat baik apabila diperoleh nilai  $> 90$ .

Untuk kriteria penilaian yakni nilai maksimal bobot x nilai = 10000

- a. Sangat baik apabila  $> 9100$
- b. Baik apabila 8100-9000
- c. Cukup apabila 6100-8000
- d. Kurang apabila  $\leq 6100$  (*sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Cipta Karya 2013*)

### 2.8.2 Komponen Penilaian Jaringan Drainase dan Pembobotan

Bobot setiap komponen jaringan drainase disusun dengan menggunakan cara yang sama sebagaimana penyusunan bobot komponen irigasi, seperti ditunjukkan pada **Tabel 2.17**

Rumus yang digunakan untuk memperoleh nilai akhir, yakni:

Indek Kinerja Fisik = Bobot x Nilai..... (2.75)

**Tabel 2.17** Indikator Kinerja Sistem Drainase

<b>NO</b>	<b>Idikator / sub Indikator</b>	<b>Bobot</b>	<b>Nilai</b>	<b>Bobot x Nilai</b>
<b>A</b>	<b>NON FISIK</b>	<b>40</b>		
<b>1</b>	<b>PERATURAN ATAU KELEMBAGAAN</b>	<b>10</b>		
	(1) Peraturan Perundangan / Peraturan Daerah (PERDA)	4		
	(2) Organisasi Pengelola	3		
	(3) SDM yang Mendukung Organisasi / Jembatan Struktural	3		
	(21) Rumah Pompa dan Kelengkapannya			
<b>2</b>	<b>MANAJEMEN PEMBANGUNAN</b>	<b>19</b>		
	(4)Dokumen Perencanaan Master Plan / Outline Plan / SKK	3		
	(5) Kesesuaian Pelaksanaan Pembangunan Dengan Perencanaan	2		
	(6) Mekanisme Pelaporan	1		
	(7) Pengelolaan P/S sesuai dengan SOP	2		
	(8) Pembiayaan APBP	3		
	(9) Akses Terhadap Jaringan Drainase	2		
	(10) Pengurangan luasan genangan air	3		
	(11) Pengurangan luas lahan basah	3		
<b>3</b>	<b>Upaya Pemda Mendorong PSM / Swasta</b>	<b>11</b>		
	(12) Program Pemda dalam mendorong PSM	2		
	(13) Peran aktif masyarakat melaporkan adanya genangan	1		
	(14) Tindak lanjut terhadap pengaduan masyarakat	2		
	(15) Keterlibatan masyarakat dalam proses pengelolaan drainase Kawasan Kota	2		
	(16) PSM / Swasta dalam memenuhi perencanaan drainase & NSPM	1		
	17) PSM & Swasta dalam Operasi & Pemeliharaan Sistem Drainase	3		

<b>NO</b>	<b>Idikator / sub Indikator</b>	<b>Bobot</b>	<b>Nilai</b>	<b>Bobot x Nilai</b>
<b>B</b>	<b>FISIK</b>	<b>60</b>		
<b>1</b>	<b>Data Fisik Prasarana</b>	<b>24</b>		
	(18) Sistem Drainase	6		
	(19) Bangunan Penunjang	5		
	(20) Waduk / Kolam / Retensi atau Tandon	5		

	(21) Rumah Pompa dan Kelengkapannya	4		
	(22) Resapan ( sumur, saluran, bidang )	4		
<b>2</b>	<b>Fungsi Prasarana Sistem Drainase</b>	<b>24</b>		
	(23) Berfungsinya Saluran	6		
	(24) Berfungsinya Bangunan Penunjang	4		
	(25) Berfungsinya Waduk / Kolam Retensi / Tandon	5		
	(26) Berfungsinya Rumah Pompa dan Kelengkapannya	4		
	(27) Saluran drainase tidak menjadi tempat pembuangan sampah	3		
	(28) Saluran drainase tidak menjadi tempat penyaluran air limbah yang tidak terolah	2		
<b>3</b>	<b>Kondisi Operasi dan Pemeliharaan Prasarana</b>	<b>12</b>		
	(29) Dilaksanakannya Operasi & Pemeliharaan Sistem Saluran	6		
	(30) Dilaksanakannya Operasi & Pemeliharaan Bangunan Penunjang	3		
	(31) Dilaksanakannya Operasi & Pemeliharaan Waduk / Kolam Retensi / Tandon, Rumah Pompa dan Kelengkapannya serta fasilitas resapan air (skala besar)	3		

(sumber: Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Cipta Karya.2013.)

### 2.8.3 Identifikasi dan Analisis Tingkat Kerusakan

Rekomendasi didasarkan pada identifikasi dan analisis tingkat kerusakan jaringan drainase dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12 /PRT/M/2015 tentang eksploitasi dan pemeliharaan jaringan irigasi dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12/PRT/M/2014 tentang penyelenggaraan sistem drainase perkotaan pasal 22. Berdasarkan hasil inventarisasi dilakukan survey identifikasi permasalahan dan kebutuhan pemeliharaan secara partisipatif, dan dibuat suatu rangkaian rencana aksi yang tersusun dengan skala prioritas serta uraian pekerjaan pemeliharaan. Dalam menentukan kriteria pemeliharaan dilihat dari kondisi kerusakan fisik jaringan drainase. Pada hakekatnya pemeliharaan jaringan drainase yang tertunda akan mengakibatkan kerusakan yang lebih parah dan memerlukan rehabilitasi lebih dini. Klasifikasi kondisi fisik jaringan drainase sebagai berikut:

Untuk mengetahui kinerja sistem drainase adalah dengan cara menghitung total pengalihan bobot dengan nilai.

Adapun keterangan untuk nilai adalah sebagai berikut.

- a. kurang apabila nilai  $\leq 60$ .
- b. cukup apabila nilai berkisar antara 61 – 80.
- c. baik apabila nilai berkisar antara 81 – 90
- d. sangat baik apabila diperoleh nilai  $> 90$ .

Modifikasi Untuk kriteria penilaian yakni nilai maksimal bobot x nilai = 60 untuk Indikator FISIK

- a. Sangat baik  $> 50$
- b. Baik 40 - 50
- c. Cukup 21 - 40
- d. Kurang  $\leq 20$

Hasil identifikasi dan analisa kerusakan merupakan bahan dalam penyusunan detail desain pemeliharaan. (*sumber : Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Cipta Karya. 2013*)

