

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Penelitian Terdahulu**

##### **2.1.1 Evaluasi dan perencanaan ulang saluran drainase pada perumahan Sawojajar, kecamatan Kedungandang, Kota Malang. (Suroso & Agus Suharyanto, 2014)**

Berdasarkan pada hasil evaluasi saluran, didapatkan hanya saluran B dan L' masih aman untuk debit banjir rancangan kala ulang 25 tahun, sedangkan saluran lainnya masih diperlukan perencanaan ulang karena kapasitasnya tidak memenuhi debit banjir rencana. Untuk perencanaan ulang saluran drainase digunakan debit banjir rencana kala ulang 25 tahun, karena selain menghasilkan kapasitas yang lebih besar, dimensinya tidak jauh berbeda dengan kapasitas saluran yang menggunakan debit banjir rencana kala ulang 10 tahun. Saluran yang telah direncanakan ulang juga tidak akan mampu mencegah terjadinya banjir apabila tidak dilakukan perawatan / pemeliharaan secara periodik. oleh masyarakat setempat seperti membersihkan sampah, sedimen yang mengendap pada saluran, serta membersihkan tanaman-tanaman liar yang tumbuh di sepanjang saluran drainase.

##### **2.1.2 Flood disaster risk mapping in the Lower Mono river Basin in Togo West Africa. (Joshua Ntajal, Benjamin L. Lamptey, Ibrahim B. Mahamadou, Benjamin K. Nyarko, 2017)**

Tahun dalam jumlah banjir yang dilaporkan dari Australia dan India, yang melebihi kelas keparahan dan Ambang batas. Selanjutnya, penelitian ini memberikan bukti baru yang mendukung hipotesis yang ada itu Bumi menjadi lebih rentan terhadap bahaya alam akhir-akhir ini, mungkin, karena perubahan iklim. Kendati demikian, penelitian ini meyakini ada dua metrik penilaian risiko banjir (flood severity class dan flood Besarnya) dapat ditingkatkan dengan memasukkan tingkat kenaikan banjir tahunan untuk negara-negara tertentu dalam penilaian kriteria. Hasil analisis ini dapat digunakan untuk koreksi bias prediksi banjir dengan menggunakan teori atau data Model yang digerakkan.

## 2.2. Umum

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya). Menurut Suripin (2004) dalam bukunya yang berjudul *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, 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. Jadi, drainase menyangkut tidak hanya air permukaan tapi juga air tanah.

Drainase yaitu suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut. Dari sudut pandang yang lain, drainase adalah salah satu unsur dari prasarana umum yang dibutuhkan masyarakat kota dalam rangka menuju kehidupan kota yang aman, nyaman, bersih, dan sehat. Prasarana drainase disini berfungsi untuk mengalirkan air permukaan ke badan air (sumber air permukaan dan bawah permukaan tanah) dan atau bangunan resapan.

Selain itu juga berfungsi sebagai pengendali kebutuhan air permukaan dengan tindakan untuk memperbaiki daerah becek, genangan air dan banjir. Kegunaan dengan adanya saluran drainase ini antara lain (Suripin, 2004) :

- a. Mengeringkan genangan air sehingga tidak ada akumulasi air tanah.
- b. Menurunkan permukaan air tanah pada tingkat yang ideal.
- c. Mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan yang ada.
- d. Mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi bencana banjir.

### 2.2.1 Drainase Perkotaan

Sebagai salah satu sistem dalam perencanaan perkotaan, maka sistem drainase yang ada dikenal dengan istilah sistem drainase perkotaan. Berikut definisi drainase perkotaan (Hasmar, 2002) :

1. Drainase perkotaan yaitu ilmu drainase yang mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial-budaya yang ada di kawasan kota.
2. Drainase perkotaan merupakan sistem pengeringan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi :
  - a. Permukiman
  - b. Kawasan industri dan perdagangan
  - c. Kampus dan sekolah

- d. Rumah sakit dan fasilitas umum
- e. Lapangan olahraga
- f. Lapangan parkir
- g. Instalasi militer, listrik, telekomunikasi
- h. Pelabuhan udara.

### **2.2.2 Sistem Drainase Perkotaan**

Standar dan sistem penyediaan drainase kota sistem penyediaan jaringan drainase terdiri dari empat macam, yaitu (Hasmar, 2002) :

1. Sistem drainase utama merupakan sistem drainase perkotaan yang melayani kepentingan sebagian besar warga masyarakat kota.
2. Sistem drainase lokal merupakan sistem drainase perkotaan yang melayani kepentingan sebagian kecil warga masyarakat kota.
3. Sistem drainase terpisah merupakan sistem drainase yang mempunyai jaringan saluran pembuangan terpisah untuk air permukaan atau air limpasan.
4. Sistem gabungan merupakan sistem drainase yang mempunyai jaringan saluran pembuangan yang sama, baik untuk air genangan atau air limpasan yang telah diolah.

### **2.2.3 Sarana Drainase Perkotaan**

Sarana penyediaan sistem drainase dan pengendalian banjir adalah (Hasmar, 2002) :

1. Penataan sistem jaringan drainase primer, sekunder dan tersier melalui normalisasi maupun rehabilitasi saluran guna menciptakan lingkungan yang aman dan baik terhadap genangan, luapan sungai, banjir kiriman, maupun hujan lokal.

Berdasarkan masing-masing jaringan dapat didefinisikan sebagai berikut:

- a. Jaringan primer merupakan saluran yang memanfaatkan sungai dan anak sungai.
  - b. Jaringan sekunder merupakan saluran yang menghubungkan saluran tersier dengan saluran primer (dibangun dengan beton/plesteran semen).
  - c. Jaringan tersier merupakan saluran untuk mengalirkan limbah rumah tangga ke saluran sekunder, berupa plesteran, pipa dan tanah.
  - d. Memenuhi kebutuhan dasar (basic need) drainase bagi kawasan hunian dan kota.
2. Menunjang kebutuhan pembangunan (development need) dalam menunjang terciptanya skenario pengembangan kota untuk kawasan andalan dan

menunjang sektor unggulan yang berpedoman pada Rencana Umum Tata Ruang Kota.

Sedangkan arahan dalam pelaksanaannya adalah :

- a. Harus dapat diatasi dengan biaya ekonomis.
- b. Pelaksanaannya tidak menimbulkan dampak sosial yang berat.
- c. Dapat dilaksanakan dengan teknologi sederhana.
- d. Memanfaatkan semaksimal mungkin saluran yang ada.
- e. Jaringan drainase harus mudah pengoperasian dan pemeliharannya.
- f. Mengalirkan air hujan ke badan sungai yang terdekat.

#### **2.2.4 Sistem Jaringan Drainase Perkotaan**

Sistem jaringan drainase perkotaan umumnya dibagi atas 2 bagian, yaitu :

##### **1. Sistem Drainase Mayor**

Sistem drainase mayor yaitu sistem saluran atau 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.

##### **2. Sistem Drainase Mikro**

Sistem drainase mikro yaitu sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan. Secara keseluruhan yang termasuk dalam sistem drainase mikro adalah saluran 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. Pada umumnya drainase mikro ini direncanakan untuk hujan dengan masa ulang 2, 5 atau 10 tahun tergantung pada tata guna lahan yang ada. Sistem drainase untuk lingkungan permukiman lebih cenderung sebagai sistem drainase mikro.

#### **2.2.5 Jenis Drainase**

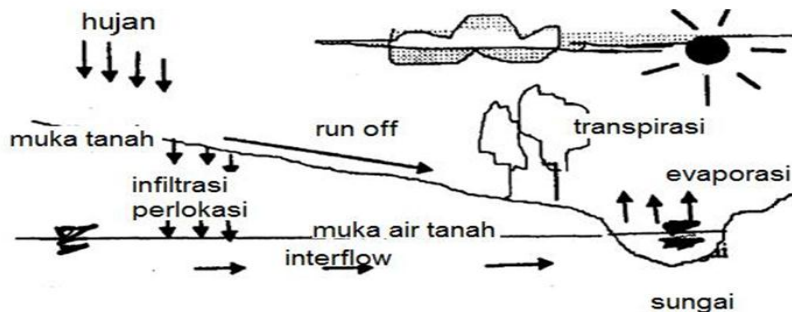
Drainase memiliki banyak jenis dan jenis drainase tersebut dilihat dari berbagai aspek. Adapun jenis-jenis saluran drainase dapat dibedakan sebagai berikut (Hasmar, 2012) :

1. Menurut sejarah terbentuknya

Drainase menurut sejarahnya terbentuk dalam berbagai cara, berikut ini cara terbentuknya drainase :

a. Drainase alamiah (natural drainage)

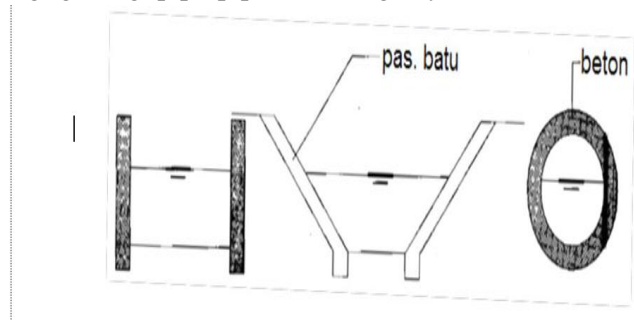
Yakni drainase yang terbentuk secara alami dan tidak terdapat bangunan- bangunan penunjang seperti bangunan pelimpah, pasangan batu / beton, gorong-gorong dan lain-lain. Saluran ini terbentuk oleh gerusan air yang bergerak karena gravitasi yang lambat laun membentuk jalan air yang permanen seperti sungai.



Gambar 2.1 Drainase Alamiah Pada Saluran Air (civilciecie.blogspot.co.id)

b. Drainase buatan (artificial drainage)

Drainase ini dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti selokan pasangan batu / beton, gorong- gorong, pipa-pipa dan sebagainya.



Gambar 2.2 (Drainase Buatan tsipilunikom.wordpress.com)

2. Menurut letak saluran

Saluran drainase menurut letak bangunannya terbagi dalam beberapa bentuk, berikut ini bentuk drainase menurut letak bangunannya :

a. Drainase permukaan tanah (surface drainage)

Yakni saluran yang berada diatas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan. Analisa alirannya merupakan analisa open chanel flow.

b. Drainase bawah permukaan tanah (sub surface drainage)

Saluran ini bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media dibawah permukaan tanah (pipa-pipa) karena alasan-alasan tertentu. Alasan itu 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 fungsi drainase

Drainase berfungsi mengalirkan air dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah, berikut ini jenis drainase menurut fungsinya :

a. Single purpose

Yakni saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan, misalnya air hujan saja atau jenis air buangan yang lain.

b. Multi purpose

Yakni saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bercampur maupun bergantian, misalnya mengalirkan air buangan rumah tangga dan air hujan secara bersamaan.

4. Menurut konstruksi

Dalam merancang sebuah drainase terlebih dahulu harus tahu jenis kontruksi apa drainase dibuat, berikut ini drainase menurut konstruksi :

a. Saluran terbuka

Yakni saluran yang konstruksi bagian atasnya terbuka dan berhubungan dengan udara luar. Saluran ini lebih sesuai untuk drainase hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup, ataupun drainase non-hujan yang tidak membahayakan kesehatan/mengganggu lingkungan.

b. Saluran tertutup

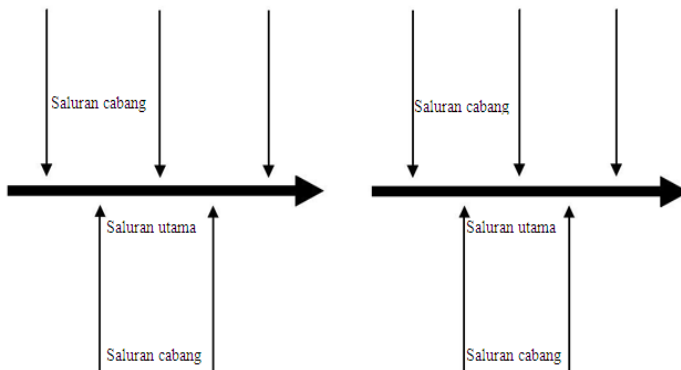
Yakni saluran yang konstruksi bagian atasnya tertutup dan saluran ini tidak berhubungan dengan udara luar. Saluran ini sering digunakan untuk aliran air kotor atau untuk saluran yang terletak di tengah kota.

### 2.2.6 Pola Jaringan Drainase

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

1. Siku

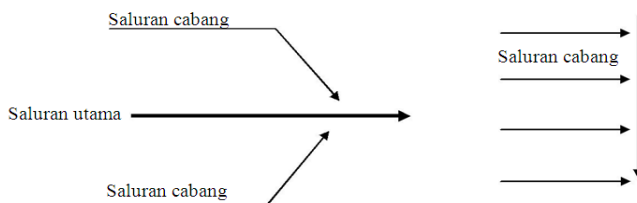
Pembuatannya pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai. Sungai sebagai saluran pembuang akhir berada akhir berada di tengah kota.



Gambar 2.3 Pola Jaringan Drainase (tsipilunikom.wordpress.com)

2. Pararel

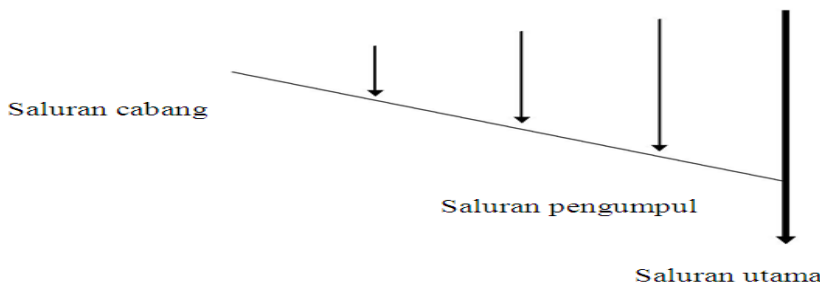
Saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek-pendek, apabila terjadi perkembangan kota, saluran-saluran akan dapat menyesuaikan diri.



Gambar 2.4 Pola Jaringan Drainase Pararel (tsipilunikom.wordpress.com)

3. Grid Iron

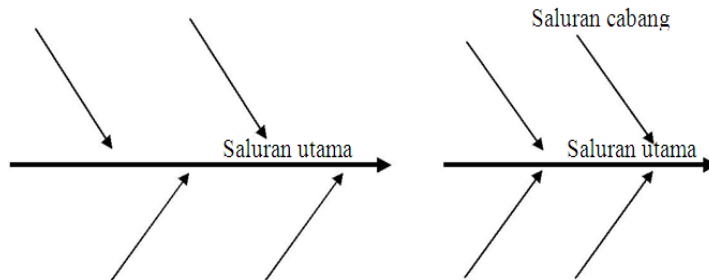
Untuk daerah dimana sungainya terletak di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul.



Gambar 2.5 Pola Jaringan Drainase Grid Iron (tsipilunikom.wordpress.com)

## 4. Alamiah

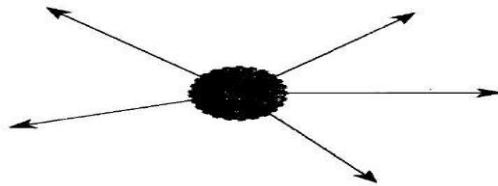
Sama seperti pola siku, hanya beban sungai pada pola alamiah lebih besar



Gambar 2.6 Pola Jaringan Drainase Alamiah (tsipilunikom.wordpress.com)

## 5. Radial

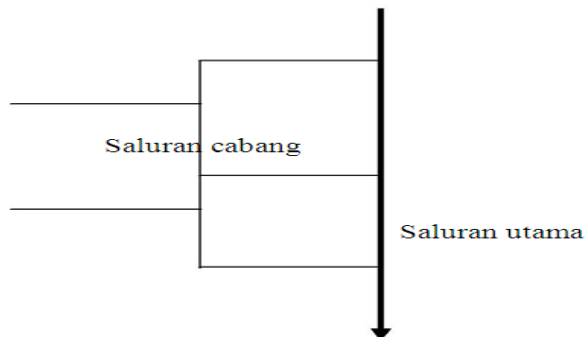
Pada daerah berbukit, sehingga pola saluran memencar ke segala arah.



Gambar 2.7 Pola Jaringan Drainase Radial (tsipilunikom.wordpress.com)

## 6. Jaring-jaring

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



Gambar 2.8 Pola Jaringan-Jaring (tsipilunikom.wordpress.com)

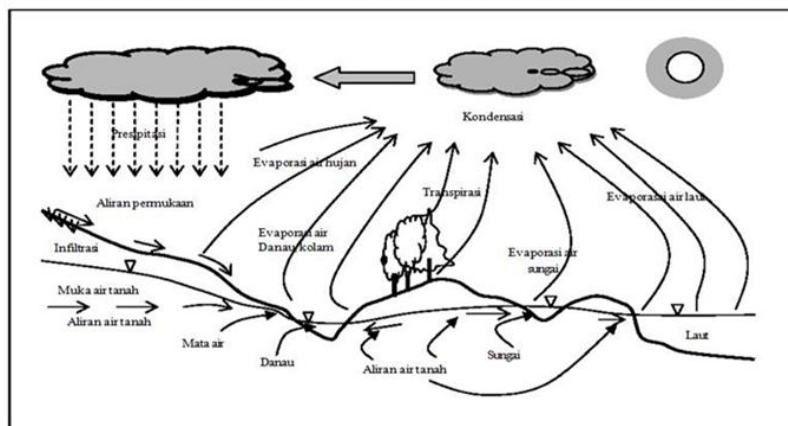


### 2.3. Hidrologi

Hidrologi adalah suatu ilmu yang menjelaskan tentang kehadiran gerakan air di alam ini, yang meliputi berbagai bentuk air yang menyangkut perubahan-perubahannya antara lain : keadaan zat cair, padat dan gas dalam atmosfer di atas dan di bawah permukaan tanah, di dalamnya tercakup pula air laut yang merupakan sumber dan penyimpanan air yang mengaktifkan kehidupan di bumi. Tanpa kita sadari bahwa sebagian besar perencanaan bangunan sipil memerlukan analisis hidrologi. Analisis hidrologi tidak hanya diperlukan dalam perencanaan berbagai bangunan air seperti : bendungan, bangunan pengendali banjir, dan bangunan irigasi, tetapi juga diperlukan untuk bangunan jalan raya, lapangan terbang, dan bangunan lainnya. (Soemarto,1987).

#### 2.3.1 Siklus Hidrologi

Dalam perencanaan suatu bangunan air yang berfungsi untuk pengendalian penggunaan air antara lain yang mengatur aliran sungai, pembuatan waduk-waduk dan saluran-saluran yang sangat diperlukan untuk mengetahui perilaku siklus yang disebut dengan siklus hidrologi. Siklus hidrologi adalah proses yang diawali oleh evaporasi / penguapan kemudian terjadinya kondensasi dari awan hasil evaporasi.



Gambar 2.9 Siklus Hidrologi ([www.siswapedia.com/siklus-air-siklus-hidrologi](http://www.siswapedia.com/siklus-air-siklus-hidrologi))

Awan terus terproses, sehingga terjadi salju atau hujan yang jatuh ke permukaan tanah. Pada muka tanah air hujan ada yang mengalir di permukaan tanah, sebagai air run off atau aliran permukaan dan sebagian (infiltrasi) meresap kedalam lapisan tanah. Besarnya run off dan infiltrasi tergantung pada parameter tanah atau jenis tanah dengan pengujian tanah di laboratorium. Air run off mengalir di permukaan muka tanah kemudian ke permukaan air di laut, danau, sungai. Air

infiltrasi meresap kedalam lapisan tanah, akan menambah tinggi muka air tanah didalam lapisan tanah, kemudian juga merembes didalam tanah kearah muka air terendah, akhirnya juga kemungkinan sampai dilaut, danau, sungai. Kemudian terjadi lagi proses penguapan. (Hasmar,2012)

#### **2.4 Analisa Hidrologi**

Secara umum analisis hidrologi merupakan satu bagian analisis awal dalam perancangan bangunan-bangunan hidraulik. Pengertian yang terkandung di dalamnya adalah bahwa informasi dan besaran-besaran yang diperoleh dalam analisis hidrologi merupakan masukan penting dalam analisis selanjutnya. Bangunan hidraulik dalam bidang teknik sipil dapat berupa gorong-gorong, bendung, bangunan pelimpah, tanggul penahan banjir, dan sebagainya.

Ukuran dan karakter bangunan-bangunan tersebut sangat tergantung dari tujuan pembangunan dan informasi yang diperoleh dari analisis hidrologi. Sebelum informasi yang jelas tentang sifat-sifat dan besaran hidrologi diketahui, hampir tidak mungkin dilakukan analisis untuk menetapkan berbagai sifat dan besaran hidrauliknya. Demikian juga pada dasarnya bangunan- bangunan tersebut harus dirancang berdasarkan suatu standar perancangan yang benar sehingga diharapkan akan dapat menghasilkan rancangan yang memuaskan.

#### **2.4. Analisis Frekuensi Curah Hujan**

Analisis frekuensi atau distribusi frekuensi digunakan untuk memperoleh probabilitas besaran curah hujan rencana dalam berbagai periode ulang. Dasar perhitungan distribusi frekuensi adalah parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi, dan koefisien skewness (kecondongan atau kemiringan).

Hujan merupakan komponen yang sangat penting dalam analisis hidrologi. Pengukuran hujan dilakukan selama 24 jam baik secara manual maupun otomatis, dengan cara ini berarti hujan yang diketahui adalah hujan total yang terjadi selama satu hari. Berdasarkan ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi. Berikut ini empat jenis distribusi frekuensi yang paling banyak di gunakan dalam bidang hidrologi :

Distribusi Normal

Distribusi Log Normal

Distribusi Log Person III

Distribusi Gumbel

Berikut ini empat jenis distribusi frekuensi yang paling banyak digunakan dalam bidang hidrologi:

a. Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut juga distribusi Gauss. Perhitungan curah hujan rencana menurut metode distribusi normal, mempunyai persamaan sebagai berikut:

$$X_T = \mu + K T \sigma$$

(2.1)

Yang dapat didekati dengan :

$$X_T = \bar{X} + K T S$$

(2.2)

$$K T = \frac{X_T - \bar{X}}{S}$$

(2.3)

Dimana :

$X_T$  = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang  $T$ -tahunan.

= Nilai rata-rata hitung variate.

$S$  = Deviasi standar nilai variate.

$K T$  = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

(Dr.Suripin.Sistembrainaseperkotaanyangberkelanjutanyogyakarta:Andi)

Untuk mempermudah perhitungan, nilai faktor frekuensi ( $K T$ ) umumnya sudah tersedia dalam tabel, disebut sebagai tabel nilai variabel reduksi Gauss (Variable reduced Gauss), seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.2

Tabel 2.2 Nilai Variabel Reduksi Gauss

| No. | Periode ulang | T<br>(tahun) | Peluang $K T$ |
|-----|---------------|--------------|---------------|
| 1   | 1,001         | 0,999        | -3,05         |
| 2   | 1,005         | 0,995        | -2,58         |
| 3   | 1,010         | 0,990        | -2,33         |
| 4   | 1,050         | 0,950        | -1,64         |
| 5   | 1,110         | 0,900        | -1,28         |
| 6   | 1,250         | 0,800        | -0,84         |

(Sumber : Suripin (2004))

Tabel 2.2 Nilai Variabel Reduksi Gauss

| No. | Periode Ulang | T<br>(Tahun) | Peluang KT |
|-----|---------------|--------------|------------|
| 7   | 1,330         | 0,750        | -0,67      |
| 8   | 1,430         | 0,700        | -0,52      |
| 9   | 1,670         | 0,600        | -0,25      |
| 10  | 2,000         | 0,500        | 0          |
| 11  | 2,500         | 0,400        | 0,25       |
| 12  | 3,330         | 0,300        | 0,52       |
| 13  | 4,000         | 0,250        | 0,67       |
| 14  | 5,000         | 0,200        | 0,84       |
| 15  | 10,000        | 0,100        | 1,28       |
| 16  | 20,000        | 0,050        | 1,64       |
| 17  | 50,000        | 0,020        | 2,05       |
| 18  | 100,000       | 0,010        | 2,33       |
| 19  | 200,000       | 0,005        | 2,58       |
| 20  | 500,000       | 0,002        | 2,88       |
| 21  | 1000,000      | 0,001        | 3,09       |

Sumber : Suripin (2004))

b. Distribusi Log Normal

Dalam distribusi log normal data X diubah kedalam bentuk logaritmik  $Y = \log X$ . Jika variabel acak  $Y = \log X$  terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti Distribusi Log Normal. Untuk distribusi Log Normal perhitungan curah hujan rencana menggunakan persamaan berikut ini :

$$P(X) = \frac{1}{X\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{(Y - \mu Y)^2}{2\sigma Y^2} \right]$$

(2.4)

Dimana :

$P(X)$  = Peluang log normal.

$X$  = Nilai *variate* pengamatan.

$\sigma Y$  = Deviasi standar nilai *variate* Y.

$\mu Y$  = Nilai rata-rata populasi Y.

Apabila nilai  $P(X)$  digambarkan pada kertas, maka peluang logaritmik merupakan persamaan garis lurus, sehingga dapat dinyatakan sebagai model matematik dengan persamaan :

$$Y_T = \mu + K_T \sigma \quad (2.5)$$

Yang dapat didekati dengan :

$$Y_T = \bar{Y} + K_T S \quad (2.6)$$

$$K_T = \frac{Y_T - \bar{Y}}{S} \quad (2.7)$$

Dimana :

$Y_T$  = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan.

$Y$  = Nilai rata-rata hitung variate.

$S$  = Deviasi standar nilai variate.

$K_T$  = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

(Dr.Suripin.Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan Yogyakarta: Andi)

c. Distribusi Gumbel

Faktor frekuensi untuk distribusi ini dapat dihitung dengan mempergunakan persamaan sebagai berikut :

$$X = \mu + \sigma K \quad (2.8)$$

Dimana :

$\mu$  = Harga rata-rata populasi.

$\sigma$  = Standar deviasi (simpangan baku).

$K$  = Faktor probabilitas.

Apabila jumlah populasi yang terbatas (sampel), maka persamaan (2.12) dapat didekati dengan persamaan :

$$X = \bar{X} + S K \quad (2.9)$$

Dimana :

$X$  = Harga rata-rata sampel.

$S$  = Standar deviasi (simpangan baku) sampel.

Faktor probabilitas  $K$  untuk harga-harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$K = \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} \quad (2.10)$$

Dimana :

$Y_n$  = *Reduced mean* yang tergantung jumlah sampel/data n (**Tabel 2.4**).

$S_n$  = *Reduced standard deviation* yang juga tergantung pada jumlah sampel/data n (**Tabel 2.4**).

$Y_{Tr}$  = *Reduced variate*, yang dapat dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$Y_{tr} = -\ln \left\{ -\ln \frac{Tr-1}{Tr} \right\}$$

(Dr.Suripin.Sistemdrenasiperkotaanyangberkelanjutanyogyakarta:Andi)

Harga  $Y_n$  berdasarkan banyaknya sampel n dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut ini :

Tabel 2.3 Hubungan *reduce mean* ( $Y_n$ ) dengan banyaknya sampel (n)

| n. | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 10 | ,495 | ,449 | ,503 | ,507 | ,510 | ,512 | ,515 | ,518 | ,520 | ,522 |
| 20 | ,523 | ,525 | ,526 | ,528 | ,529 | ,530 | ,532 | ,533 | ,534 | ,535 |
| 30 | ,536 | ,537 | ,538 | ,538 | ,539 | ,540 | ,541 | ,541 | ,542 | ,543 |
| 40 | ,543 | ,544 | ,544 | ,545 | ,545 | ,546 | ,546 | ,547 | ,547 | ,548 |
| 50 | ,548 | ,549 | ,549 | ,549 | ,550 | ,550 | ,550 | ,551 | ,551 | ,551 |
| 60 | ,552 | ,552 | ,552 | ,553 | ,553 | ,553 | ,553 | ,554 | ,554 | ,554 |
| 70 | ,554 | ,555 | ,555 | ,555 | ,555 | ,555 | ,555 | ,556 | ,556 | ,556 |
| 80 | ,556 | ,557 | ,557 | ,557 | ,557 | ,558 | ,558 | ,558 | ,558 | ,558 |

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan, Nomor 12/Prt/M/2014)

Tabel 2.3 Hubungan *reduce mean* ( $Y_n$ ) dengan banyaknya sampel ( $n$ )

| n   | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 90  | ,558 | ,558 | ,558 | ,559 | ,559 | ,559 | ,559 | ,559 | ,559 | ,559 |
| 100 | ,560 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan, Nomor 12/Prt/M/2014)

Hubungan periode ulang untuk  $t$  tahun dengan curah hujan rata - rata dapat dilihat pada tabel 2.4

Tabel 2.4 Periode ulang untuk  $t$  tahun

| Kala ulang (tahun) | Faktor reduksi ( $Y_t$ ) |
|--------------------|--------------------------|
| 2                  | 0,3665                   |
| 5                  | 1,4999                   |
| 10                 | 2,2504                   |
| 25                 | 3,1985                   |
| 50                 | 3,9019                   |
| 100                | 4,6001                   |

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan, Nomor 12/Prt/M/2014)

Harga *reduce standar deviasi* ( $\sigma_n$ ) dapat dilihat pada tabel 2.5

Tabel 2.5 Hubungan *reduce standar deviasi* ( $\sigma_n$ ) dengan banyaknya sampel (n)

| n.  | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 10  | 0,94 | 0,96 | 0,98 | 0,99 | 1    | 1,02 | 1,03 | 1,04 | 1,04 | 1,05 |
| 20  | 1,06 | 1,06 | 1,07 | 1,08 | 1,08 | 1,09 | 1,09 | 1,1  | 1,1  | 1,1  |
| 30  | 1,11 | 1,11 | 1,11 | 1,12 | 1,12 | 1,12 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 |
| 40  | 1,14 | 1,14 | 1,14 | 1,14 | 1,14 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 |
| 50  | 1,16 | 1,16 | 1,16 | 1,16 | 1,16 | 1,16 | 1,16 | 1,16 | 1,16 | 1,16 |
| 60  | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 |
| 70  | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 |
| 80  | 1,19 | 1,19 | 1,19 | 1,19 | 1,19 | 1,19 | 1,19 | 1,19 | 1,19 | 1,19 |
| 90  | 1,2  | 1,2  | 1,2  | 1,2  | 1,2  | 1,2  | 1,2  | 1,2  | 1,2  | 1,2  |
| 100 | 1,2  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan, Nomor 12/Prt/M/2014)

#### d. Distribusi Log Person III

Distribusi Log Pearson Tipe III banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk distribusi Log Pearson Tipe III merupakan hasil dari transformasi dari distribusi Pearson tipe III dengan mengganti varian menjadi nilai logaritma. Data hujan harian maksimum tahunan sebanyak n tahun diubah dalam bentuk logaritma. Langkah-langkah dalam perhitungan curah hujan rencana berdasarkan perhitungan Log Pearson Type III sebagai berikut (Soemarto, 1999).

Berikut langkah-langkah penggunaan distribusi Log Pearson Type III

1. Ubah data ke dalam bentuk logaritmis,  $X = \log X$ .
2. Hitung harga rata-rata :

$$3. \quad \boxed{\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log} X_i}{n}} : \quad (2.11)$$



$$s = \left[ \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1} \right]^{0,5} \quad (2.12)$$

4. Hitung koefisien kemencengan :

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \quad (2.13)$$

5. Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus:

$$\mathbf{Log X_T = \log \bar{X} + K.s} \quad (2.14)$$

Dimana :

K adalah variabel standar (*standardized variable*) untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan G. Besarnya harga K berdasarkan nilai G dan tingkat probabilitasnya dapat dilihat pada Tabel 2.6

Tabel 2.6. Distribusi Log Pearson Type III untuk Koefisien Kemencengan G

| Interval kejadian ( <i>Recurrence interval</i> ), tahun (periode ulang) |   |        |        |       |       |       |       |       |
|---|---|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   | 1,0101  | 1,2500 | 2      | 5     | 10    | 25    | 50    | 100   |
| Koef,<br>G  | Persentase peluang terlampaui ( <i>Percent chance of being exceeded</i> ) |        |        |       |       |       |       |       |
|   | 99  | 80     | 50     | 20    | 10    | 4     | 2     | 1     |
| 3,0   | -0,667  | -0,636 | -0,396 | 0,420 | 1,180 | 2,278 | 3,152 | 4,051 |
| 2,8   | -0,714  | -0,666 | -0,384 | 0,460 | 1,210 | 2,275 | 3,114 | 3,973 |
| 2,6   | -0,769  | -0,696 | -0,368 | 0,499 | 1,238 | 2,267 | 3,071 | 2,889 |
| 2,4   | -0,832  | -0,725 | -0,351 | 0,537 | 1,262 | 2,256 | 3,023 | 3,800 |
| 2,2   | -0,905  | -0,752 | -0,330 | 0,574 | 1,284 | 2,240 | 2,970 | 3,705 |
| 2,0   | -0,990  | -0,777 | -0,307 | 0,609 | 1,302 | 2,219 | 2,192 | 3,605 |
| 1,8   | -1,087  | -0,799 | -0,282 | 0,643 | 1,318 | 2,193 | 2,848 | 3,499 |

(Sumber : Suripin, 2004)

Tabel 2.6. Distribusi Log Pearson Type III untuk Koefisien Kemencengan  $G$ 

| <b>Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (periode ulang)</b> |  |               |           |           |           |           |           |            |
|--|--|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
|  | <b>1,0101</b>  | <b>1,2500</b> | <b>2</b>  | <b>5</b>  | <b>10</b> | <b>25</b> | <b>50</b> | <b>100</b> |
| <b>Koef,<br/>G</b>   | <b>Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)</b> |               |           |           |           |           |           |            |
|  | <b>99</b>  | <b>80</b>     | <b>50</b> | <b>20</b> | <b>10</b> | <b>4</b>  | <b>2</b>  | <b>1</b>   |
| 1,6  | -1,197   | -0,817        | -0,254    | 0,675     | 1,329     | 2,163     | 2,780     | 3,388      |
| 1,4  | -1,318   | -0,832        | -0,225    | 0,705     | 1,337     | 2,128     | 2,706     | 3,271      |
| 1,2  | -1,449   | -0,844        | -0,195    | 0,732     | 1,340     | 2,087     | 2,626     | 3,149      |
| 1,0  | -1,588   | -0,852        | -0,164    | 0,758     | 1,340     | 2,043     | 2,542     | 3,022      |
| 0,8  | -1,733   | -0,856        | -0,132    | 0,780     | 1,336     | 1,993     | 2,453     | 2,891      |
| 0,6  | -1,880   | -0,857        | -0,099    | 0,800     | 1,328     | 1,939     | 2,359     | 2,755      |
| 0,4  | -2,029   | -0,855        | 0,066     | 0,816     | 1,317     | 1,880     | 2,261     | 2,615      |
| 0,2  | -2,178   | -0,850        | -0,033    | 0,830     | 1,301     | 1,818     | 2,159     | 2,472      |
| 0,0  | -2,326   | -0,842        | 0,000     | 0,842     | 1,282     | 1,751     | 2,051     | 2,326      |
| -0,2   | -2,472   | -0,830        | 0,033     | 0,850     | 1,258     | 1,680     | 1,945     | 2,178      |
| -0,4   | 2,615  | -0,816        | 0,066     | 0,855     | 1,231     | 1,606     | 1,834     | 2,029      |
| -0,6   | -2,755   | -0,800        | 0,099     | 0,857     | 1,200     | 1,528     | 1,720     | 1,880      |
| -0,8   | -2,891   | -0,780        | 0,132     | 0,856     | 1,166     | 1,448     | 1,606     | 1,733      |
| -1,0   | -3,022   | -0,758        | 0,164     | 0,852     | 1,128     | 1,366     | 1,492     | 1,588      |
| -1,2   | -2,149   | -0,732        | 0,195     | 0,844     | 1,086     | 1,282     | 1,379     | 1,449      |

Sumber : Suripin, 2004)

Tabel 2.6. Distribusi Log Pearson Type III untuk Koefisien Kemencengan  $G$ 

| Interval kejadian ( <i>Recurrence interval</i> ), tahun (periode ulang) |   |        |       |       |       |       |       |       |
|---|---|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   | 1,0101  | 1,2500 | 2     | 5     | 10    | 25    | 50    | 100   |
| Koef,<br>G  | Persentase peluang terlampaui ( <i>Percent chance of being exceeded</i> ) |        |       |       |       |       |       |       |
|   | 99  | 80     | 50    | 20    | 10    | 4     | 2     | 1     |
| -1,4  | -2,271  | -0,705 | 0,225 | 0,832 | 1,041 | 1,198 | 1,270 | 1,318 |
| -1,6  | -2,388  | -0,675 | 0,254 | 0,817 | 0,994 | 1,116 | 1,166 | 1,197 |
| -1,8  | -3,499  | -0,643 | 0,282 | 0,799 | 0,945 | 1,035 | 1,069 | 1,087 |
| -2,0  | -3,605  | -0,609 | 0,307 | 0,777 | 0,895 | 0,959 | 0,980 | 0,990 |
| -2,2  | -3,705  | -0,574 | 0,330 | 0,752 | 0,844 | 0,888 | 0,900 | 0,905 |
| -2,4  | -3,800  | -0,537 | 0,351 | 0,725 | 0,795 | 0,823 | 0,830 | 0,832 |
| -2,6  | -3,889  | -0,490 | 0,368 | 0,696 | 0,747 | 0,764 | 0,768 | 0,769 |
| -2,8  | -3,973  | -0,469 | 0,384 | 0,666 | 0,702 | 0,712 | 0,714 | 0,714 |
| -3,0  | -7,051  | -0,420 | 0,396 | 0,636 | 0,660 | 0,666 | 0,666 | 0,667 |

Sumber : Suripin, 2004)

## 2.5. Data Curah Hujan

Curah hujan yang diperlukan untuk mengetahui profil muka air sungai dan rancangan suatu drainase adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah atau daerah dan dinyatakan dalam milimeter (mm).

Menentukan curah hujan rerata harian maksimum daerah dilakukan berdasarkan pengamatan beberapa stasiun pencatat hujan. Perhitungan curah hujan rata-rata maksimum ini dapat menggunakan beberapa metode, diantaranya menggunakan metode rata-rata aljabar, garis Isohiet, dan poligon Thiessen.

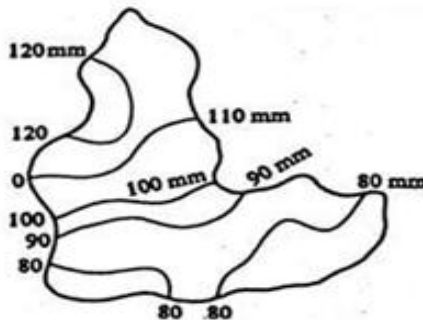
### a. Cara rata-rata Aljabar

Cara ini menggunakan perhitungan rata-rata secara aljabar, tinggi curah hujan diambil dari harga rata-rata dari stasiun pengamatan di dalam daerah yang ditinjau.

|                              |  |               |
|------------------------------|--|---------------|
| Persamaan rata-rata aljabar: |  |               |
| $R =$                        | $( R_1 + R_2 + R_3 + R_n ).. .. .$     | <b>(2.15)</b> |
| Dimana :                     |  |               |
| –                            |  |               |
| R                            | = Curah hujan rata-rata rendah.        |               |
| n                            | = Jumlah titik atau pos pengamatan.    |               |
| $R_1 + R_2 + R_3 + R_n$      | = curah hujan ditiap titik pengamatan. |               |

**b. Cara garis Isohiet**

Peta isohiet digambarkan pada peta topografi dengan perbedaan (interval) 10 mm sampai 20 mm berdasarkan data curah hujan pada titik-titik pengamatan didalam dan di sekitar daerah yang dimaksud. Luas daerah antara dua garis isohiet yang berdekatan diukur dengan planimeter. Demikian pula harga rata-rata dari garis-garis isohiet yang berdekatan yang termasuk bagian-bagian daerah itu dapat dihitung.



Gambar 2.10 Garis Isohiet (Suripin,2014)

**c. Metode Poligon Thiessen**

Cara ini berdasarkan rata-rata timbang (weighted average). Metode ini sering digunakan pada analisis hidrologi karena lebih teliti dan obyektif dibanding metode lainnya, dan dapat digunakan pada daerah yang memiliki titik pengamatan yang tidak merata. Cara ini adalah dengan memasukkan faktor pengaruh daerah yang mewakili oleh stasiun hujan yang disebut factor pembobotan atau Koefisien Thiessen. Untuk pemilihan stasiun hujan yang dipilih harus meliputi daerah aliran sungai yang akan dibangun. Besarnya Koefisien Thiessen tergantung dari luas daerah pengaruh stasiun hujan yang dibatasi oleh poligon-poligon yang memotong tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung stasiun. Setelah luas pengaruh tiap-tiap stasiun didapat, maka Koefisien Thiessen dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini dan diilustrasikan pada Gambar 2.10

Rumus yang digunakan :

Rumus yang digunakan :

$$P = \frac{A_1 P_1 + A_2 P_2 + \dots + A_n P_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.16)$$

dengan :

P = Rata rata curah hujan wilayah (mm)

$P_1, P_2, \dots, P_n$  = curah hujan masing masing stasiun (mm)

$A_1, A_2, \dots, A_n$  = luas pengaruh masing masing stasiun ( $\text{km}^2$ )

### 2.5.1 Cara memilih metoda

Pemilihan metode mana yang cocok dipakai pada suatu DAS dapat ditentukan dengan mempertimbangkan tiga faktor, terlepas dari kelebihan dan kelemahan kedua metoda yang tersebut di atas. Faktor – faktor tersebut adalah sebagai berikut (Suripin ,2004:31):

1. Jaring-jaring pos penakar hujan dalam DAS
2. Luas DAS
3. Topografi DAS

Tabel 2.7 Cara Memilih Metoda Curah Hujan

| Faktor-Faktor | Syarat-Syarat                     | Jenis Metoda  |
|---------------|-----------------------------------|---|
| Jaring-Jaring | Jumlah Pos Penakar Hujan<br>Cukup | Metoda Isohiet, Thiessen<br>Atau Rata-Rata Aljabar<br>dapat dipakai |

(Sumber : Suripin, 2004)

| Faktor-Faktor      | Syarat-Syarat                                 | Jenis Metoda                              |
|--------------------|---|---|
| Pos Penakar        |   |   |
| Hujan Dalam<br>DAS | Jumlah Pos Penakar Hujan<br>Terbatas          | Metoda Rata-Rata Aljabar<br>atau Thiessen |
|                    | Pos Penakar Hujan Tunggal                     | Metoda Hujan Titik                        |
| Luas DAS           | DAS Besar (>5000 km <sup>2</sup> )            | Metoda Isohiet                            |
|                    | DAS Sedang (500 s/d 5000<br>km <sup>2</sup> ) | Metoda Thiessen                           |
|                    | DAS Kecil (<500 km <sup>2</sup> )             | Metoda Rata-Rata Aljabar                  |
|                    | Pegunungan                                    | Metoda Rata-Rata Aljabar                  |
| Topografi DAS      | Dataran                                       | Metoda Thiessen                           |
|                    | Berbukit Dan Tidak Beraturan                  | Metoda Isohiet                            |

(Sumber : Suripin, 2004)

### 2.5.2 Daerah tangkapan hujan (*catchment area*)

Catchment area adalah suatu daerah tadah hujan dimana air yang mengalir pada permukaannya ditampung oleh saluran yang bersangkutan. Sistem drainase yang baik yaitu apabila ada hujan yang jatuh di suatu daerah harus segera dapat dibuang, untuk itu dibuat saluran yang menuju saluran utama.

Untuk menentukan daerah tangkapan hujan tergantung kepada kondisi lapangan suatu daerah dan situasi topografinya / elevasi permukaan tanah suatu wilayah disekitar saluran yang bersangkutan yang merupakan daerah tangkapan hujan dan mengalirkan air hujan kesaluran drainase. Untuk menentukan daerah

tangkapan hujan (Cathment area) sekitar drainase dapat diasumsikan dengan membagi luas daerah yang akan ditinjau.

### 2.5.3 Waktu konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir suatu saluran. Waktu konsentrasi dibagi atas 2 bagian :

- Inlet time (  $t_0$  ) 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.

Sehingga waktu konsentrasi dapat dihitung dengan ( Suripin, 2004):

$$t_c = \left( \frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \quad (2.17)$$

$$t_k = t_0 + t_d \quad (2.18)$$

$$t_0 = \left( \left[ \frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{nd}{\sqrt{S}} \right] \right)^{0,167} \quad (2.19)$$

$$t_d = \frac{L_s}{60V} \quad (2.20)$$

Dimana :

$t_c$  = Waktu konsentrasi (jam).

$t_0$  = Waktu limpasam menuju aliran (menit).

$t_d$  = Waktu aliran pada saluran dari satu titik ke titik lainnya (menit).

$n$  = Koefisien kekasaran manning.

$S$  = Kemiringan dasar saluran.

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

$L_s$  = Panjang lintasan lahan di dalam saluran/ sungai (m).

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

(Dr.Suripin.Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan Yogyakarta: Andi)

(Sumber : Petunjuk desain drainase permukaan jalan No. 008/T/BNKT/1990,  
BINA MARGA)

Tabel 2.9 Koefisien Manning

|   |       |
|---|-------|
| Bahan                                       | nd    |
| Besi tulang dilapis                         | 0,014 |
| Kaca  | 0,010 |
| Saluran Beton                               | 0,013 |
| Bata dilapis mortar                         | 0,015 |
| Pasangan batu disemen                       | 0,025 |
| Saluran tanah bersih                        | 0,022 |
| Saluran tanah                               | 0,030 |
|   |       |
| Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput | 0,040 |
| Saluran pada galian batu padas              | 0,040 |

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan, Nomor  
12/Prt/M/2014)

Tabel 2.10 Kecepatan Aliran Air yang Diizinkan

| <b>Jenis Bahan</b> | <b>Kecepatan Aliran Air Yang<br/>Diizinkan (m/detik)</b> |
|--------------------|--|
| Pasir Halus        | 0,45   |
| Lempung Kepasiran  | 0,5  |
| Lanau Alluvial     | 0,6  |

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan, Nomor  
12/Prt/M/2014)



Tabel 2.10 Kecepatan Aliran Air yang Diizinkan

| <b>Jenis Bahan</b> | <b>Kecepatan Aliran Air Yang Diizinkan (m/detik)</b> |
|--------------------|--|
| Krikil Halus       | 0.75   |
| Lempung Kokoh      | 0,75   |
|                    |  |
| Lempung Padat      | 1,1  |
| Kerikil Kasar      | 1,3  |
| Batu-Batu Besar    | 1,5  |
| Pasangan Batu      | 1,5  |
| Beton              | 1,5  |
| Beton Bertulang    | 1,5  |

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan, Nomor 12/Prt/M/2014)

#### 2.5.4 Analisa Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan persatuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya.

Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data hujan baik secara statistik maupun secara empiris. Biasanya intensitas hujan dihubungkan dengan durasi hujan jangka pendek misalnya 5 menit, 30 menit, 60 menit dan jamjaman. Data curah hujan jangka pendek ini hanya dapat diperoleh dengan menggunakan alat pencatat hujan otomatis. Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus Mononobe.

$$I = \frac{R24}{24} \times \left(\frac{24}{TC}\right)^{\frac{2}{3}} (mm/jam) \quad (2.21)$$

$$T = T_o - T_d \quad (2.22)$$

### 2.5.5 Debit Air Hujan / Limpasan

Debit air hujan / limpasan adalah volume air hujan per satuan waktu yang tidak mengalami infiltrasi sehingga harus dialirkan melalui saluran drainase. Debit air limpasan terdiri dari tiga komponen yaitu koefisien run off (C), data intensitas curah hujan (I), dan catchment area (Aca).

Koefisien yang digunakan untuk menunjukkan berapa banyak bagian dari air hujan yang harus dialirkan melalui saluran drainase karena tidak mengalami penyerapan ke dalam tanah (infiltrasi). Koefisien ini berkisar antara 0-1 yang disesuaikan dengan kepadatan penduduk di daerah tersebut. Semakin padat penduduknya maka koefisien run-offnya akan semakin besar sehingga debit air yang harus dialirkan oleh saluran drainase tersebut akan semakin besar pula.

Rumus debit air hujan / limpasan:

$$Q = 0,278.C.I.A \quad (2.23)$$

Dimana :

Q = Debit aliran air limpasan (m<sup>3</sup>/detik)

C = Koefisien run off (berdasarkan standar baku)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km<sup>2</sup>) 0,278 = Konstanta

Dalam perencanaan saluran drainase dapat dipakai standar yang telah ditetapkan, baik debit rencana (periode ulang) dan cara analisis yang dipakai, tinggi jagaan, struktur saluran, dan lain-lain. Tabel 2.11 berikut merupakan kala ulang yang dipakai berdasarkan luas daerah pengaliran saluran dan jenis kota yang akan direncanakan system drainasenya.

Tabel 2.11 Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota

| Tipologi Kota | Daerah Tangkapan Air (ha) |          |           |            |
|---------------|---------------------------|----------|-----------|------------|
|               | < 10                      | 10 - 100 | 101 – 500 | > 500      |
| Kota          | 2 Th                      | 2 - 5 Th | 5 - 10 Th | 10 - 25 Th |
| Metropolitan  |                           |          |           |            |
| Kota Besar    | 2 Th                      | 2 - 5 Th | 2 - 5 Th  | 5 - 20 Th  |
| Kota Sedang   | 2 Th                      | 2 - 5 Th | 2 - 5 Th  | 5 - 10 Th  |
| Kotak Kecil   | 2 Th                      | 2 Th     | 2 Th      | 2 - 5 Th   |

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan, Nomor 12/Prt/M/2014)

Koefisien pengaliran (run-off coefficient) adalah perbandingan antara jumlah air hujan yang mengalir atau melimpas di atas permukaan tanah (surface run-off) dengan jumlah air hujan yang jatuh dari atmosfer (hujan total yang terjadi). Besaran ini dipengaruhi oleh tata guna lahan, kemiringan lahan, jenis dan kondisi tanah. Pemilihan koefisien pengaliran harus memperhitungkan kemungkinan adanya perubahan tata guna lahan di kemudian hari.

Tabel 2.12 Koefisien Limpasan untuk Metode Rasional

| Deskripsi lahan / karakter permukaan | Koefisien limpasan, C |
|--------------------------------------|-----------------------|
| Business                             |                       |
| perkotaan                            | 0,70 – 0,95           |
| pinggiran                            | 0,50 – 0,70           |
| Perumahan                            |                       |
| rumah tunggal                        | 0,30 – 0,50           |

(Sumber : Suripin ,2004)

Tabel 2.12 Koefisien Limpasan untuk Metode Rasional

| <b>Deskripsi lahan / karakter permukaan</b> | <b>Koefisien limpasan, C</b> |
|---|------------------------------|
| multiunit, terpisah                         | 0,40 – 0,60                  |
| multiunit, tergabung                        | 0,60 – 0,75                  |
| perkampungan                                | 0,25 – 0,40                  |
| apartemen                                   | 0,50 – 0,70                  |
| Industri                                    |                              |
| ringan                                      | 0,50 – 0,80                  |
| berat                                       | 0,60 – 0,90                  |
| Perkerasan                                  |                              |
| aspal dan beton                             | 0,70 – 0,65                  |
| batu bata, paving                           | 0,50 – 0,70                  |
| Atap  | 0,75 – 0,95                  |
| Halaman, tanah berpasir                     |                              |
| datar 2 %                                   | 0,05 – 0,10                  |
| rata-rata, 2- 7 %                           | 0,10 – 0,15                  |
| curam, 7 %                                  | 0,15 – 0,20                  |
| Halaman, tanah berat                        |                              |
| datar 2 %                                   | 0,13 – 0,17                  |
| rata-rata, 2- 7 %                           | 0,18 – 0,22                  |
| curam, 7 %                                  | 0,25 – 0,35                  |
| Halaman kereta api                          | 0,10 – 0,35                  |
| Taman tempat bermain                        | 0,20 – 0,35                  |
| Taman, pekuburan                            | 0,10 – 0,25                  |

(Sumber : Suripin ,2004)

Tabel 2.12 Koefisien Limpasan untuk Metode Rasional

| <b>Deskripsi lahan / karakter permukaan</b> | <b>Koefisien limpasan, C</b> |
|---|------------------------------|
| Hutan                                       |                              |
| datar, 0 – 5 %                              | 0,10 – 0,40                  |
| bergelombang, 5 – 10 %                      | 0,25 – 0,50                  |
| berbukit, 10 – 30 %                         | 0,30 – 0,60                  |

(Sumber : Suripin ,2004)

Air limbah rumah tangga atau adalah sisa air yang tidak diperlukan lagi yang berasal dari rumah tangga, mengandung bahan atau zat membahayakan. Sesuai dengan zat yang terkandung di dalam air limbah, maka limbah yang tidak diolah terlebih dahulu akan menyebabkan gangguan kesehatan dan lingkungan hidup antara lain limbah sebagai media penyebaran berbagai penyakit.

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga, yang lebih dikenal sebagai sampah), yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomis. Bila ditinjau secara kimiawi, limbah ini terdiri dari bahan kimia organik dan anorganik. Dengan konsentrasi dan kuantitas tertentu, kehadiran limbah dapat berdampak negatif terhadap lingkungan terutama bagi kesehatan manusia, sehingga perlu dilakukan penanganan terhadap limbah. Tingkat bahaya keracunan yang ditimbulkan oleh limbah tergantung pada jenis dan karakteristik limbah.

Sumber air limbah dari kegiatan rumah tangga seperti dari urine, kegiatan mandi, mencuci peralatan rumah tangga, mencuci pakaian serta kegiatan dapur lainnya. Idealnya sebelum air limbah dibuang ke saluran air harus diolah terlebih dahulu dalam tangki peresapan. Prinsip dasarnya adalah bahwa air limbah yang dilepas ke lingkungan sudah tidak berbahaya lagi bagi kesehatan lingkungan. Air Limbah yang tidak dikelola dengan baik dapat berdampak sangat luas, misalnya dapat meracuni air minum, meracuni makanan hewan, menjadi penyebab ketidakseimbangan ekosistem sungai dan sebagainya.

Pada umumnya air limbah dapat menimbulkan dampak, yaitu dampak terhadap kehidupan biota air, dampak terhadap kualitas air tanah, dampak terhadap kesehatan, dampak terhadap estetika lingkungan. Pada wilayah perkotaan mudah terlihat adanya sarana air limbah yang dialirkan melalui saluran-saluran, dimana air limbah dari rumah tangga tersebut segera dialirkan ke saluran-saluran yang ada di sekitar wilayah permukiman sampai ke badan air anak sungai dan sungai terdekat.

Selain dialirkan ke saluran-saluran yang ada, terdapat satu pendekatan dalam usaha pengolahan air limbah rumah tangga adalah dengan menggunakan Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) Komunal.

Untuk menentukan jumlah air limbah dapat dilakukan dengan mengacu pada besaran People Equivalent (PE) yaitu untuk rumah biasa perkiraan jumlah air limbah adalah 120 liter/orang.hari.

### 2.5.6 Proyeksi penduduk

Proyeksi penduduk merupakan perhitungan ilmiah jumlah penduduk yang didasarkan pada asumsi dari komponen-komponen laju pertumbuhan penduduk, yaitu kelahiran, kematian dan perpindahan (migrasi). Ketiga komponen inilah yang menentukan besarnya jumlah penduduk dan struktur umur penduduk di masa yang akan datang. Untuk menghitung proyeksi jumlah penduduk dapat menggunakan metode -metode di bawah ini :

#### 1. Metode Aritmatika

$$P_n = P_o + n.r \quad (2.24)$$

Keterangan :

- $P_n$  = Jumlah Penduduk tahun ke - n (jiwa)
- $P_o$  = Jumlah penduduk pada awal tahun proyeksi (jiwa)
- $P_t$  = jumlah penduduk akhir tahun proyeksi (jiwa)
- $n$  = periode waktu yang ditinjau (tahun)
- $r$  = angka pertumbuhan penduduk / tahun (%)
- $t$  = banyaknya tahun sebelum analisis (tahun)
- $u$

#### 2. Metode Geometrik

$$P_n = P_o ( 1 + r )^n \quad (2.25)$$

Keterangan :

- $P_n$  = Jumlah Penduduk tahun ke - n (jiwa)
- $P_o$  = Jumlah penduduk pada awal tahun proyeksi (jiwa)
- $r$  = Presentase pertumbuhan geometrical penduduk tiap tahun (%)
- $n$  = periode waktu yang ditinjau (tahun)

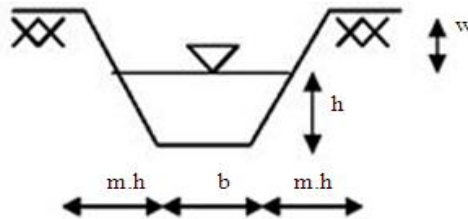
## 2.6. Analisa Hidrolika

Banyaknya debit air hujan yang ada dalam suatu kawasan harus segera di alirkan agar tidak menimbulkan genangan air. Untuk dapat mengalirkannya diperlukan saluran yang dapat menampung dan mengalirkan air tersebut ke tempat penampungan. Sehingga penentuan kapasitas tampung harus berdasarkan atas besarnya debit air hujan

### 2.6.1 Penampang Melintang Saluran

Penampang melintang saluran perlu direncanakan untuk mendapatkan penampang yang ideal dan efisien dalam penggunaan lahan. Penggunaan lahan yang efisien berarti dengan memperhatikan ketersediaan lahan yang ada. Hal ini perlu diperhatikan karena pada daerah pemukiman padat lahan yang dapat dipergunakan sangat terbatas. Penampang saluran yang ideal sangat dipengaruhi oleh faktor bentuk penampang. Dengan  $Q$  banjir rencana yang ada, kapasitas penampang akan tetap walaupun bentuk penampang diubah- ubah, sehingga perlu diperhatikan bentuk penampang saluran yang stabil. Bentuk penampang saluran berdasarkan kapasitas saluran yaitu :

- a. Penampang tunggal trapesium



Gambar 2.11 Saluran bentuk trapesium (SNI 03-3424-1990).

$$Q = A \times V \quad (2.26)$$

$$A = H ( B + mH ) \quad (2.27)$$

$$P = B + 2H \quad (2.28)$$

Keterangan :

$Q$  = Debit aliran ( $m^3/dt$ )

$V$  = Kecepatan aliran ( $m/dt$ )

$M$  = Kemiringan penampang

$N$  = Koefisien kekasaran manning

$P$  = Keliling penampang basah ( $m$ )

$A$  = Luas penampang basah ( $m^2$ )

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

I = Kemiringan saluran

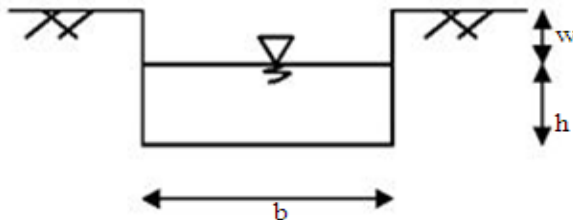
Menurut Suripin (2004:189) dalam bukunya yang berjudul Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, menyarankan kemiringan dinding saluran berdasarkan tanah seperti tabel 2.14 Di bawah ini :

Tabel 2.14 Kemiringan Dinding Saluran Berdasarkan Tipe Tanah

| No | Tipe Tanah                          | Nilai m                        |                           |
|----|-------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
|    |                                     | Kedalaman Saluran Sampai 1,2 m | Kedalaman Saluran > 1,2 m |
| 1  | Turf                                | 0                              | 1                         |
| 2  | Lempung keras                       | 0,5                            | 1,5                       |
| 3  | Geluh kelepungan dan geluh keliatan | 1                              | 2                         |
| 4  | Geluh kepasiran                     | 1,5                            | 3                         |
| 5  | Pasir                               | 2                              |                           |

(Sumber : Suripin ,2004)

b. Penampang tunggal segi empat



Gambar 2.12 Saluran bentuk empat persegi panjang (SNI 03-3424-1990).

$$Q = A \times V \quad (2.29)$$

$$A = B \times H \quad (2.30)$$

$$P = 2H + B \quad (2.31)$$

Keterangan :

Q = Debit aliran (m<sup>3</sup>/dt)

V = Kecepatan aliran (m/dt)

M = Kemiringan penampang

N = Koefisien kekasaran manning



P = Keliling penampang basah (m)

A = Luas penampang basah (m<sup>2</sup>)

R = Jari-jari hidrolis (m)

I = Kemiringan saluran