

## 1.1. Latar Belakang

Air adalah unsur utama bagi kehidupan umat manusia. Tetapi air juga dapat menjadi musuh dahsyat bagi manusia bila tidak ditata dengan baik sebagaimana dialami oleh banyak Negara di dunia ini, termasuk Indonesia. Permasalahan lingkungan yang sering dijumpai di Negara kita pada saat ini adalah terjadinya banjir pada musim hujan, dan salah satu upaya dalam menanggulangi banjir ini adalah dengan membuat saluran drainase yang mampu menampung air hujan dengan baik.

Dengan bertambahnya penduduk, Otomatis bertambah pula ragam macam kegiatan dan keperluannya. Salah satu diantaranya adalah peruntukan terhadap pemukiman, dimana pemukiman ini memerlukan lahan yang cukup luas. Disamping cukup luas juga lahan tersebut harus dirubah dari aslinya sesuai keperluan. Sehingga menimbulkan dampak yang cukup besar pada siklus hidrologi dan berpengaruh besar terhadap drainase.

Perubahan tata guna lahan membawa dampak infiltrasi tanah. Sehingga apabila terjadi hujan, maka di beberapa daerah yang permukaannya sudah ditutupi oleh bangunan dan aspal yang tingkat infiltrasinya kecil menjadi banjir dan genangan. Apalagi kalau sistem drainasenya tidak terawat baik seperti terisi sampah, endapan sedimen, dan bentuk aliran belokan drainase siku-siku sehingga menyebabkan kemampuan drainase untuk mengalirkan limpasan (*run off*) menjadi berkurang. Sehingga menyebabkan terjadinya genangan baik di saluran drainase maupun di sekitaran saluran. Di lingkungan lenggopan sudah adanya saluran drainase, tetapi ketika hujan lebat turun sering terjadi nya banjir akibat limpasan air yang mengalir di saluran. Setelah hujan berhenti, maka di berbagai tempat di sekitar drainase maupun didalam drainase terjadi nya genangan air. Genangan air ini adalah dimana kondisi air yang berhenti mengalir pada suatu area tertentu yang bukan merupakan badan air atau tempat air atau sekumpulan air yang berhenti mengalir di tempat-tempat yang bukan merupakan badan air.

Berdasarkan kondisi topografisnya lingkungan lenggopan kelurahan pasir pengaraian kabupaten rokan hulu berada di ketinggian wilayah antara 100 – 500 meter diatas permukaan air laut. Dimana daerah lingkungan lenggopan ini

termasuk daerah dataran tinggi di kelurahan pasir pengaraian. [BPS Kabupaten Rokan Hulu, 2015].

Lingkungan lenggopan terletak di daerah kelurahan pasir pengaraian kabupaten Rokan Hulu. Dimana di lingkungan lenggopan telah adanya jaringan saluran drainase. Dimana ketika waktu hujan lebat tiba, saluran drainase di lingkungan lenggopan ini tidak mampu lagi mengalirkan limpasan (*run off*), dan juga setelah dalam kondisi yang sudah dibersihkan, saluran drainase ini juga tidak mampu mengalirkan limpasannya. Sehingga ketika waktu hujan lebat tiba terjadi nya banjir dan menyebabkan genangan di beberapa tempat di sekitar jaringan drainase.

Hal itulah yang menyebabkan banyak terjadi banjir di lingkungan lenggopan. Penulis mengkaji salah satu daerah genangan banjir di Kabupaten Rokan Hulu sebagai studi kasus pada penulisan tugas akhir ini. Dapat dilihat pada peta daerah genangan banjir, dan yang menjadi lokasi studi adalah daerah lingkungan Lenggopan Kelurahan Pasir Pengaraian Kecamatan Rambah dimana drainase inti daerah tersebut terletak di jalan poros semenisasi daerah tersebut.

## **1.2. Permasalahan**

Terjadinya banjir atau genangan di akibatkan oleh kapasitas saluran yang tidak mencukupi lagi untuk mengalirkan debit air hujan. Hal tersebut antara lain :

- a. Bertambah besar *run off* karena berkurangnya daerah tangkapan (resapan air hujan) akibat dari semakin padat pemukiman penduduk.
- b. Pendangkalan atau penyempitan saluran yang di akibatkan oleh sedimen dan sampah.
- c. Tampang-tampang saluran tidak mencukupi lagi mengalirkan debit air hujan.

### **1.3. Manfaat dan Tujuan**

Manfaat dari penulisan ini adalah untuk menganalisa apakah drainase pada lokasi tersebut memang tidak mampu lagi mengalirkan debit rencana sesuai dengan keadaan tata guna lahan sekarang atau ada faktor lain yang membuat genangan, dan juga berguna bagi para pelaksana kegiatan drainase lingkungan Sebelum merencanakan Saluran Drainase, data- data topografi, hidrologi dan klimatologi harus benar- benar lengkap dan terbaru. Dan juga bisa mengetahui perhitungan perencanaan saluran drainase.

Tujuannya adalah untuk mendapatkan penampang saluran yang cocok untuk mengalirkan air limpasan (*run off*), sehingga air limpasan akibat curah hujan maksimum tidak menyebabkan genangan dan banjir.

### **1.4. Batasan Masalah**

Sesuai dengan permasalahan yang ada, maka skripsi ini dibatasi yaitu menganalisa kapasitas tampungan tampang-tampang saluran drainase Lingkungan Lenggopan Kelurahan Pasir Pengaraian yang tidak mencukupi lagi mengalirkan *run off* yang selalu semakin bertambah.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Penelitian Terdahulu

Sebagai pedoman pengkajian mengenai drainase perkotaan yang terdahulu, disini penulis akan menampilkan beberapa jurnal/ penelitian yang pernah ada. Adapun penelitian tersebut adalah:

1. *Eva Resmani, Ussy Andawayanti, Evi Nur Cahya, Volume 8, No. 2, 2017 dengan Judul Penelitian Analisa Kapasitas Tampungan Saluran Drainase Akibat Limpasan Permukaan Kecamatan Kota Sumenep, Teknik Pengairan, Universitas Brawijaya.* Perubahan alih fungsi lahan dari lahan hijau menjadi lahan pemukiman pada menyebabkan terjadinya limpasan permukaan di beberapa lokasi di Kota Sumenep. Kondisi eksisting saluran membutuhkan perubahan dimensi yang mampu menyalurkan limpasan yang terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas saluran drainase yang ada (eksisting) terhadap curah hujan dengan debit rencana kala ulang 5 tahun dan menentukan pengendalian banjir yang dapat dilakukan di Kota Sumenep. Pemodelan dengan SWMM membandingkan kondisi jaringan drainase sebelum dan sesudah penerapan rehabilitasi saluran. Pada perhitungan kalibrasi model diperoleh nilai RMSE sebesar 0,139. Nilai tersebut menunjukkan bahwa nilai parameter yang digunakan dalam pemodelan mendekati variasi nilai observasi. Dari hasil perhitungan diperoleh kapasitas outlet 1 = 3,53 m<sup>3</sup>/dt; outlet 2 = 2,75 m<sup>3</sup>/dt; outlet 3 = 2,52 m<sup>3</sup>/dt; outlet 4 = 1,21 m<sup>3</sup>/dt; outlet 5 = 4,65 m<sup>3</sup>/dt; outlet 6 = 6,20 m<sup>3</sup>/dt; outlet 7 = 1,47 m<sup>3</sup>/dt; outlet 8 = 0,60 m<sup>3</sup>/dt; outlet 9 = 4,49 m<sup>3</sup>/dt. Jaringan drainase sekunder outlet 3 dan 7 mampu menampung limpasan curah hujan, sedangkan untuk jaringan drainase sekunder outlet 1, 2, 4, 5, 6 dan 8 tidak mampu menampung curah hujan dengan debit rencana kala ulang 5 tahun. Untuk mengurangi genangan tersebut, dibutuhkan rencana rehabilitasi saluran drainase sekunder pada masing-masing outlet dan alternatif pengalihan debit limpasan. Berdasarkan perbandingan antara tinggi muka air Sungai Marengan dan outlet saluran, outlet 4, 5, dan 6 mengalami arus balik (*backwater*) dari Sungai Marengan. Dimensi saluran baru yang telah direncanakan tidak hanya

mampu menampung limpasan air hujan, tapi juga mampu menampung limpasan debit akibat dari pengaruh arus balik.

2. HeriSuryaman, 2013 dengan Judul Penelitian Evaluasi Sistem Drainase Kecamatan Ponorogo Kabupaten Ponorogo, Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya. Ponorogo berada pada ketinggian antara 90-199 m dengan kondisi lahan 90% landai atau datar. Kemiringan rata-rata yaitu 0,001 ke arah barat. Wilayah Kota Ponorogo terdapat daerah genangan sementara dengan luas 205,5 ha, dengan kedalaman genangan berkisar 30-50 cm dan lama genangan 0,5-1 hari, permasalahan pada daerah tersebut adalah keadaan saluran drainase primer dan saluran drainase sekunder yang tidak dapat menampung debit rancangan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kapasitas saluran primer dan saluran sekunder dengan debit rancangan yang dihitung menggunakan analisis hujan rancangan metode distribusi frekuensi Log Pearson Type III kala ulang 25 tahun. Hasil analisa saluran eksisting yang tidak mampu menampung debit rancangan dilakukan rehabilitasi saluran. Saluran yang diteliti meliputi saluran Primer Kali Kategan, Primer Kali Mungkungan dan Sekunder Kali Tambak Kemangi.

Hasil penelitian menunjukkan Primer Kali Kategan ruas P29-P40 kapasitas salurannya  $22,9974538 \text{ m}^3/\text{det}$ , debit rancangan  $23,5890426 \text{ m}^3/\text{det}$ , debit pengamatan  $23,2974239 \text{ m}^3/\text{det}$ . Primer Kali Mungkungan ruas P16-P21 kapasitas salurannya  $4,0992344 \text{ m}^3/\text{det}$ , debit rancangan  $5,0005503 \text{ m}^3/\text{det}$ , debit pengamatan  $4,7272755 \text{ m}^3/\text{det}$ . Primer Kali Mungkungan ruas P29-P35 kapasitas salurannya  $9,6469072 \text{ m}^3/\text{det}$ , debit rancangan  $10,1457773 \text{ m}^3/\text{det}$ , debit pengamatan  $10,8816255 \text{ m}^3/\text{det}$ . Sekunder Kali Tambak Kemangi ruas P32-P40 kapasitas salurannya  $1,8081730 \text{ m}^3/\text{det}$ , debit rancangan  $1,8382242 \text{ m}^3/\text{det}$ , debit pengamatan  $2,8138916 \text{ m}^3/\text{det}$ . Penyempitan juga menyebabkan efek back water. Rekomendasi yang dilakukan menggunakan perencanaan kapasitas dimensi saluran 25 tahun.

3. Nanda Prayoga, 2013, dengan Judul Penelitian Analisa Desain Kapasitas Saluran Drainase di Jalan Yos. Sudarso Kota Lubuklinggau, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Musi Rawas. Banjir yang terjadi di Jalan Yos. Sudarso adalah dasar latar belakang untuk pelaksanaan penelitian ini. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kapasitas saluran drainase yang ada di Yos.Sudarso di Lubuklinggau yang memadai atau tidak dengan membandingkan kapasitas di lapangan, antara dimensi saluran yang ada, kemiringan lereng, panjang lintasan, waktu konsentrasi, dan penggunaan lahan. . Dalam menganalisis data sekunder perhitungan yang diperlukan untuk analisis parameter statistik, analisis frekuensi, penentuan rencana hujan, dan menganalisis intensitas rencana hujan. Dari hasil telah diperoleh panjang saluran melalui kegagalan di Jalan Yos. Sudarso di Lubuklinggau adalah 6,400 km dengan waktu konsentrasi 2,94 jam. Analisis intensitas curah hujan untuk periode ulang 10, 15, 20, 25 tahun yang ada adalah 102.017 mm / jam; 106,336 mm / jam; 109.025 mm / jam; 110.908 mm / jam. Setelah pengecekan, ditemukan bahwa kapasitas yang tersedia tidak cukup untuk menampung limpasan debit maksimum sehingga diperlukan perbaikan sistem drainase. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah pelebaran saluran yang ada.

4. Sih Andayani , Bambang E. Yuwono , Soekrasno, Volume 11,No. 2, April 2012, dengan Judul Penelitian Indikator Tingkat Layanan Drainase Perkotaan, Program Studi Teknik Sipil FTSP,Universitas Trisakti Jakarta. Genangan yang melanda perkotaan di musim hujan mengakibatkan kerugian besar baik materiil, maupun lumpuhnya aktivitas bisnis dan sosial.Terjadinya genangan di perkotaan diakibatkan oleh banyak faktor, di antaranya adalah menurunnya tingkat layanan sistem drainase perkotaan sejalan dengan waktu ditambah adanya kegagalan pengelolaan drainase perkotaan.Dengan demikian sistem drainase perkotaan yang ada perlu ditingkatkan fungsinya sehingga kembali seperti semula atau mendekati semula sehingga dapat mengurangi genangan.

5. Th. Dwiati Wismarini dan Dewi Handayani Untari Ningsih,2010, dengan Judul Penelitian Analisis Sistem Drainase Kota Semarang Berbasis Sistem Informasi Geografi dalam Membantu Pengambilan Keputusan bagi Penanganan Banjir,Fakultas Teknologi Informasi, Universitas STikubank Semarang.Secara

umum, sistem drainase dapat 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. Bangunan sistem drainase terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran penerima (*conveyor drain*), saluran induk (*main drain*) dan badan air penerima (*receiving waters*). Di sepanjang sistem sering dijumpai bangunan lainnya, seperti gorong-gorong, siphon, jembatan air (*aqueduct*), pelimpah, pintu-pintu air, bangunan terjun, kolam tando, dan stasiun pompa [Suripin, 2004].

Sistem Informasi Geografi menghasilkan aspek data spasial dan data non spasial. Data geografi yang sudah komputerisasi berperan penting menemukan perubahan bagaimana menggunakan dan mengetahui informasi tentang bumi. Pembuatan peta dengan cara tradisional telah dikembangkan dalam suatu sistem yang memiliki kemampuan pemakai secara langsung bisa melihat informasi yang dipilih [Prahasta, 2001].

Permasalahan banjir dan genangan tidak hanya diselesaikan dengan jalan membuang air secepatnya dari daerah yang dilindungi dengan jalan membuat saluran-saluran, tetapi yang lebih penting adalah mengelola sumber banjirnya. Banjir yang berasal dari air hujan perlu dilakukan regulasi aliran permukaan dengan jalan pengembangan salah satunya adalah pembuatan sumur resapan, sementara air yang datangnya dari laut (*Rob*) harus dihambat supaya tidak masuk wilayah yang dilindungi.

## **2.2 Keaslian Penelitian**

Penelitian ini memang mempunyai kemiripan dengan penelitian terdahulu tetapi di pertegas lagi terhadap perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya diantaranya yaitu:

1. Penelitian ini dilakukan di kawasan kelurahan pasir pengaraian, Kecamatan Rambah.
2. Penelitian ini di lakukan di Kota Pasir Pengaraian.
3. Data yang di peroleh langsung diambil dari data instansi Dinas Tanaman Pangan dan Holtikultura.



## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1. Drainase Perkotaan**

Drainase adalah istilah yang dipergunakan untuk sistem penanganan air berlebihan. Semua yang menyakut kelebihan air berada dikawasan kota sudah pasti dapat menimbulkan permasalahan drainase yang cukup kompleks. Pada drainase perkotaan, pemecahan klasik yang dilakukan adalah perbaikan saluran, baik berupa perbaikan selokan maupun saluran air hujan yang ditanam dalam tanah. Tetapi, karena pentingnya perubahan-perubahan tata guna dalam kaitannya dengan urbanisasi, hanya sedikit saja data aliran yang berarti dalam daerah tersebut. Metode tradisional memanfaatkan data frekuensi intensitas curah hujan dan persamaan rasional ( $Q = 0.00278 CIA$ ).

Sistem drainase pokok mencakup sungai dan saluran alami, saluran pembuangan buatan, dataran penampung banjir, jalan utama. Sistem drainase pokok harus mempunyai kapasitas cukup untuk melayani banjir- banjir sungai dan saluran dengan daerah lebih dari 100 Ha, dengan masa ulang 10 Tahun.

##### **3.1.1. Sistem Drainase**

Banyaknya air yang mengalir pada suatu saluran drainase dipengaruhi oleh curah hujan, suhu udara, iklim suatu daerah, tinggi rendahnya permukaan tanah dan kepadatan tanah.

Jaringan drainase perkotaan meliputi seluruh alur air, baik alur alam maupun buatan yang hulunya terletak di kota dan bermuara di sungai yang melewati kota tersebut atau bermuara ke laut di tepi kota tersebut.

Drainase perkotaan melayani pembuangan kelebihan air pada suatu kota dengan cara mengalirkannya melalui permukaan tanah (*surface drainage*) atau lewat dibawah permukaan tanah (*subsurface drainage*) untuk di buang ke sungai, laut ataupun ke danau. Kelebihan air tersebut dapat berupa air hujan, air limbah *domestic* maupun air limbah industri. Dalam sistem jaringan drainase, sesuai dengan fungsi dan sistem kerjanya dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu:

1. *Interceptor drain*

Saluran *interceptor* adalah saluran yang berfungsi sebagai pencegah terjadinya pembebanan aliran dari suatu daerah terhadap daerah lain dibawahnya. Saluran ini biasa dibangun dan diletakkan pada bagian yang relatif sejajar dengan garis kontur. *Outlet* dari saluran ini biasanya terdapat di saluran *collector* atau *conveyor*, atau langsung di *natural drainage* (drainase alam).

## 2. *Collector drain*

Saluran *collector* adalah saluran yang berfungsi sebagai pengumpul debit yang diperoleh dari saluran drainase yang lebih kecil dan akhirnya akan dibuang ke saluran *conveyor* (pembawa).

### ➤ *Conveyor drain*

Saluran *conveyor* adalah saluran yang berfungsi sebagai pembawa air buangan dari suatu daerah ke lokasi pembuangan tanpa harus membahayakan daerah yang dilalui. Letak saluran ini di bagian terendah lembah dari suatu daerah sehingga secara efektif dapat berfungsi sebagai pengumpul dari anak cabang saluran yang ada.

Dalam kenyataan dapat terjadi suatu saluran bekerja sekaligus untuk kedua atau bahkan ketiga jenis fungsi tersebut.

### **3.1.2. Jenis – jenis Drainase**

Ada beberapa jenis drainase yang di bagi berdasarkan :

#### a) Menurut sejarah terbentuknya

1. Drainase alamiah (*Natural Drainage*) Drainase alamiah adalah sistem drainase yang terbentuk secara alami dan tidak ada unsur campur tangan manusia.
2. Drainase buatan (*Artificial Drainage*) Drainase alamiah adalah sistem drainase yang dibentuk berdasarkan analisis ilmu drainase, untuk menentukan debit akibat hujan, dan dimensi saluran.

#### b. Menurut letak saluran

1. Drainase permukaan tanah (*Surface Drainage*) adalah saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air

limpasan permukaan. Analisa alirannya merupakan analisa *open channel flow*.

2. Drainase bawah tanah (*Sub Surface Drainage*) adalah saluran drainase yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah permukaan tanah (pipa-pipa), dikarenakan alasan-alasan tertentu. Alasan tersebut antara lain tuntutan artistik, tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak membolehkan adanya saluran di 8 permukaan tanah seperti lapangan sepak bola, lapangan terbang, taman, dan lain-lain.

c. Menurut konstruksi

1. Saluran Terbuka adalah sistem saluran yang biasanya direncanakan hanya untuk menampung dan mengalirkan air hujan (sistem terpisah), namun kebanyakan sistem saluran ini berfungsi sebagai saluran campuran. Pada pinggiran kota, saluran terbuka ini biasanya tidak diberi lining (lapisan pelindung). Akan tetapi saluran terbuka di dalam kota harus diberi lining dengan beton, pasangan batu (*masonry*) ataupun dengan pasangan bata.
2. Saluran Tertutup adalah saluran untuk air kotor yang mengganggu kesehatan lingkungan. Sistem ini cukup bagus digunakan di daerah perkotaan terutama dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi seperti kota Metropolitan dan kota-kota besar lainnya.

d. Menurut fungsi

1. Satu Fungsi adalah saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan saja.
2. Banyak Fungsi adalah saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis buangan, baik secara bercampur maupun bergantian.

### 3.2. Intensitas Hujan

Hal yang terpenting dalam pembuatan rancangan suatu bangunan air adalah distribusi curah hujan. Distribusi curah hujan tahunan, curah hujan bulanan, curah hujan harian, curah hujan perjam, dan curah hujan pendek.

Pada Bab III ini akan dikemukakan teori perhitungan debit rencana saluran dengan daerah pengaliran yang kecil, yakni perhitungan curah hujan jangka waktu yang bervariasi untuk menentukan suatu volume debit saluran.

Dalam tulisan ini untuk menentukan intensitas hujan adalah dengan menggunakan rumus-rumus empiris yang menyatakan hubungan antara intensitas hujan dengan lamanya hujan.

### 1. Rumus Talbot

Untuk hujan-hujan yang lamanya 5 menit sampai 2 jam.

$$I = \frac{a}{t + b} \dots \dots \dots (3.1)$$

$$a = \frac{(I \cdot t) \cdot (I^2) - (I^2 \cdot t) \cdot (I)}{(n \cdot I^2) - (I)^2} \dots \dots \dots (3.2)$$

Dimana :

- I : intensitas curah hujan (mm/jam)
- t : lamanya curah hujan ( menit)
- n : banyaknya data
- a,b : konstanta

### 2. Rumus Ishoguro

Untuk hujan-hujan pendek

$$I = \frac{a}{b + \sqrt{t}} \dots \dots \dots (3.3)$$

### 3. Rumus Sherman

Untuk hujan-hujan yang lebih dari 2 jam.

$$I = \frac{a}{t^k} \dots \dots \dots (3.4)$$

$$\log a = \frac{(\log I) \cdot (\log t)^2 - (\log t \cdot \log I) \cdot (\log t)}{n(\log t)^2 - (\log t) \cdot (\log t)} \dots \dots \dots (3.5)$$

$$K = \frac{(\log I) \cdot (\log t) - n(\log t \cdot \log I)}{n(\log t)^2 - (\log t) \cdot (\log t)} \dots \dots \dots (3.6)$$

Dimana :

- I : intensitas curah hujan (mm/jam)
- t : lamanya curah hujan ( menit)
- n : banyaknya data
- a,k : konstanta

untuk sembarang hujan digunakan rumus Mononobe :

$$I = \frac{R_{24}^m}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{m/n} \dots \dots \dots ( 3.7 )$$

Dimana :

- R<sub>24</sub> : curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)
- m : konstanta (<sup>2</sup>/<sub>3</sub>)
- t : lama curah hujan ( menit )

Untuk mendapatkan besarnya koefisien a,b, dan k didalam persamaan 3.2, 3.3, 3.4, di atas, maka diadakan pengamatan curah hujan dengan lama waktu hujan t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub>, t<sub>4</sub>, ... , tn. Dari data curah hujan di hitung intensitas yaitu I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>4</sub>, .... , In yang dinyatakan dalam mm/jam. Pada penulisan ini rumus yang dipakai adalah rumus Monobe.

### 3.3 Analisa Frekuensi

Tujuan utama analisa frekuensi curah hujan biasanya memperkirakan besarnya variabel-variabel yang masa ulangnya panjang, Variabel terbesar yang didapat dari pengamatan curah hujan umumnya tidak ada yang sebesar atau lebih besar dari variabel yang besarnya harus diperkirakan tadi.

Data-data curah hujan dapat dinyatakan sebagai variabel-variabel statistis.

Paramater statistis dapat dinyatakan sebagai berikut :

1. Ukuran tendensi memuat yang dinyatakan oleh harga rata-rata aritmetis :

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \dots \dots \dots (3.8)$$

2. Ukuran variabelitas :

$$\sigma_x \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(3.9)$$

Dimana :

$x$  = variabel

$\bar{x}$  = variabel rata-rata

$n$  = jumlah pengamatan

$\sigma_x$  = standar deviasi

### 3.4 Probalitas

Probalitas kejadian suatu peristiwa ditentukan oleh perbandingan antara banyaknya kejadian terjadap jumlah kejadian yang mungkin dan yang tidak mungkin (perpeluang dan yang tidak berpeluang atau yang terjadi dan yang tidak terjadi). Kejadian suatu peristiwa biasanya dinamakan keberhasilan (*succes*), sedangkan kejadian yang tidak mungkin disebut kegagalan (*failure*). Sudah barang tentu probalitas kejadian tidak dapat lebih 1, sedangkan probalitas kegagalan tidak kurang dari 0. Probabilitas sama dengan 1 merupakan peristiwa pasti (*sure event*).

Menurut defenisi tersebut di atas, probabilitas keberhasilan adalah :

$$P(x) = \frac{P}{n} \dots\dots\dots(3.10)$$

Sedangkan untuk kegagalan

$$Q(x) = \frac{n - P}{n} = 1 - P(x) \dots\dots\dots(3.11)$$

Dimana :

$P(x)$  = probalitas keberhasilan

$P$  = banyaknya keberhasilan

$n$  = jumlah keberhasilan

$Q(x)$  = probabilitas kegagalan

$n - P$  = jumlah kegagalan

dari rumus 3.10 dan 3.11 didapat  $P(x) = 1$ , dengan kata lain jumlah probabilitas keberhasilan dan probabilitas kegagalan selalu sama dengan 1, jadi salah satu menjadi komponen yang lain.

### 3.5. Periode Ulang

Tujuan utama menganalisa frekuensi peristiwa hidrologi adalah untuk menentukan periode ulang peristiwa hidrologis yang berharga ( $x$ ). Periode ulang adalah interval waktu rata-rata dari suatu peristiwa akan disamai atau dilampaui 1 kali. Bila periode ulang  $T = 10$  Tahun, maka peristiwa yang bersangkutan (misalnya hujan) akan terjadi rata-rata satu kali setiap 10 tahun.

Apabila peristiwa dilampaui atau disamai rata-rata tiap tahun maka probabilitasnya adalah :

$$P = \frac{1}{T} \text{ atau } T = \frac{1}{P} \dots\dots\dots (3.12)$$

Karena probabilitas untuk tidak disamai atau tidak terjadi peristiwa itu ialah  $1 - P$ , maka harga-harga variable di bawah dari harha yang telah ditentukan tadi aialah :

$$T = \frac{1}{(1 - P)} \text{ atau } P = \frac{1}{(1 - T)} \dots\dots\dots (3.13)$$

### 3.6. Distribusi Gumbell

Distribusi Gumbell. Sebenarnya mempunyai fungsi ditribusi exponensial ganda yang dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$P(Y_T) = e^{-e^{-A(x-B)}} \dots\dots\dots(3.14)$$

Dengan A dan B merupakan parameternya.

Bila disubtitusikan harga  $Y_T = A(x - B)$ , diman  $Y_T$  disebut pula sebagai variasi pengurangan (*reduced variate*), maka :

$$P(Y_T) = e^{-e^{-y}} \dots\dots\dots(3.15)$$

Dimana :

$e$  = bilangan alam = 2,7182818

$Y_T$  = variasi reduksi (*reduced variate*)

CHOW menyarankan agar variate  $x$  yang menggambarkan daret hidrologi acak dapat dinyatakan dengan rumus berikut ini :

$$x = \mu + \sigma K \dots\dots\dots(3.16)$$

Dimana :

$\mu$  = nilai rata-rata (*mean value*)

$\sigma$  = standar deviasi

$K$  = factor frekuensi

Rumus tersebut dapat didekati dengan

$$x = \bar{x} + \sigma_x K \dots\dots\dots(3.17)$$

Dimana :

$\bar{x}$  = nilai rata-rata sampel

$K$  = factor frekuensi

$\sigma_x$  = standar deviasi sampel

Bentuk persamaan akhir yang digunakan pada metode Gumbell adalah

$$x_T = \bar{x} + \frac{(Y_T - Y_n)}{\sigma_n} \sigma_x \dots\dots\dots(3.18)$$

$$Y_T = - \ln \left[ \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right] \dots\dots\dots(3.19)$$

Dimana :

$x_T$  = besarnya kejadian untuk periode ulang  $T$

$Y_T$  = variasi reduksi (*reduced variate*)

$Y_n$  = nilai tengah reduced variate tergantung banyaknya sampel ( $n$ )

$\sigma$  = standar deviasi



$\sigma_n$  = standar deviasi dari reduced variate

**Tabel 3.1 Variasi Reduksi (*Reduced Variate* ( $Y_T$ ))**

PERIODE ULANG (T) (TAHUN)	$Y_T$
2	0.3665
5	1.4999
10	2.2502
20	2.9606
25	3.1985
30	3.9019
40	4.6001
50	5.2960
100	6.2140
200	6.9190
500	8.5390
1000	9.9210

*Sumber : Hidrologi Untuk Insinyur (Ray K. Linsley, JR)*

**Tabel 3.2 Reduksi Rata-rata (Reduced Mean (Yn )**

<b>n</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>10</b>	0.4952	0.4996	0.5035	0.0570	0.5100	0.5128	0.5181	0.5202	0.5202	0.5229
<b>20</b>	0.5236	0.5252	0.5268	0.5283	0.5296	0.5309	0.5320	0.5332	0.5343	0.5353
<b>30</b>	0.5363	0.5371	0.5380	0.5388	0.5396	0.5402	0.5410	0.5418	0.5424	0.5430
<b>40</b>	0.5436	0.5442	0.5440	0.5433	0.5458	0.5463	0.5468	0.5473	0.5477	0.5481
<b>50</b>	0.5485	0.5489	0.5493	0.5497	0.5501	0.5504	0.5508	0.5511	0.5515	0.5418
<b>60</b>	0.5521	0.5524	0.5527	0.5530	0.5533	0.5535	0.5538	0.5540	0.5543	0.5545
<b>70</b>	0.5548	0.550	0.5552	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
<b>80</b>	0.5569	0.5570	0.5572	0.5574	0.5576	0.5578	0.5580	0.5591	0.5583	0.5585
<b>90</b>	0.5586	0.5587	0.5589	0.5592	0.5592	0.5593	0.5595	0.5596	0.5598	0.5599
<b>100</b>	0.5600									

Sumber : Hidrologi Untuk Insinyur 9Ray K. Linsey, JR)

**Tabel 3.3 Selisih Reduksi Standar (Reduced Standar Deviation))**

<b>n</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>10</b>	0.9496	0.9696	0.9833	0.9971	1.0095	1.0206	1.0316	1.0411	1.0493	1.0357
<b>20</b>	1.0628	1.0696	1.0754	1.0811	1.0864	1.0915	1.0961	1.1004	1.1047	1.1086
<b>30</b>	1.1124	1.1559	1.1193	1.1226	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.1388
<b>40</b>	1.1414	1.1436	1.1458	1.1480	1.1499	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.1590
<b>50</b>	1.1607	1.1607	1.1623	1.1638	1.1658	1.1681	1.1696	1.1708	1.1721	1.1734

<b>60</b>	1.1747	1.1759	1.1770	1.1782	1.1793	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1734
<b>70</b>	1.1854	1.1863	1.1871	1.1881	1.1890	1.1898	1.1906	1.1915	1.1994	1.1930
<b>80</b>	1.1938	1.1945	1.1953	1.1959	1.1967	1.1973	1.1980	1.1987	1.1987	1.2001
<b>90</b>	1.2007	1.2013	1.2020	1.2026	1.2032	1.2039	1.2044	1.2049	1.2055	1.2060
<b>100</b>	1.2065									

Sumber : Hidrologi Untuk Insinyur 9Ray K. Linsey, JR)

### 3.7. Perhitungan Debit Banjir

Cara untuk memperkirakan debit rencana yang berdasarkan debit hujan. dapat diklasifikasikan dalam 3 cara yaitu :

1. Cara dengan rumus Empiris
2. Cara statistik atau kemungkinan
3. Cara dengan unit hidrograf

Dari ketiga cara di atas yang paling cocok digunakan untuk kondisi lapangan adalah cara rumus empiris, metode rasional. Metode rasional adalah satu metode untuk menentukan debit aliran permukaan yang disebabkan oleh curah hujan yang umumnya merupakan suatu dasar untuk merencanakan debit saluran drainase.

Adapun asumsi dari metode rasional adalah debit pengaliran akan maksimum kalau lama waktu curah hujan sama dengan lama waktu konsentrasi daerah alirannya.

Rumus dari metode rasional adalah sebagai berikut :

$$Q = 0,00278 C.I.A \dots\dots\dots (3.20)$$

Dimana :

- Q = debit (m<sup>3</sup> /detik)
- A = luas daerah pengaliran (Ha)
- I = intensitas curah hujan (mm/hari)
- C = Koefisien pengaliran

#### a. Intensitas Hujan

Intensitas hujan (I) ialah laju rata-rata dari hujan yang lamanya sama dengan waktu konsentrasi  $t_c$  dengan masa ulang tertentu sesuai kebutuhan. Intensitas didapat dari penggambaran lengkung intensitas hujan dari data hujan daerah tersebut.

**b. Waktu Konsentrasi (tc)**

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 dapat dihitung dengan rumus yang dikembangkan oleh Kirpich (1940) :

$$t_c = 0,01951 L^{0,77} S^{0,385} \dots\dots\dots(3.21)$$

Dimana :

$t_c$  = waktu konsentrasi (menit)

$L$  = panjang maksimum aliran (meter)

$S$  = beda tinggi antara titik pengamatan dengan lokasi terjauh pada daerah pengaliran dibagi panjang maksimum aliran atau kemiringan dasar saluran.

**c. Koefisien pengaliran / run off (C)**

Koefisien pengaliran (C) adalah bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya limpasan terhadap besarnya curah hujan. Angka Koefisien pengaliran ini merupakan salah satu indikator untuk menentukan apakah suatu daerah pengaliran telah mengalami gangguan fisik. Besarnya tergantung pada permeabilitas dan kemampuan tanah dalam menampung air. Untuk daerah tangkapan yang beraneka ragam bentuk permukaan dapat dicari koefisien pengalirannya dengan rumus :

$$C = \frac{A_1 C_1 + A_2 C_2 + \dots\dots\dots + A_n C_n}{A} \dots\dots\dots(3.22)$$

Dimana :

$C$  = koefisien pengaliran

$A$  = luas daerah tangkapan (m<sup>2</sup>)

Untuk berbagai jenis tata guna lahan, tabel 3.4 berikut menyajikan nilai koefisien pengaliran (C).

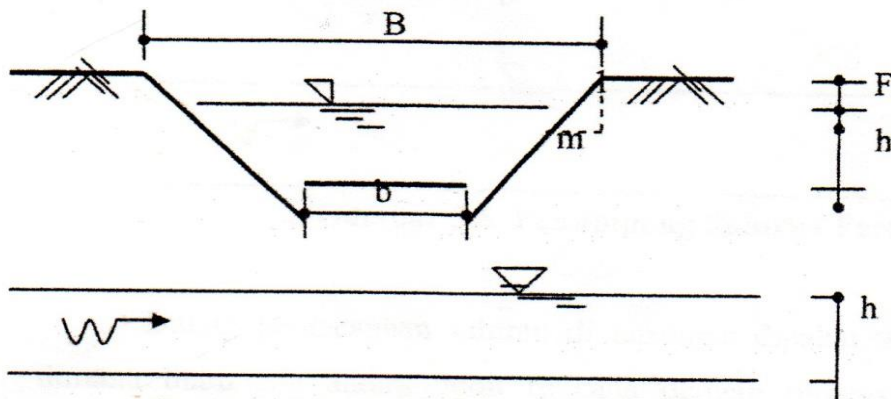
**Tabel 3.4 Koefisien Pengaliran Metode Rasional Untuk Daerah Perkotaan**

Tata Guna Lahan	Koefisien Pengaliran
Derah perniagaan	0,90 – 0,95
Daerah industry	0,80 – 0,90
Perumahan	
Tidak rapat ....20 rumah / Ha	0,25 – 0,40
Sedang .....20-60 rumah /Ha	0,40 – 0,70
Rapat ....60-160 rumah /Ha	0,70 – 0,80
Taman dan daerah rekreasi	0,20 – 0,30
<i>Jalan beraspal</i>	0,85 – 0,95

Sumber : Drainasi Perkotaan (Ir. HA Halim Hasmar, MT)

### 3.8 Dimensi Penampang Saluran

#### 3.8.1 Penampang Trapesium



Gambar 3.1. Penampang Saluran Trapesium  
Sumber : buku Hidrolika II (Bambang Triatmodjo)

Dilakukan pengukuran terhadap dimensi saluran yaitu lebar dasar saluran (b) lebar atas saluran (B), kemiringan sisi saluran (m), tinggi jagaan (f) dan kemiringan dasar saluran (S). Dengan diketahuinya lebar dasar saluran dan tinggi saluran di atas diperoleh luas tampang (A), keliling basah (P) dan jari-jari hidrolis (R) berdasarkan rumus yang diperoleh dari buku Hidrolika II (Bambang Triatmodjo) yaitu :

$$A = ( b + m. h ) h \dots\dots\dots(3.23)$$

$$P = b + 2h \sqrt{m^2 + 1} \dots\dots\dots(3.24)$$

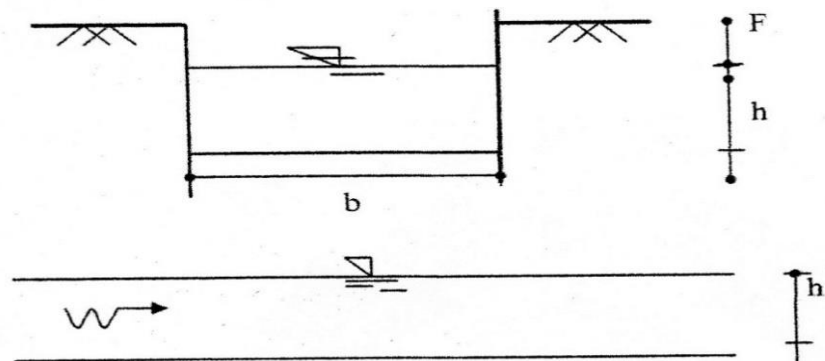
$$R = \frac{A}{P} = \frac{(b + m.h)h}{(b + 2.h\sqrt{m^2 + 1})} \dots\dots\dots (3.25)$$

$$V = \frac{1}{n} . R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots (3.26)$$

$$Q = A . V \dots\dots\dots (3.28)$$

$$= (b + m.h) . \left[ \frac{1}{n} \left( \frac{(b + m.h)h}{(b + 2.h\sqrt{m^2 + 1})} \right)^{2/3} \right] S^{1/2} \dots\dots\dots (3.29)$$

### 3.8.2 Penampang Empat Persegi



Gambar 3.2. Penampang Saluran Empat Persegi  
 Sumber : buku Hidrolika II (Bambang Triatmodjo)

Dalam perencanaan saluran di lapangan dipakai tampang empat persegi dimana hubungan antara debit rencana dengan dimensi tampang ditentukan berdasarkan rumus manning yaitu :

$$A = b h \dots\dots\dots (3.29)$$

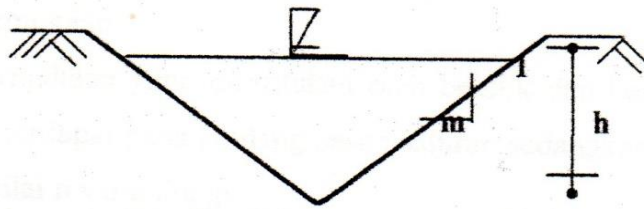
$$P = b + 2h \dots\dots\dots (3.30)$$

$$R = \frac{bh}{b + 2h} \dots\dots\dots (3.31)$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots (3.33)$$

$$Q = A.V \dots\dots\dots (3.33)$$

### 3.8.3 Penampang Segitiga



Gambar 3.3. Penampang Saluran Segitiga  
 Sumber : buku Hidrolika II (Bambang Triatmodjo)

$$A = m \cdot h^2 \dots\dots\dots(3.34)$$

$$P = 2 \sqrt{m+1} h \dots\dots\dots(3.35)$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{m \cdot h^2}{2 \cdot \sqrt{m+1} \cdot h} = \frac{h}{2\sqrt{2}} \dots\dots\dots(3.36)$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots(3.37)$$

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots(3.38)$$

Dimana :

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

R = Jari-jari hidraulis (m)

P = Keliling basah saluran (m)

S = Kemiringan saluran

n = Koef Kekasaran manning

m = Kemiringan sisi saluran

F = Tinggi jagaan (m)

b = Lebar dasar saluran (m)

B = Lebar atas saluran (m)

h = Tinggi basah saluran (m)

Kesukaran yang dihadapi dalam menggunakan nunsus manning adalah menentukan n, karena belum ditentukan nilai eksak di lapangan, untuk itu ada 3 macam pendekatan untuk menentukan harga n yaitu :



1. Menentukan faktor-faktor yang mempengaruhinya
2. Menggunakan tabel-tabel  $n$  untuk bermacam-macam tipe saluran
3. Menyelidiki sifat dari saluran-saluran yang telah diketahui harga  $n$  nya

Faktor-faktor yang mempengaruhi koefisien kekasaran manning ( $n$ ) antara lain :

a. Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan yang ditentukan oleh bentuk dan besarnya butir-butir material yang terdapat pada keliling basah saluran sedangkan butir-butir kasar memberikan nilai  $n$  yang tinggi.

b. Tumbuh-tumbuhan

Tumbuh-tumbuhan yang ada pada hakekatnya juga merupakan kekasaran permukaan. Pengaruhnya pada harga  $n$  tergantung pada jenisnya, tingginya, kerapatan serta distribusinya. Hal ini penting untuk saluran *keel*.

c. Ketidakteraturan Saluran

Mencakup pola ketidakteraturan keliling basah, variasi tampang, ukuran dan bentuk di sepanjang saluran. Perubahan penampang yang lambat laun tidak begitu mempengaruhi nilai  $n$ , lain halnya bila perubahan tersebut terjadi dengan tiba-tiba.

d. Trase Saluran

Kelengkungan yang landai dengan jari-jari yang besar akan memberikan nilai  $n$  yang relatif rendah, sedangkan kelengkungan yang tajam dengan belokan-belokan yang patah akan memperbesar nilai  $n$ .

e. Hambatan

Akibat adanya hambatan seperti balok sekat, pilar jembatan dan sejenisnya cenderung memperbesar nilai  $n$ , yang tergantung pada sifat alamiah, hambatan, ukuran, bentuk dan banyaknya hambatan.

f. Dimensi dan Bentuk Saluran

Pertambahan jari-jari saluran umumnya mengecil bila tinggi air dan debitnya bertambah. Bila tinggi airnya rendah maka ketidakteraturan dasar saluran sangat

besar pengaruhnya terhadap nilai  $n$ , namun ada kalanya nilai  $n$  dapat lebih besar pada saat air tinggi dan dinding saluran kasar serta berumput. Pada tabel 3.5 diberikan nilai  $n$  untuk saluran buatan dan saluran alam.

**Tabel 3.5 Nila-nilai Koefesien kekasaran manning ( $n$ )**

Tipe Saluran	Minimum	Normal	Maksimum
Saluran Dilapis dan Dipoles			
A.1 Logam			
a.baja dengan permukaan licin			
1.tidak di cat	0.011	0.012	0.014
2.di cat	0.012	0.013	0.017
b.baja dengan permukaan bergelombang	0.021	0.25	0.030
A.2 Bukan Logam			
a.Semen			
1.acian	0.010	0.011	0.013
2.adukan	0.011	0.013	0.01
b.kayu			
1.diserut, tidak diawetkan	0.011	0.012	0.014
2.diserut diawetkan dengan <i>creosoted</i>	0.012	0.012	0.015
3.tidak diserut	0.010	0.013	0.015
4.papan	0.012	0.015	0.018
5.dilapis dengan kertas kedap air	0.010	0.014	0.017
c.Beton			
1.dipoles dengan sendok kayu	0.011	0.013	0.015
2.dipoles sedikit	0.013	0.015	0.016
3.dipoles	0.015	0.017	0.020
4.tidak dipoles	0.014	0.017	0.023
5.adukan semprot, panampang rata	0.016	0.019	0.025
6.adukan semprot, panampang bergelombang	0.018	0.022	
7.pada galian batu yang teratur	0.017	0.020	
8.pada galian batu yang tidak teratur	0.020	0.027	
d.dasar beton dipoles sedikit dengan			

tebing dari			
1.batu teratur dalam adukan	0.015	0.017	0.020
2.batu tak teratur dalam adukan	0.017	0.020	0.024
3.adukan batu, semen diplester	0.016	0.020	0.024
4.adukan batu dan semen	0.020	0.025	0.030
5.batu kosong dan semen	0.020	0.030	0.035
e.Dasar kerikil dengan tebing dari :			
1.beton acuan	0.017	0.020	0.025
2. batu tak teratur dalam adukan	0.020	0.023	0.026
3.batu kosong atau rip-rap	0.023	0.033	0.036
f.Bata	0.011	0.013	0.015
1.diglasir	0.012	0.015	0.018
2.dalam adukan semen			
g.Pasangan batu	0.017	0.025	0.030
1.batu pecah disemen	0.023	0.032	0.035
2.batu kosong	0.013	0.015	0.017
h.Batu potong, diatur			
i.Aspal	0.013	0.013	
1.halus	0.016	0.016	
2.kasar	0.030		0.050
j.Lapisan dari tanaman			
<b>B.Saluran Alam</b>			
B.1Saluran kecil (lebar atas pd taraf banjir < 100 kaki			
a.Saluran di daratan	0.025	0.030	0.033
1.bersih lurus,terisi, penuh, tanpa rekahan atau ceruk dalam			
2.seperti diatas, banyak batu-batu, tanaman penganggu	0.030	0.035	0.055
3.bersih, berkleok-kelok, berceruk, bertebing	0.033	0.040	0.060

4.seperti di atas dengan tanaman pengganggu batu-batu	0.035	0.040	0.080
5.seperti di atas, tidak terisi penuh, banyak kemiringan dan penampang yang kurang efektif	0.040	0.045	0.055
6.seperti no,4 berbatu lebih banyak	0.045	0.050	0.060
7.tenang pada bagian lurus, tanaman			
8.banyak tanaman pengganggu, ceruk dalam atau jalan air penuh kayu dan ranting	0.050	0.070	0.080
b.saluran di pengunungan, tanpa tertumbuhan di saluran tebing umumnya terjal, pohon dan semak-semak sepanjang tebing	0.075	0.100	0.150
1.dasar : krikil, kerakal, sedikit batu besar	0.030	0.040	0.050
2.dasar : Kerakal dengan batu besar	0.040	0.050	0.070

Sumber : Aliran Melalui Saluran Terbuka (KG. Rangga Raju)

### 3.9 Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan (*freeboard*) dari suatu saluran adalah jarak vertikal dari puncak saluran ke permukaan air yang direncanakan. Jarak ini harus dapat mencegah peluapan ke samping akibat gelombang atau fluktuasi permukaan air. Belum ada peraturan yang khusus mengenai penetapan tinggi jagaan ini. Karenagerakan gelombang serta fluktuasi permukaan air di saluran dapat diakibatkan berbagai hal yang tidak dapat diduga sebelumnya. Besarnya tinggi jagaan yang umum dipakai dalam perencanaan berkisar antara 5 % sampai 30 % dari keseluruhan.

### 3.10. Air Limbah Rumah Tangga

Perkiraan jumlah air limbah rumah tangga suatu daerah biasanya sekitar 60-75% dari air yang disalurkan ke daerah itu. Jadi, bila air yang dipergunakan untuk suatu daerah pemukiman diketahui jumlahnya, maka kemungkinan output air limbah rumah tangga dari daerah itu dapat diperkirakan. Pada tabel 3.6 disajikan penggunaan air kota dan jumlah yang dipakai di Amerika Serikat.

Aliran air limbah rumah tangga bervariasi sepanjang hari maupun sepanjang tahun. Puncak harian dari suatu daerah perumahan yang kecil biasanya terjadi di pertengahan pagi hari, variasi antara 200 hingga lebih dari 500 persen dari laju aliran rata-rata, tergantung yang turut memakai. Karena variasi aliran air limbah akan berubah sesuai dengan ukuran kota dan kondisi-kondisi lokal yang lain, maka harga-harga umum yang dikutip di atas hanyalah patokan raja.

Sumber data terbaik dalam hal khusus adalah pengukuran nyata pada sistem yang bersangkutan atau pada sistem yang serupa di daerah yang sama. Bila tidak ada data spesifik, Maka tabel 3.6 dapat dipakai untuk memperkirakan cadangan beban puncak pada air limbah rumah tangga.

**Tabel 3.6 Penggunaan air di kota dan jumlah yang dipakai di USA**

Penggunaan	Jumlah Kisaran		Jumlah umum	
	Galon/Kapital/ hari	Liter/capita/ hari	Galon/kapita/ hari	Liter/kapita /hari