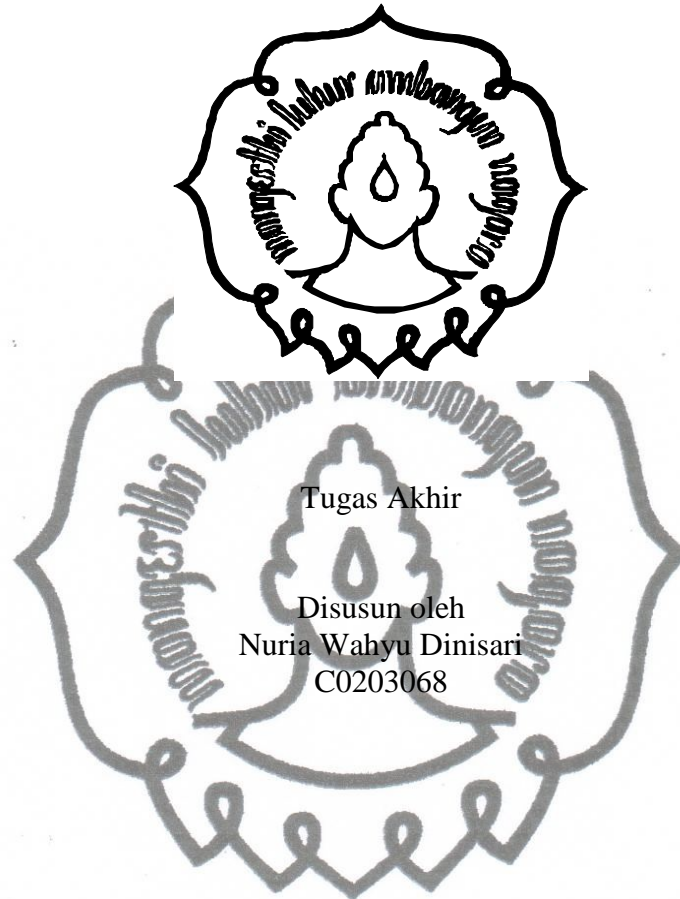


**Analisis Kinerja Saluran Drainase di Daerah Tangkapan Air Hujan**  
**Sepanjang Kali Anyar Kota Surakarta**



Tugas Akhir

Disusun oleh  
Nuria Wahyu Dinisari  
C0203068

**Program DIII Infrastruktur Perkotaan Jurusan Teknik Sipil**  
**Fakultas Teknik**

**UNIVERSITAS SEBELAS MARET**  
**SURAKARTA**  
2009

*commit to user*

## ABSTRAK

Nuria Wahyu Dinisari, 2009. **Analisis Kinerja Saluran Drainase di Daerah Tangkapan Air Hujan Sepanjang Kali Anyar Kota Surakarta**. Tugas akhir Program DIII Infrastruktur Perkotaan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.

Prasarana dan sarana atau infrastruktur diartikan sebagai fasilitas fisik suatu kota atau negara yang sering disebut pekerjaan umum yang meliputi bangunan atau fasilitas-fasilitas dasar, peralatan-peralatan, dan instalasi yang dibangun untuk mendukung berfungsinya suatu sistem perkotaan. Mengingat begitu luasnya cakupan infrastruktur maka dalam hal ini kajian memfokuskan pada saluran drainase. Drainase dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan,

Saluran drainase direncanakan untuk menampung debit rencana dengan aman berdasarkan data curah hujan, tata guna lahan dan dimensi saluran. Saluran drainase di daerah tangkapan air hujan sepanjang Kali Anyar merupakan salah satu Prasarana yang mendukung berfungsinya suatu sistem perkotaan di Kota Surakarta. Pada saluran yang ada di sepanjang daerah Kali Anyar tersebut sering terjadi genangan setiap musim hujannya maka perlu dilakukan kajian untuk menganalisis kapasitas saluran drainase tersebut

Data yang digunakan dalam perencanaan adalah data sekunder. Data sekunder diperoleh dari gambar skema saluran drainase dan data-data mengenai dimensi saluran serta data hidrologi. Data-data yang diperoleh kemudian di analisis untuk memperoleh debit rencana dan kapasitas saluran drainase. Debit rencana dihitung dengan menggunakan rumus rasional dan kapasitas saluran dihitung dengan rumus kontinuitas dan manning.

Hasil yang diperoleh diketahui bahwa seluruh dimensi saluran di sepanjang Kali Anyar tidak dapat menampung debit hujan maksimum rata-rata untuk periode ulang 2 tahunan dan 5 tahunan, sehingga perlu dilakukan rekonstruksi pada dimensi saluran tersebut.

Kata-kata kunci: Debit Rencana, Kapasitas Saluran Drainase, Dimensi Saluran Drainase.

---

---

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 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.

Menurut Dr. Ir. Suripin, M.Eng. (2004;7) drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas. 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. Dalam bidang teknik sipil, drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai salah satu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan atau lahan. Jika penanganan drainase kurang baik, maka akan mengakibatkan tergenangnya daerah sekitar saluran drainase.

Tergenangnya daerah sekitar saluran drainase di sepanjang Kali Anyar Kota Surakarta disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah air yang mengalir di saluran drainase melebihi kapasitas tampungan saluran sehingga air meluap dan akhirnya menimbulkan genangan di daerah sekitarnya.

---

Saluran drainase atau pengendalian banjir adalah salah satu dari 12 komponen umum infrastruktur, sehingga perlu dilakukan kajian untuk mengetahui kapasitas saluran drainase dapat menampung debit rencana atau tidak. Dalam hal ini penulis memfokuskan pada sistem saluran drainase di daerah tangkapan air hujan sepanjang Kali Anyar Kota Surakarta.

### 1.2. Rumusan Masalah

Masalah yang dapat dirumuskan dari latar belakang masalah di atas adalah:

Apakah saluran drainase di daerah tangkapan sepanjang Kali Anyar di Kota Surakarta dapat menampung debit rencana?

### 1.3. Batasan Masalah

Untuk mempertajam hasil penelitian maka perlu adanya pembatasan masalah sehingga pembahasan tidak terlalu melebar, yaitu:

1. Studi kasus dilakukan di saluran daerah tangkapan sepanjang Kali Anyar Kota Surakarta, dengan penekanan pada permasalahan drainase.
2. Saluran drainase yang dipantau sesuai dengan skema daerah tangkapan sistem drainase Kota Surakarta.
3. Air yang mengalir dalam saluran drainase berasal dari air hujan.
4. Saluran drainase di daerah tangkapan sepanjang Kali Anyar berupa saluran terbuka.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

Untuk menganalisis kapasitas sistem saluran drainase di daerah tangkapan air hujan sepanjang Kali Anyar.

*commit to user*

---

### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan muncul dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat teoritis

Untuk pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik sipil sesuai dengan teori yang didapat di bangku perkuliahan khususnya mengenai permasalahan drainase dan solusi yang atas permasalahan tersebut.

2. Manfaat praktis

Hasil penelitian ini dapat memberikan tambahan informasi kepada masyarakat dan Dinas Pekerjaan Umum wilayah Kota Surakarta dalam hal perencanaan sistem drainase yang telah dibangun pada lokasi tersebut.

### 1.6. Sumber Data

Laporan ini menyajikan pandangan secara umum dengan uraian dan penjelasan berdasarkan data hasil dari pengambilan data. Metode pengumpulan data sebagai dasar untuk menyusun laporan ini diperoleh dari buku catatan dan literatur yang terkait.

*commit to user*

---

## 1.7. Sistematika Penyusunan Laporan

Laporan Tugas Akhir ini terdiri dari 5 Bab yang berhubungan dengan masalah drainase. Secara garis besar sistematika penyusunan laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

### BAB 1. PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, , sumber data, dan sistematika penyusunan laporan.

### BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang tinjauan pustaka dan dasar teori.

### BAB 3. METODE PENELITIAN

Berisi tentang lokasi penelitian, waktu penelitian, obyek penelitian, parameter yang diteliti, langkah-langkah penelitian.

### BAB 4. PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang pengumpulan data, pengolahan data dan pembahasan.

### BAB 5. KESIMPULAN

Berisi tentang kesimpulan dan saran.

*commit to user*

p

## TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

### 2.1. Tinjauan Pustaka

#### 2.1.1. Sistem Drainase

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya). Drainase yang berasal dari bahasa Inggris yaitu *drainage* mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan atau lahan, sehingga fungsi kawasan atau lahan tidak terganggu (Suripin, 2004).

Selain itu, drainase dapat juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah. Jadi, drainase tidak hanya menyangkut air permukaan tapi juga air tanah.

Sesuai dengan prinsip sebagai jalur pembuangan maka pada waktu hujan, air yang mengalir di permukaan diusahakan secepatnya dibuang agar tidak menimbulkan genangan yang dapat mengganggu aktivitas dan bahkan dapat menimbulkan kerugian (R. J. Kodoatie, 2005).

Adapun fungsi drainase menurut R. J. Kodoatie (dalam TA Rahman Hakim A, 2008) adalah:

1. Membebaskan suatu wilayah (terutama yang padat dari permukiman) dari genangan air, erosi dan banjir.
2. Karena aliran lancar maka drainase juga berfungsi memperkecil resiko kesehatan lingkungan, bebas dari malaria (nyamuk) dan penyakit lainnya.

- 
3. Kegunaan tanah permukiman padat akan menjadi lebih baik karena terhindar dari kelembaban.
  4. Dengan sistem yang baik tata guna lahan dapat dioptimalkan dan juga memperkecil kerusakan-kerusakan struktur tanah untuk jalan dan bangunan lainnya.

Sistem drainase secara umum 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 (Suripin,2004).

Bangunan dari sistem drainase pada umumnya terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran pembawa (*conveyor drain*), saluran induk (*main drain*), dan badan air penerima (*receiving waters*).

Menurut R. J. Kodoatie sistem jaringan drainase di dalam wilayah kota dibagi atas 2 (dua) bagian yaitu:

- 1 Sistem Drainase Mayor

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

*commit to user*



---

## 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.

### 2.1.2. Permasalahan Drainase

Permasalahan drainase bukanlah hal yang sederhana. Banyak faktor yang mempengaruhi dan pertimbangan yang matang dalam perencanaan (www.google.com), antara lain :

#### 1. Peningkatan Debit

Manajemen sampah yang kurang baik memberi kontribusi percepatan pendangkalan/penyempitan saluran dan sungai. Kapasitas sungai dan saluran drainase menjadi berkurang, sehingga tidak mampu menampung debit yang terjadi, air meluap dan terjadilah genangan atau bahkan bisa terjadi banjir.

#### 2. Penataan Lingkungan

- a. Perkembangan perumahan-perumahan baru terutama oleh *developer*/pengembang tidak diikuti dengan penataan drainase yang memadai.
- b. Bangunan-bangunan penduduk yang mempersempit dimensi saluran.
- c. Perubahan bentuk kontur untuk pengembangan pemukiman sebagian telah merubah arah aliran yang berdampak kesenjangan antara rencana penataan drainase dengan kenyataan.

*commit to user*

---

### 3. Perubahan Tata Guna Lahan

- a. Pada daerah-daerah bekas persawahan, pada awalnya saluran drainase yang ada merupakan saluran irigasi. Perubahan fungsi ini tidak diikuti dengan perubahan desain saluran.
- b. Perubahan tata guna lahan yang tidak sesuai dengan perencanaan, terutama pada daerah bantaran sungai dan badan-badan saluran untuk pemukiman.
- c. Hampir semua kawasan merupakan lahan bangunan dan kawasan resapan yang ada sangat kecil.
- d. Sebagian saluran yang ada masih saluran alam padahal lahan yang semula kosong telah menjadi pemukiman padat.

### 4. Kapasitas Saluran

Saluran yang sudah ada kurang mampu menampung kapasitas debit air hujan padahal lahan untuk pengembangan saluran sudah tidak ada (normalisasi) non teknis.

### 5. Fungsi

Penyalahgunaan fungsi saluran itu sendiri yang sebagian saluran masih berfungsi campuran (*mixed used*) untuk drainase dan saluran limbah.

### 6. Peran Masyarakat

Kurangnya kesadaran masyarakat/partisipasi masyarakat yang rendah yang membuang sampah pada saluran sehingga mengakibatkan jalan air tidak lancar.

#### 2.1.3. Perencanaan Saluran Drainase

Saluran drainase harus direncanakan untuk dapat melewati debit rencana dengan aman. Perencanaan teknis saluran drainase menurut Suripin (dalam TA Puput Chandra K) mengikuti tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Menentukan debit rencana.
2. Menentukan jalur saluran.
3. Merencanakan profil memanjang saluran.
4. Merencanakan penampang melintang saluran.

*commit to user*

- 
5. Mengatur dan merencanakan bangunan-bangunan serta fasilitas sistem drainase.

## 2.2. Landasan Teori

### 2.2.1. Debit Rencana

Perhitungan debit rencana untuk saluran drainase di daerah perkotaan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus rasional atau hidrograf satuan. Dalam perencanaan saluran drainase dapat dipakai standar yang telah ditetapkan, baik periode ulang dan cara analisis yang dipakai, tinggi jagaan, struktur saluran, dan lain-lain.

Tabel 2.1. Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan

Luas DAS (ha)	Periode ulang (tahun)	Metode perhitungan debit banjir
< 10	2	Rasional
10 – 100	2 – 5	Rasional
101 – 500	5 – 20	Rasional
> 500	10 – 25	Hidrograf satuan

(Sumber: Suripin, 2004)

#### 2.2.1.1. Periode Ulang dan Analisis Frekuensi

Periode ulang adalah waktu perkiraan di mana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Besarnya debit rencana untuk fasilitas drainase tergantung pada interval kejadian atau periode ulang yang dipakai. Dengan memilih debit dengan periode ulang yang panjang dan berarti debit rencana besar, kemungkinan terjadinya debit banjir yang melampaui debit rencana dan resiko kerusakan menjadi menurun, namun biaya konstruksi untuk menampung debit yang besar meningkat. Sebaliknya debit dengan periode ulang yang terlalu kecil dapat menurunkan biaya konstruksi, tetapi meningkatkan resiko kerusakan akibat banjir.

Sedangkan frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi

frekuensi dan empat jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi, antara lain:

1. Distribusi Normal

Distribusi normal disebut pula distribusi Gauss. Secara sederhana, persamaan distribusi normal dapat ditulis sebagai berikut:

$$X_T = \bar{X} + K_T \times S \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana :

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

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata hitung variat,

S = Deviasi standar nilai variat,

$K_T$  = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang.

Nilai  $K_T$  dapat dilihat pada tabel nilai variabel reduksi Gauss.

Tabel 2.2. Nilai variabel reduksi Gauss

No	Periode Ulang	Peluang	$K_T$	No	Periode Ulang	Peluang	$K_T$
1	1,001	0,999	-3,05	12	3,330	0,300	0,52
2	1,005	0,995	-2,58	13	4,000	0,250	0,67
3	1,010	0,990	-2,33	14	5,000	2,00	0,84
4	1,050	0,950	-1,64	15	10,000	0,100	1,28
5	1,110	0,900	-1,28	16	20,000	0,050	1,64
6	1,250	0,800	-0,84	17	50,000	0,020	2,05
7	1,330	0,750	-0,67	18	100,000	0,010	2,33
8	1,430	0,700	-0,52	19	200,000	0,005	2,58
9	1,670	0,600	-0,25	20	500,000	0,002	2,88
10	2,000	0,500	0	21	1000,000	0,001	3,09
11	2,500	0,400	0,25				

(Sumber: Bonnier, 1980 dalam Suripin, 2004)

## 2. Distribusi Log Normal

Jika variabel acak  $Y = \log X$  terdistribusi secara normal, maka  $X$  dikatakan mengikuti distribusi Log Normal. Persamaan distribusi log normal dapat ditulis dengan:

$$Y_T = \bar{Y} + K_T \times S \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

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

$$Y_T = \text{Log } X \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

$\bar{Y}$  = Nilai rata-rata hitung variat,

$S$  = Deviasi standar nilai variat,

$K_T$  = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang.

Nilai  $K_T$  dapat dilihat pada tabel nilai variabel reduksi Gauss.

## 3. Distribusi Log-Person III

Persamaan distribusi Log-Person III hampir sama dengan persamaan distribusi Log Normal, yaitu sama-sama mengkonversi ke dalam bentuk logaritma.

$$Y_T = \bar{Y} + K_T \times S \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana besarnya nilai  $K_T$  tergantung dari koefisien kemencengan  $C_s$ . Tabel 2.3 memperlihatkan harga  $K_T$  untuk berbagai nilai kemencengan  $C_s$ . Jika nilai  $C_s$  sama dengan nol, distribusi kembali ke distribusi Log Normal.

Tabel 2.3. Nilai  $K_T$  untuk distribusi Log-Person III

Koef. G	Interval kejadian (periode ulang)							
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
	Persentase peluang terlampaui							
	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	2,892	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	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
Koef. G	Interval kejadian (periode ulang)							
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
	Persentase peluang terlampaui							
	99	80	50	20	10	4	2	1
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
-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)

*commit to user*

#### 4. Distribusi Gumbel

Bentuk dari persamaan distribusi Gumbel dapat ditulis sebagai berikut:

$$X_{Tr} = \bar{X} + K \cdot S \dots\dots\dots (2.5)$$

Besarnya faktor frekuensi dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana:

- $X_{Tr}$  = Besarnya curah hujan untuk periode tahun berulang  $T_r$  tahun (mm),
- $T_r$  = Periode tahun berulang (*return period*) (tahun),
- $\bar{X}$  = Curah hujan maksimum rata-rata selama tahun pengamatan (mm),
- $S$  = Standard deviasi,
- $K$  = Faktor frekuensi,
- $Y_{Tr}$  = *Reduced variate*,
- $Y_n$  = *Reduced mean*,
- $S_n$  = *Reduced standard*.

Besarnya nilai  $S_n$ ,  $Y_n$ , dan  $Y_{Tr}$  dapat dilihat dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 2.4. *Reduced mean* ( $Y_n$ )

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

(Sumber: Suripin, 2004)

Tabel 2.5. *Reduced standard deviation* ( $S_n$ )

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,2090	1,2093	1,2096

(Sumber: Suripin, 2004)

Tabel 2.6. *Reduced variate* ( $Y_{Tr}$ )

Periode Ulang Tr (tahun)	Reduced Variate $Y_{Tr}$	Periode Ulang Tr (tahun)	Reduced Variate $Y_{Tr}$
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,2510	250	5,5206
20	2,9709	500	6,2149
25	3,1993	1000	6,9087
50	3,9028	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121

(Sumber: Suripin, 2004)

Sebelum menganalisis data hujan dengan salah satu distribusi di atas, perlu pendekatan dengan parameter-parameter statistik untuk menentukan distribusi yang tepat digunakan. Parameter-parameter tersebut meliputi:

a. Rata-rata ( $\bar{X}$ )  $= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$  ..... (2.7)

b. Simpangan baku (S)  $= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$  ..... (2.8)

c. Koefisien variasi (Cv)  $= \frac{S}{\bar{x}}$  ..... (2.9)



d. Koefisien skewness (Cs) 
$$= \frac{N \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^3}{(N-1)(N-2).S^3} \dots\dots\dots (2.10)$$

e. Koefisien ketajaman (Ck) 
$$= \frac{N^2 \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^4}{(N-1)(N-2)(N-3).S^4} \dots\dots\dots (2.11)$$

Tabel 2.7. Karakteristik distribusi frekuensi

Jenis distribusi frekuensi	Syarat distribusi
Distribusi Normal	Cs = 0 dan Ck = 3
Distribusi Log Normal	Cs >0 dan Ck >3
Distribusi Gumbel	Cs = 1,139 dan Ck =5,402
Distribusi Log-Person III	Cs antara 0 – 0,9

(Sumber: Soewarno, 1995 dalam TA Rahman Hakim, 2008)

Untuk menilai besarnya penyimpangan maka dibuat batas kepercayaan dari hasil perhitungan  $X_{Tr}$  dengan uji Smirnov-Kolmogorov. Uji Smirnov-Kolmogorov sering juga disebut juga uji kecocokan non parametik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedur pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

- a. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.

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

- b. Urutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya).

$X_1 = P'(X_1)$   
 $X_2 = P'(X_2)$

*commit to user*

$X_3 = P'(X_3)$  dan seterusnya.

- c. Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih terbesarnya antar peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

$$D_{maksimum} = P(X_n) - P'(X_n) \dots\dots\dots(2.12)$$

- d. Berdasarkan tabel nilai kritis (*Smirnov-Kolmogorov test*) tentukan harga  $D_0$ .

Tabel 2.8. Nilai kritis  $D_0$  untuk uji Smirnov-Kolmogorov

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

(Sumber: Bonnier, 1980 dalam Suripin, 2004)

Apabila nilai  $D_{maksimum}$  lebih kecil dari  $D_0$ , maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima. Apabila  $D_{maksimum}$  lebih besar dari  $D_0$ , maka secara teoritis pula distribusi yang digunakan tidak dapat diterima.

**2.2.1.2. Metode Rasional**

Metode untuk memperkirakan laju aliran permukaan puncak yang umum dipakai adalah metode rasional USSCS (1973). Model ini sangat simpel dan mudah dalam penggunaannya, namun penggunaannya terbatas untuk DAS-DAS dengan ukuran kecil kurang dari 300 ha. Model ini tidak dapat menerangkan hubungan curah hujan dan aliran permukaan dalam bentuk hidrograf. Persamaan Metode Rasional dapat ditulis dalam bentuk sebagai berikut :

$$Q = 0,002778 C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana:

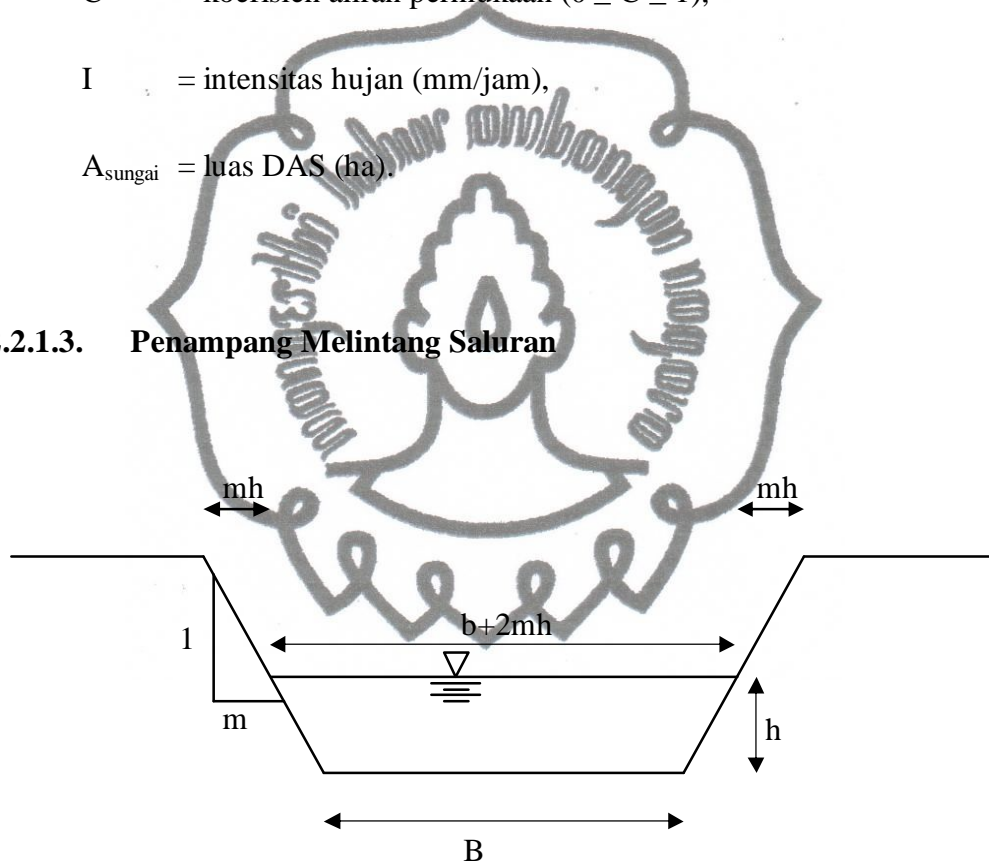
Q = laju aliran permukaan (debit) puncak (m<sup>3</sup>/detik),

C = koefisien aliran permukaan (0 ≤ C ≤ 1),

I = intensitas hujan (mm/jam),

A<sub>sungai</sub> = luas DAS (ha).

2.2.1.3. Penampang Melintang Saluran



Gambar 2.1. Penampang melintang basah saluran

Pada umumnya tipe aliran melalui saluran terbuka adalah turbulen, karena kecepatan aliran dan kekasaran dinding relatif besar. Aliran melalui saluran terbuka akan turbulen apabila angka *Reynolds*  $Re > 2.000$  dan laminar apabila  $Re < 500$ . Rumus *Reynolds* dapat ditulis sebagai berikut:

$$Re = \frac{V \cdot L}{\nu} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dengan :

- Re = angka Reynolds,
- V = kecepatan aliran (m/det),
- L = panjang karakteristik (m), pada saluran muka air bebas  $L = R$ ,
- $\nu$  = kekentalan kinematik ( $m^2/det$ ).

Untuk mencari nilai debit aliran dapat menggunakan rumus Manning yang dapat ditulis sebagai berikut :

$$Q = A \cdot V = \frac{A}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} = h^2 \sqrt{3} \times \frac{1}{n} \left(\frac{h}{2}\right)^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots(2.15)$$

- Dengan :
- Q = debit aliran ( $m^3/dt$ ),
  - R = jari-jari hidraulik (m),
  - I = kemiringan dasar aliran,
  - n = koefisien manning,
  - h = tinggi muka air (m),
  - S = Kemiringan saluran,
  - V = kecepatan aliran (m/det).

Nilai R dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots(2.16)$$

- Dengan :
- A = luas penampang basah ( $m^2$ ),
  - P = keliling penampang basah (m),
  - R = jari-jari hidraulik (m).

Nilai A dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

*commit to user*

$$A = (B + mh)h \dots \dots \dots (2.17)$$

- Dengan : B = lebar dasar saluran (m),  
 h = tinggi muka air (m),  
 m = kemiringan dinding saluran.

Nilai P dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = B + 2h\sqrt{1 + m^2} \dots \dots \dots (2.18)$$

- Dengan : P = keliling basah saluran (m)

Nilai koefisien Manning dapat dicari dengan melihat Tabel 2.9

Tabel 2.9. Nilai koefisien Manning

Bahan	Koefisien Manning (n)
Besi tuang 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: B, Triatmodjo, 1993)

Penampang melintang saluran yang paling ekonomis adalah saluran yang dapat melewati debit maksimum untuk luas penampang basah, kekasaran, dan kemiringan dasar tertentu.

### 2.2.2. Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung, intensitasnya cenderung

makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Seandainya data hujan yang diketahui hanya hujan harian, maka oleh Mononobe dirumuskan sebagai berikut:

$$I_1 = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (2.19)$$

- Dimana:  $I_1$  = Intensitas hujan (mm/jam),  
 $t$  = Lamanya hujan (jam),  
 $R_{24}$  = Curah hujan maksimum harian dalam 24 jam (mm).

Jika data yang tersedia adalah data hujan jangka pendek dapat dihitung dengan menggunakan rumus Talbot:

$$I_1 = \frac{a}{t + b} \dots\dots\dots (2.20)$$

- Dimana:  $I_1$  = Intensitas hujan (mm/jam),  
 $t$  = Lamanya hujan (jam),  
 $a$  dan  $b$  = Konstanta yang tergantung pada lamanya hujan yang terjadi di DAS.

Kirpich (1940) dalam Suripin (2004) mengembangkan rumus dalam memperkirakan waktu konsentrasi, dimana dalam hal ini durasi hujan diasumsikan sama dengan waktu konsentrasi.

Rumus waktu konsentrasi tersebut dapat ditulis sebagai berikut:

$$t_c = \left( \frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \dots\dots\dots (2.21)$$

- Dimana:  $t_c$  = Waktu konsentrasi (jam),  
 $L$  = Panjang saluran utama dari hulu sampai penguras (km),  
 $S$  = Kemiringan saluran.

**2.2.3. Koefisien Aliran Permukaan**

Koefisien aliran permukaan didefinisikan sebagai nisbah antara puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan. Faktor utama yang mempengaruhi koefisien

adalah laju infiltrasi tanah, kemiringan lahan, tanaman penutup tanah, dan intensitas hujan. Selain itu juga tergantung pada sifat dan kondisi tanah, air tanah, derajat kepadatan tanah, porositas tanah, dan simpanan depresi. Untuk besarnya nilai koefisien aliran permukaan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 2.10. Koefisien aliran untuk metode Rasional

Diskripsi lahan / karakter permukaan	Koefisien aliran , C
Business	
Perkotaan	0,70 – 0,95
Pinggirin	0,50 – 0,70
Perumahan	
Rumah tunggal	0,30 – 0,50
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 – 0,95
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, perkuburan	0,10 – 0,25
Hutan	
Datar, 0-5%	0,10 – 0,40
Bergelombang, 5-10%	0,25 – 0,50
Berbukit, 10-30%	0,30 – 0,60

(Sumber: McGuen, 1989 dalam Suripin, 2004)

#### 2.2.4. Penampang Berbentuk Trapesium yang Ekonomis

*commit to user*

Luas penampang melintang, A, dan keliling basah, P, saluran dengan penampang melintang yang berbentuk trapesium dengan lebar dasar B. Kedalaman aliran h, dan kemiringan dinding 1 : m (Suripin, 2004), dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$A = (B + mh) h \dots \dots \dots (2.22)$$

$$P = B + 2h \sqrt{m^2 + 1} \dots \dots \dots (2.23)$$

Atau

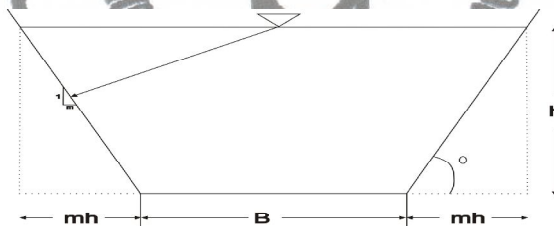
$$B = P - 2h \sqrt{m^2 + 1} \dots \dots \dots (2.24)$$

Nilai B pada persamaan (2.24) disubstitusikan ke dalam persamaan (2.22), maka diperoleh persamaan berikut:

$$A = (P - 2h \sqrt{m^2 + 1}) h + mh^2$$

Atau

$$A = Ph - 2h^2 \sqrt{m^2 + 1} + mh^2 \dots \dots \dots (2.25)$$



Gambar 2.2. Penampang melintang saluran berbentuk trapesium.

Kita asumsikan bahwa luas penampang, A, dan kemiringan dinding, m, adalah konstan, maka persamaan (2.25) dapat dideferensialkan terhadap h dan dibuat sama dengan nol untuk memperoleh kondisi P minimum.

$$\frac{dA}{dh} = P - 4h \sqrt{m^2 + 1} + 2mh = 0 \dots \dots \dots (2.26)$$

Atau

$$P = 4\sqrt{m^2 + 1} - 2mh \dots \dots \dots (2.27)$$

Dengan menganggap h konstan, mendefereensialkan persamaan (2.27) dan membuat sama dengan nol, maka diperoleh persamaan berikut:

*commit to user*



$$\frac{dP}{dm} = \frac{1}{2} \left( 4h \frac{2m}{\sqrt{m^2 + 1}} \right) - 2h = 0 \dots\dots\dots(2.28)$$

Atau

$$\frac{2m}{\sqrt{m^2 + 1}} = 1$$

$$4m^2 = 1 + m^2 ; m = \sqrt{\frac{1}{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \dots\dots\dots(2.29)$$

$$3m^2 = 1$$

Nilai m disubstitusikan ke dalam persamaan (2.27), maka persamaan yang diperoleh adalah:

$$P = \frac{8}{3} h\sqrt{3} - \frac{2}{3} h\sqrt{3} = 2h\sqrt{3} \dots\dots\dots(2.30)$$

Jika nilai m disubstitusikan ke dalam persamaan (2.24), maka persamaan yang diperoleh adalah:

$$B = 2h\sqrt{3} - \frac{4}{3} h\sqrt{3} = \frac{2}{3} h\sqrt{3} \dots\dots\dots(2.31)$$

Selanjutnya, jika nilai m disubstitusikan ke dalam persamaan (2.22), maka diperoleh persamaan berikut:

$$A = \left( \frac{2}{3} h\sqrt{3} + \frac{1}{3} h\sqrt{3} \right) h = h^2 \sqrt{3} \dots\dots\dots(2.32)$$

Dengan persamaan 2.30 dan persamaan 2.32 dapat dicari jari-jari hidraulis dengan persamaan berikut :

$$R = \frac{A}{P} = \frac{h^2 \sqrt{3}}{2h\sqrt{3}} = \frac{h}{2} \dots\dots\dots(2.33)$$

Menurut Bambang Triatmodjo (1993) penampang trapesium yang paling efisien adalah jika kemiringan dindingnya,  $m = (1 / \sqrt{3})$ , atau  $\alpha = 60^\circ$ . Trapesium yang terbentuk berupa setengah segi enam beraturan (heksagonal).

Penampang melintang saluran yang paling ekonomis adalah saluran yang dapat melewati debit maksimum untuk luas penampang basah, kekasaran, dan kemiringan tertentu.

*commit to user*

### 2.2.5. Tinggi Jagaan

Dalam hal ini, untuk menentukan tinggi jagaan dimensi saluran maka digunakan pedoman perhitungan dimensi saluran yang terdapat pada Tabel 2.11. sebagai berikut :

Tabel 2.11. Pedoman perhitungan tinggi jagaan dimensi saluran

No	Debit ( $m^3/det$ )	Tinggi Jagaan (m)
1	0.75 – 1.5	0.5
2	1.5 – 3.0	0.6
3	3.0 – 4.5	0.6
4	4.5 – 6.0	0.6
5	6.0 – 7.5	0.6
6	7.5 – 9.0	0.6

(Sumber: <http://www.google.com>)

---

---

## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di saluran drainase daerah tangkapan air hujan sepanjang Kali Anyar Kota Surakarta.

#### 3.2. Obyek Penelitian

Obyek penelitian ini adalah saluran drainase yang terdapat pada kawasan daerah tangkapan air hujan sepanjang Kali Anyar yang sesuai dengan gambar skema daerah tangkapan sistem drainase Kota Surakarta yang telah direncanakan sebelumnya.

#### 3.3. Langkah-langkah Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara bertahap, langkah-langkah penelitian ini adalah:

1. Mencari data atau informasi
2. Mengolah data
3. Penyusunan laporan

##### 3.3.1. Mencari Data atau Informasi

1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan dimaksudkan untuk mempermudah jalannya penelitian, seperti pengumpulan data, analisis, dan penyusunan laporan. Tahap persiapan meliputi:

- a. Studi Pustaka

Studi pustaka dimaksudkan untuk mendapatkan arahan dan wawasan sehingga mempermudah dalam pengumpulan data, analisis data maupun dalam penyusunan hasil penelitian.

*commit to user*

---

---

b. Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan untuk mengetahui dimana lokasi atau tempat dilakukannya pengumpulan data yang diperlukan dalam penyusunan penelitian.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan data yang diperoleh dari Pemerintah Kota Surakarta. Data sekunder yang diperoleh antara lain:

- a. Gambar skema daerah tangkapan sistem saluran drainase Kota Surakarta.
- b. Data saluran drainase terbuka di sepanjang Kali Anyar.
- c. Data curah hujan.

Data curah hujan yang digunakan selama 22 tahun dari tahun 1985 hingga tahun 2006. Data curah hujan yang didapat merupakan data curah hujan maksimum harian dari stasiun terdekat, yang terletak disekitar lokasi daerah tangkapan air hujan. Data curah hujan yang diambil adalah hujan terbesar pada setiap tahun pengamatan.

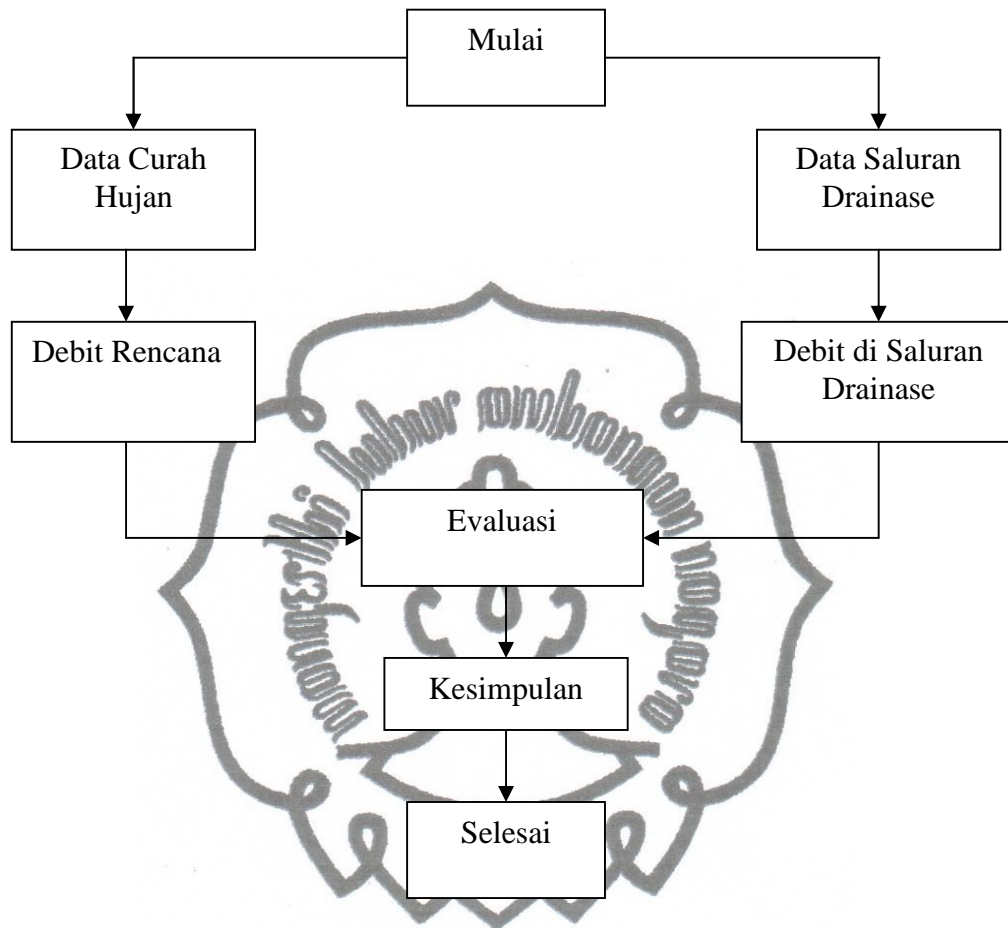
- d. Data spesifikasi perencanaan saluran drainase

### 3.3.2. Mengolah Data

Setelah mendapatkan data yang diperlukan, langkah selanjutnya adalah mengolah data tersebut. Pada tahap mengolah atau menganalisis data dilakukan dengan menghitung data yang ada dengan rumus yang sesuai.

Hasil dari suatu pengolahan data digunakan kembali sebagai data untuk menganalisis yang lainnya dan berlanjut seterusnya sampai mendapatkan hasil akhir tentang kinerja saluran drainase tersebut.

Adapun urutan dalam analisis data dapat dilihat pada diagram alir berikut ini:



Gambar 3.1 Diagram alir analisis data

### 3.3.3. Penyusunan Laporan

Seluruh data yang telah terkumpul kemudian diolah atau dianalisis dan disusun untuk mendapatkan hasil akhir yang dapat memberikan solusi atas kinerja saluran drainase yang ada pada kawasan sepanjang Kali Anyar Kota Surakarta.

*commit to user*