

**EVALUASI SISTEM DRAINASE  
KELURAHAN RAJAWALI KECAMATAN  
JAMBI TIMUR KOTA JAMBI**

**TUGAS AKHIR**



**AFRIAN NADIANTO**

**1600825201001**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BATANGHARI  
JAMBI  
2022**

**EVALUASI SISTEM DRAINASE KELURAHAN  
RAJAWALI KECAMATAN JAMBI TIMUR  
KOTA JAMBI**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**AFRIAN NADIANTO**

**1600825201001**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BATANGHARI  
JAMBI  
2022**

## HALAMAN PERSETUJUAN

### EVALUASI SISTEM DRAINASE KELURAHAN RAJAWALI KECAMATAN JAMBI TIMUR KOTA JAMBI

#### TUGAS AKHIR

Oleh

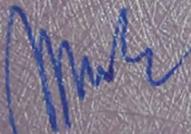
**AFRIAN NADIANTO**

**1600825201001**

Dengan ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Sardi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan Judul dan Penyusunan sebagaimana tersebut diatas telah disetujui sesuai dengan prosedur, ketentuan, kelaziman yang berlaku pada Program Srata I (S1) Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.

Jambi, Desember 2022

Pembimbing I

  
Mathadi, S.T., M.Si

NIDN. 1408038002

Pembimbing II

  
Hadrah, S.T., MT

NIDN. 1020088802

**HALAMAN PENGESAHAN**

**EVALUASI SISTEM DRAINASE KELURAHAN  
RAJAWALI KECAMATAN JAMBI TIMUR  
KOTA JAMBI**

Tugas akhir ini telah dipertahankan pada sidang Tugas Akhir Komprehensif Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Nama : Afran Nadianto  
NPM : 1600825201001  
Hari/Tanggal : 31 Agustus 2022  
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik

**TIM PENGUJI TUGAS AKHIR**

Ketua:

1. Angrika Riyani, S.T., M.Si  
NIDN. 1010028704

Anggota:

2. Marhadi, S.T., M.Si  
NIDN. 1008038002

3. Hadran, S.T., M.T.  
NIDN. 1020088802

4. Monik Kasman, S.T., M.Eng. Se.  
NIDN. 1027067402

5. Asih Suzana, S.T., M.T.  
NIDN. 1012027402

**DISAHKAN OLEH**

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi  
Teknik Lingkungan

Dr. Ir. H. Fahri Rezi Yurnali, M.F.  
NIDN. 1015126501

Marhadi, S.T., M.Si  
NIDN. 1008038002

# EVALUASI SISTEM DRAINASE KELURAHAN RAJAWALI KECAMATAN JAMBI TIMUR KOTA JAMBI

Afrian Nadianto<sup>1\*</sup>, Marhadi<sup>1</sup>, dan Hadrah<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari

Jalan Slamet Riyadi, Kota Jambi

\*e-mail: Afrianian07@gmail.com

## ABSTRACT

The main problem of settlement in Jambi City is that it is prone to flooding and puddles, one of which is in the Jambi Timur District, Rajawali Village. The negative impact of flooding and inundation is the emergence of various diseases and damage to the drainage wall channel. The purpose of this research is to study the drainage system in Rajawali Village, so that solutions can be found to solve the problem. The results of this study are known with the dimensions of the existing drainage width ( $b$ ) 2 m and height ( $h$ ) 0.60 m, the existing discharge of  $4.129 \text{ m}^3/\text{second}$  is smaller than the design discharge of  $4.755 \text{ m}^3/\text{second}$ , it is necessary to design a cross-sectional channel design in the form of : for a rectangle, the height ( $h$ ) is 1.2 m and the width ( $b$ ) is 2.2 m. The control discharge ( $QS$ ) is  $18.234 \text{ m}^3/\text{second}$  which is greater than ( $QR$ )  $4.755 \text{ m}^3/\text{second}$ . For a trapezoidal cross section, the bottom width ( $b$ ) is 2.5 m, the height ( $h$ ) is 1.5 m and the top width ( $B$ ) is 3.3 m. control discharge ( $QS$ ) is  $55.518 \text{ m}^3/\text{second}$  of ( $Qs$ ) a rectangular cross section of  $18.234 \text{ m}^3/\text{second}$ . for circular cross section obtained channel diameter ( $D$ ) 2.3 m. from the calculation of the channel discharge ( $QE$ )  $30.950 \text{ m}^3/\text{second}$  is greater than the design discharge ( $QT$ ) =  $22.096 \text{ m}^3/\text{second}$ , then it can be safely used.

**Keywords:** Flood, Drainage, Channel Cross Section

## 1. Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk di perkotaan semakin meningkat setiap tahunnya. Pertumbuhan penduduk yang pesat menciptakan kebutuhan untuk bermukim yang tinggi, sehingga bermunculan lokasi – lokasi permukiman baru.

Permasalahan utama pemukiman di Kota Jambi yaitu rawan terhadap banjir dan genangan air, salah satunya pada kawasan Kecamatan Jambi Timur Kelurahan Rajawali. Dampak negatif dari banjir dan genangan tersebut adalah timbulnya berbagai macam penyakit dan kerusakan pada saluran dinding drainase. Ditinjau dari tersedianya prasarana drainase saat ini, terdapat indikasi bahwa saluran drainase yang ada sudah banyak yang rusak dan tidak terawat. Berubahnya karakteristik kota, harus diimbangi dengan sistem drainase yang memadai dan mampu mengontrol mengendalikan aliran air yang ada. Untuk itu dibutuhkan suatu sistem drainase yang lebih baik sehingga dapat mengantisipasi kemungkinan proses alami yang terjadi seperti banjir dan genangan. Kondisi jaringan drainase di kelurahan Rajawali Kota Jambi secara fisik sudah ada, namun saluran drainase tidak berfungsi secara optimal saat turun hujan dengan intensitas tinggi dan waktu yang lama serta adanya air limpasan dari daerah yang lebih tinggi yang mengakibatkan kapasitas tampung saluran drainase tersebut tidak mampu lagi menampung limpasan air.

Daerah Kelurahan Rajawali sering tergenang oleh luapan air hujan akibat tingginya curah hujan yang turun yang membuat jalan sekitar daerah ini tidak bisa di lewati oleh kendaraan maupun orang dikarenakan kapasitas dan bangunan saluran drainase di daerah ini

sudah tidak berfungsi dengan baik untuk menampung dan mengalirkan air.

Hal itu disebabkan oleh beberapa factor: yaitu kurang maksimalnya sistem drainase yang ada karena rusaknya bangunan saluran yang sudah lama dibuat, dan juga kurangnya perhatian terhadap perawatan drainase serta padatnya bangunan-bangunan rumah, perkantoran maupun sekolah dan lain-lain mengakibatkan banyaknya air limpasan akibat kurangnya daya resapan tanah.

Berdasarkan permasalahan banjir dan genangan yang telah disebutkan, penulis tertarik mengkaji sistem drainase di Kelurahan Rajawali, agar dapat ditemukan solusi penyelesaian permasalahannya

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan berada di kelurahan Rajawali Kecamatan Jambi Timur. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Maret s.d Agustus 2022.

### 2.2. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan menganalisis kondisi eksisting saluran drainase di Kelurahan Rajawali, serta melakukan perhitungan kesesuaian dimensi saluran eksisting dengan debit air limpasan maksimum serta melakukan desain ulang saluran drainase jika debit air limpasan tidak sesuai dengan dimensi eksisting.

### 2.3 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Kecamatan Jambi Timur merupakan salah satu kecamatan di Kota Jambi yang memiliki luas wilayah 15,74 km<sup>2</sup>. Jumlah penduduk Kecamatan Jambi Timur sebanyak 67.233 jiwa. Letak astronomis Kecamatan Jambi Timur adalah - 1° 35' 17.69" Lintang Selatan dan +103° 40' 52.88" Bujur Timur, serta berada pada ketinggian rata-rata 10 sampai 12 meter di atas permukaan laut.

### 2.4 Analisis Data

Data-data yang diperoleh dari instansi terkait dan hasil survey lapangan yang akan dihitung guna dilakukan analisa data sehingga dapat diperoleh kesimpulan akhir yang berarti. Beberapa pengolahan data tersebut berupa:

- Perhitungan Curah Hujan, Menghitung curah hujan rata-rata dan menganalisa curah hujan rencana dengan menggunakan analisa frekuensi Distribusi Log – Person III Selanjutnya intensitas curah hujan rencana dihitung menggunakan persamaan Mononobe.
- Untuk perhitungan debit banjir rencana dan eksisting proyek 5 tahun.
- Menghitung dimensi dan mendesain sistem drainase

## 3. Hasil dan Pembahasan.

### 3.1. Hasil Analisis Frekuensi Curah Hujan

Menghitung debit dengan periode ulang tertentu, diperlukan juga hujan maksimum dengan periode ulang tertentu digunakan metode perhitungan distribusi log person III.

Tabel 3.1. Hasil Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log-Person III

| No | Periode Ulang (T) |  | K <sub>r</sub> | Log X̄ | Log X <sub>r</sub> | S     | Curah Hujan (X <sub>r</sub> )<br>(mm) |
|----|-------------------|--|----------------|--------|--------------------|-------|---------------------------------------|
|    | Tahun             |  |                |        |                    |       |                                       |
| 1  | 2                 |  | 0,132          | 2,518  | 2,528              | 0,071 | 337,036                               |
| 2  | 5                 |  | 0,856          | 2,518  | 2,579              | 0,071 | 379,475                               |
| 3  | 10                |  | 1,166          | 2,518  | 2,601              | 0,071 | 399,242                               |
| 4  | 20                |  | 1,448          | 2,518  | 2,621              | 0,071 | 418,117                               |
| 5  | 50                |  | 1,606          | 2,518  | 2,633              | 0,071 | 429,080                               |
| 6  | 100               |  | 1,733          | 2,518  | 2,642              | 0,071 | 438,100                               |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

Dari hasil analisis distribusi frekuensi hujan tersebut diatas, maka yang digunakan periode ulang 10 Tahun terlihat bahwa distribusi metode log person III curah hujan sebesar 399,242 mm.

### 3.2 Data Dimensi eksisting Saluran Drainase

Luas area daerah tangkapan yang diambil pada studi kasus adalah kelurahan Rajawali Kecamatan Jambi Timur. Ada tiga saluran sekunder dalam area pengaliran yang. Berikut data panjang dan luas area eksisting dapat dilihat pada tabel 3.2 :

Tabel 3.2. Data dimensi eksisting saluran sekunder

Pada Kelurahan Rajawali

| No | Saluran              | Panjang saluran (m) | Lebar saluran (m) | Luas (m <sup>2</sup> ) | km <sup>2</sup> |
|----|----------------------|---------------------|-------------------|------------------------|-----------------|
| 1  | Saluran Sekunder I   | 313                 | 2,3               | 719,9                  | 0,000719        |
| 2  | Saluran Sekunder II  | 410                 | 2,7               | 1107                   | 0,001107        |
| 3  | Saluran Sekunder III | 550                 | 7                 | 3850                   | 0,00385         |

Sumber : Survey lapangan 2022

### 3.2.1 Mencari Kecepatan Aliran dan Kemiringan Saluran

Tabel 3.3 Hasil Kecepatan Aliran dan Kemiringan Saluran

| Kemiringan Rata-rata Dasar Saluran % | Kecepatan Rata-rata (m/detik) |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| Kurang dari 1                        | 0,40                          |
| 1 - 2                                | 0,60                          |
| 2 - 4                                | 0,90                          |
| 4 - 6                                | 1,20                          |
| 6 - 10                               | 1,50                          |
| 10 - 15                              | 2,40                          |

Sumber : Survey lapangan 2022

### 3.2.3 Mencari Koefisien Pengaliran (C)

Berdasarkan hasil survey di lokasi, maka dapat disimpulkan bahwa perumahan atau pemukiman yang ada di Kelurahan Rajawali, Kecamatan Jambi Timur Kota Jambi termasuk perumahan Rapat. Maka dalam perencanaan drainase ini, untuk besarnya nilai koefisien pengaliran (C) diambil sesuai zona, disini penulis mengambil nilai sebesar 0,70.

### 3.2.4 Perhitungan Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir suatu aliran. Rumus yang dipakai dalam waktu konsentrasi harga, T<sub>0</sub>, T<sub>d</sub> dan T<sub>c</sub> dapat diperoleh menggunakan rumus empiris, salah satunya adalah rumus *kirpich*, seperti berikut ini ( Wesli, 2008 ) :

Saluran I :

$$T_0 = \frac{0,0195}{60} \times \left( \frac{L_s}{\sqrt{50}} \right)^{0,77}$$

$$= \frac{0,0195}{60} \times \left( \frac{315}{\sqrt{0,022}} \right)^{0,77} = 0,118$$

$$T_d = \frac{L_t}{3600 \times V}$$

$$= \frac{315}{3600 \times 1,50} = 0,0583 \text{ jam}$$

$$T_c = T_0 + T_d = 0,118 + 0,0583 = 0,176 \text{ jam}$$

Dari hasil perhitungan debit kontrol ( $Q_s$ ) di dapat 18,234 m<sup>3</sup>/detik lebih besar dari ( $Q_R$ ) 4,755 m<sup>3</sup>/detik (Aman), OK!

### 3.3 Perhitungan Debit Rencana

Adapun rumusan perhitungan debit rencana Metode Rasional dari hasil perhitungan diatas untuk debit banjir rencana ( $Q_{Rencana}$ ) periode ulang 10 tahun pada saluran sebagai berikut :

$$Q_R = 0,002778 \times C \times I \times A$$

$$Q_R = 0,002778 \times 0,77 \times 121,259 \times 24 = 6,225 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Tabel 3.4 Hasil perhitungan debit rencana

| Nama Saluran             | A (Km <sup>2</sup> ) | LS (m) | V (m/detik) | So    | C    | To (jam) | Td (jam) | Tc (jam) | I (mm/jam) | Q <sub>R</sub> (m <sup>3</sup> /detik) |
|--------------------------|----------------------|--------|-------------|-------|------|----------|----------|----------|------------|--|
| Saluran 1                | 0,2400               | 315    | 1,5         | 0,022 | 0,77 | 0,118    | 0,058    | 0,176    | 121,256    | 6,225                                  |
| Saluran 2                | 0,1850               | 315    | 1,2         | 0,012 | 0,77 | 0,149    | 0,072    | 0,221    | 121,256    | 4,798                                  |
| Saluran 3                | 0,1250               | 315    | 1,2         | 0,015 | 0,77 | 0,137    | 0,072    | 0,209    | 121,256    | 3,242                                  |
| Q <sub>R</sub> total     |                      |        |             |       |      |          |          |          |            | 14,265                                 |
| Q <sub>R</sub> rata-rata |                      |        |             |       |      |          |          |          |            | 4,755                                  |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

Untuk perhitungan debit maksimum selanjutnya dapat dilihat pada tabel 3.5

Tabel 3.5 Hasil debit maksimum

| No              | nama saluran | A (km) | β    | I (m/dtk/km) | A     | T    | Qmaks (m <sup>3</sup> /detik) |
|-----------------|--------------|--------|------|--------------|-------|------|-------------------------------|
| 1               | Saluran 1    | 24     | 0,85 | 15,2         | 0,815 | 4,39 | 252,71                        |
| 2               | Saluran 2    | 18,5   | 0,91 | 15,2         | 0,815 | 3,94 | 208,55                        |
| 3               | Saluran 3    | 12,5   | 0,93 | 15,2         | 0,815 | 3,4  | 144,01                        |
| Qmaks total     |              |        |      |              |       |      | 605,27                        |
| Qmaks rata-rata |              |        |      |              |       |      | 201,77                        |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

### 3.6 Perhitungan Debit Eksisting

Perhitungan debit saluran eksisting menggunakan debit rencana rata-rata. Ukuran eksisting drainase berpenampang persegi panjang dengan lebar 2 m, tinggi 0,60 m. Dinding saluran beton dengan nilai koefisien *mannig* 0,013. Debit rencana 4,693 m<sup>3</sup>/detik.

### 3.7 Perhitungan Rencana Desain Saluran Drainase Persegi

Direncanakan penampang persegi panjang dengan data sebagai berikut :

- Lebar saluran B = 2,2m
- Tinggi saluran H = 1,2m
- Tinggi jagaan F = 10% × h  
F = 10% × = 0,120 m
- Kemiringan(S)  
Titik kontur tertinggi = 42 m  
Titik kontur terendah = 26 m  
Jarak = 945m

$$S = \frac{\text{Elevasi Teringgi} - \text{Elevasi Terendah}}{\text{Jarak}}$$

$$S = \frac{42 - 26}{945} = 0,0169 \text{ m}$$

### 3.7 Perhitungan Rencana Desain Saluran Drainase Trapesium

Tabel 3.6 Perhitungan *Trial and Error* Penampang Trapesium

| b (m) | h (m) | m | A (m <sup>2</sup> ) | P (m <sup>2</sup> ) | R (m) | S      | V (m/detik) | Q (m <sup>3</sup> /detik) |
|-------|-------|---|---------------------|---------------------|-------|--------|-------------|---------------------------|
| 2,1   | 1,2   | 1 | 3,596               | 5,494               | 0,655 | 0,0169 | 7,542       | 27,121                    |
| 2,2   | 1,2   | 1 | 4,080               | 5,594               | 0,729 | 0,0169 | 8,100       | 33,048                    |
| 2,3   | 1,2   | 1 | 4,200               | 5,694               | 0,738 | 0,0169 | 8,167       | 34,301                    |
| 2,4   | 1,2   | 1 | 4,320               | 5,794               | 0,746 | 0,0169 | 8,225       | 35,532                    |
| 2,5   | 1,5   | 1 | 6,000               | 6,743               | 0,890 | 0,0169 | 9,253       | 55,518                    |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

Dari hasil perhitungan *trial and error check* debit kontrol ( $Q_s$ ) penampang trapesium dipakai 55,518 m<sup>3</sup>/detik ≥ dari ( $Q_s$ ) penampang persegi panjang 18,234 m<sup>3</sup>/detik, OK!

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Dari data curah hujan periode 10 tahun (2012-2021) didapat intensitas curah hujan metode log person III dengan durasi 60 menit sebesar 121.762 mm/menit.
- Dengan dimensi drainase eksisting lebar (b) 2 m dan tinggi (h) 0,60 m didapat debit eksisting sebesar 4,129 m<sup>3</sup>/detik lebih kecil dari debit rencana sebesar 4,755 m<sup>3</sup>/detik maka perlu dilakukan perencanaan desain saluran penampang.
  - Dimensi drainase dengan penampang persegi panjang didapat tinggi (h) 1,2 m dan lebar (b) 2,2 m. Dari hasil perhitungan debit kontrol ( $Q_s$ ) di dapat 18,234 m<sup>3</sup>/detik lebih besar dari ( $Q_R$ ) 4,755 m<sup>3</sup>/detik.
  - Dimensi dengan penampang trapesium didapat lebar bawah (b) 2,5 m, Tinggi (h) 1,5 m dan lebar puncak (B) 3,3 m. Dari hasil perhitungan debit kontrol ( $Q_s$ ) didapat 55,518 m<sup>3</sup>/detik ≥ dari ( $Q_s$ ) penampang persegi panjang 18,234m<sup>3</sup>/detik.
  - Dimensi dengan penampang lingkaran didapat diameter saluran (D) 2,3 m. dari hasil perhitungan debit saluran (QE) 30,950 m<sup>3</sup>/detik lebih besar dari debit rencana (QT) = 22,096 m<sup>3</sup>/detik, maka aman dapat digunakan.

## Daftar Pustaka

- Adi Susanto, Nugroho, 2011, Aplikasi Hidrologi, Joga Mediatama, Malang.
- Anggraini, Try Ayu. (2018), Evaluasi Sistem Drainase dalam Upaya penanggulangan Banjir di

- Kelurahan Lumpue Kecamatan Bacukiki Bara Kota Parepare, Makassar; Universitas Alauddin.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, BMKG, (2020), Sultan Thaha Kota Jambi.
- Hasmar, Halim H. A. 2012, "Drainase Terapan", Yogyakarta: UII press, edisi cetakan pertama.
- I Made, Kamiana, (2011), Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air. Palangkaraya; Graha Ilmu.
- SNI 03 – 3424 – 1994 Tentang Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan.
- Suripin. (2004), Sistem Drainase Perkotaan Berkelanjutan, Yogyakarta; Andi Offset.
- Syarifuddin, dkk. 2000. Sains Geografi. Jakarta: Bumi Aksara
- Utama, Lusi., Afrizal Naumar. (2015). Kajian Kerentanan Kawasan Berpotensi Banjir Bandang dan Mitigasi Bencana Pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Batang Kuranji Kota Padang. Jurnal Rekayasa Sipil, Volume 9 No 1.
- Wiryo, 2013. Bengkulu. Pertelon Media. Pengantar Ilmu Lingkungan.

## PRAKATA

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji syukur atas kehadiran dan rahmat dari Allah Azza Wa Jalla karena Ridho dan KaruniaNya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul "Evaluasi Sistem Drainase Kelurahan Rajawali Kecamatan Jambi Timur". Selama proses penyusunan dan penyelesaian tugas akhir ini penulis memperoleh bantuan, bimbingan, pengarahan, dan support dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada ;

1. Bapak Dr.Ir.H. Fakhru Rozi Yamali, ME selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari;
2. Bapak Marhadi , ST. M.Si Selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan serta sebagai Dosen Pembimbing I yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, dan masukan dalam penyelesaian tugas akhir ini;
3. Ibu Hadrah ,ST.,MT sebagai Dosen Pembimbing II yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, dan masukan dalam penyelesaian tugas akhir ini;
4. Kedua Orang Tua dan Keluargaku yang telah mendoakan dan memberikan *support* yang sangat berarti;
5. Semua teman-teman mahasiswa/mahasiswi Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Batanghari yang telah memberikan *support* dalam penyelesaian laporan ini;

6. Semua teman-teman yang tidak disebutkan satu per satu khususnya di Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari yang telah membantu dan memberikan saran dan *support* dalam penulisan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tak luput dari kekurangan dan kesalahan, dimana ada pepatah mengatakan tak ada gading yang tak retak. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna membuat laporan ini lebih baik lagi dan menjadi referensi serta masukan kedepannya dalam memenuhi referensi bagi Prodi Teknik Lingkungan dan Fakultas Teknik

Akhir kata penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semuanya.

Jambi, Mei 2022

Afrian Nadianto

## DAFTAR ISI

|   |      |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL.....                        | i    |
| HALAMAN PERSETUJUAN.....                  | ii   |
| HALAMAN PENGESAHAN.....                   | iii  |
| PRAKATA.....                              | iv   |
| DAFTAR ISI.....                           | v    |
| DAFTAR TABEL.....                         | viii |
| DAFTAR GAMBAR.....                        | ix   |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                      | x    |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                  |      |
| 1.1. Latar Belakang.....                  | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah.....                 | 3    |
| 1.3. Maksud dan Tujuan.....               | 3    |
| 1.4. Batasan Masalah.....                 | 4    |
| 1.5. Manfaat Penelitian.....              | 4    |
| 1.6. Sistematika Penulisan.....           | 5    |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>            |      |
| 2.1. Drainase.....                        | 7    |
| 2.1.1. Pengertian Drainase.....           | 7    |
| 2.1.2. Sejarah Perkembangan Drainase..... | 8    |
| 2.1.3. Fungsi Drainase.....               | 9    |
| 2.2. Jenis Drainase.....                  | 10   |
| 2.2.1. Menurut Sejarah Terbentuknya.....  | 10   |
| 2.2.2. Menurut Letak Bangunan.....        | 11   |
| 2.2.3. Menurut Fungsi.....                | 11   |
| 2.2.4. Drainase Menurut Kontruksi.....    | 12   |
| 2.3. Siklus Hidrologi.....                | 12   |
| 2.3.1. Analisa Curah Hujan.....           | 14   |
| 2.3.2. Analisa Frekuensi Curah Hujan..... | 19   |
| 2.3.3. Distribusi Probabilitas.....       | 24   |

|  |    |
|--|----|
| 2.3.4. Intensitas Curah Hujan.....     | 25 |
| 2.3.5. Koefisien Pengaliran .....      | 26 |
| 2.3.6. Debit Rencana .....             | 29 |
| 2.3.7. Waktu Konsentrasi .....         | 31 |
| 2.3.8. Penampang Persegi Panjang ..... | 38 |
| 2.3.9. Penampang Trapesium.....        | 39 |
| 2.3.10. Penampang Lingkaran .....      | 42 |

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

|  |    |
|--|----|
| 3.1. Jenis Penelitian .....                      | 44 |
| 3.2. Lokasi Dan Waktu Penelitian .....           | 44 |
| 3.3. Gambaran Umum Lokasi Saluran Drainase ..... | 46 |
| 3.4. Data Penelitian .....                       | 49 |
| 3.5. Analisa Data .....                          | 50 |
| 3.6. Alur Penelitian .....                       | 50 |

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

|   |    |
|---|----|
| 4.1. Hasil Analisis Frekuensi Curah Hujan .....                   | 52 |
| 4.1.1 Perhitungan Distribusi Log Person III.....                  | 52 |
| 4.1.2 Analisis Curah Hujan Rencana Distribusi Log Person III..... | 54 |
| 4.2. Perhitungan Intensitas Curah Hujan ( I ).....                | 55 |
| 4.3. Data Dimensi Eksisting Saluran Drainase.....                 | 63 |
| 4.3.1 Mencari Kecepatan Aliran dan Kemiringan Saluran.....        | 63 |
| 4.3.2 Mencari Koefisien Aliran ( C ).....                         | 65 |
| 4.3.3 Perhitungan Waktu Konsentrasi .....                         | 66 |
| 4.4. Perhitungan Debit Rencana .....                              | 66 |
| 4.5. Perhitungan Debit Eksisting .....                            | 69 |
| 4.5.1 Penampang Persegi Panjang.....                              | 69 |
| 4.6 Perhitungan Rencana Desain Saluran Drainase .....             | 71 |
| 4.6.1 Penampang Persegi Panjang.....                              | 71 |
| 4.6.2 Penampang Trapesium .....                                   | 72 |

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan.....75

5.2 Saran .....76

**DAFTAR PUSTAKA .....77**

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 2.1 Nilai K Untuk Distribusi Log-Person III .....   | 21 |
| Tabel 2.2 Persyaratan Parameter Statistik Suatu Distribusi.....   | 24 |
| Tabel 2.3 Koefisien limpasan metode Rasional.....   | 27 |
| Tabel 3.1 Batas – batas Kelurahan di Kecamatan Jambi Timur .....  | 47 |
| Tabel 3.2 Jumlah Penduduk, Luas Wilayah dan Kepadatan Penduduk Di rinci Per<br>Kelurahan di Kecamatan Jambi Timur ..... | 48 |
| Tabel 4.1 Hasil Curah Hujan Distribusi Log-Person III .....   | 53 |
| Tabel 4.2 Hasil Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log-Person III.....   | 54 |
| Tabel 4.3 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 2 Tahun .....  | 57 |
| Tabel 4.4 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 5 Tahun .....  | 58 |
| Tabel 4.5 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 10 Tahun .....   | 59 |
| Tabel 4.6 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 20 Tahun .....   | 60 |
| Tabel 4.7 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 50 Tahun .....   | 61 |
| Tabel 4.8 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 100 Tahun .....  | 62 |
| Tabel 4.9 Data Dimensi Eksisting Saluran Sekunder Pada Kelurahan Rajawali.....  | 63 |
| Tabel 4.10 Kemiringan Saluran dan Kecepatan Aliran .....  | 63 |
| Tabel 4.11 Koefisien Pengaliran C .....   | 65 |
| Tabel 4.12 Perhitungan Debit Rencana.....   | 67 |
| Tabel 4.13 Perhitungan Debit Maksimum .....   | 69 |
| Tabel 4.14 Perhitungan <i>Trial and Error</i> Penampang Trapesium .....   | 74 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.1. Drainase Buatan .....          | 10 |
| Gambar 2.2. Siklus Hidrologi .....         | 14 |
| Gambar 2.3. Penampang Persegi Panjang..... | 38 |
| Gambar 2.4. Penampang Trapesium .....      | 40 |
| Gambar 2.5. Penampang Lingkaran.....       | 43 |
| Gambar 3.1. Peta Lokasi Penelitian .....   | 45 |
| Gambar 3.2. Diagram Alur Penelitian.....   | 51 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   |    |
|---|----|
| Lampiran I Kuisisioner Penelitian ..... | 78 |
| Lampiran II Data Hasil Kuisisioner..... | 82 |
| Lampiran III Data BMKG.....             | 86 |
| Lampiran IV Foto Dokumentasi .....      | 87 |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Pertumbuhan penduduk di perkotaan semakin meningkat setiap tahunnya. Pertumbuhan penduduk yang pesat menciptakan kebutuhan untuk bermukim yang tinggi, sehingga bermunculan lokasi – lokasi permukiman baru. Semakin berkembangnya suatu daerah, lahan kosong untuk meresapkan air secara alami akan semakin berkurang. Tingginya pertumbuhan penduduk dan banyaknya permukiman baru menciptakan permasalahan lingkungan yang kompleks. (Suripin, 2004)

Permasalahan utama pemukiman di Kota Jambi yaitu rawan terhadap banjir dan genangan air, salah satunya pada kawasan Kecamatan Jambi Timur Kelurahan Rajawali. Dampak negatif dari banjir dan genangan tersebut adalah timbulnya berbagai macam penyakit dan kerusakan pada saluran dinding drainase. Ditinjau dari tersedianya prasarana drainase saat ini, terdapat indikasi bahwa saluran drainase yang ada sudah banyak yang rusak dan tidak terawat. Berubahnya karakteristik kota, harus diimbangi dengan sistem drainase yang memadai dan mampu mengontrol mengendalikan aliran air yang ada. Untuk itu dibutuhkan suatu sistem drainase yang lebih baik sehingga dapat mengantisipasi kemungkinan proses alami yang terjadi seperti banjir dan genangan.

Kelurahan Rajawali pada tahun terakhir mengalami banjir dimungkinkan karena di kawasan tersebut merupakan kawasan pemukiman padat penduduk, sarana dan prasarananya serta infrastruktur seperti jalan, aliran keluar permukaan atau *run off*. Aliran permukaan yang mempunyai debit yang tidak bisa ditampung oleh saluran drainase alam maupun buatan maka akan terjadi luapan dari saluran dan terjadi banjir. Aliran permukaan keluar tidak dapat ditangani oleh saluran drainase alami, sehingga kanal meluap dan terjadi banjir. Semua permasalahan kelebihan air di perkotaan menyebabkan masalah banjir.

Kondisi jaringan drainase di kelurahan Rajawali Kota Jambi secara fisik sudah ada, namun saluran drainase tidak berfungsi secara optimal saat turun hujan dengan intensitas tinggi dan waktu yang lama serta adanya air limpasan dari daerah yang lebih tinggi yang mengakibatkan kapasitas tampung saluran drainase tersebut tidak mampu lagi menampung limpasan air.

Daerah Kelurahan Rajawali sering tergenang oleh luapan air hujan akibat tingginya curah hujan yang turun yang membuat jalan sekitar daerah ini tidak bisa di lewati oleh kendaraan maupun orang dikarenakan kapasitas dan bangunan saluran drainase di daerah ini sudah tidak berfungsi dengan baik untuk menampung dan mengalirkan air.

Hal itu disebabkan oleh beberapa factor: yaitu kurang maksimalnya sistem drainase yang ada karena rusaknya bangunan saluran yang sudah lama dibuat, dan juga kurangnya perhatian terhadap perawatan drainase serta padatnya bangunan-bangunan rumah, perkantoran maupun sekolah dan lain-lain mengakibatkan banyaknya air limpasan akibat kurangnya daya resapan tanah.

Berdasarkan permasalahan banjir dan genangan yang telah disebutkan, penulis tertarik mengkaji sistem drainase di Kelurahan Rajawali, agar dapat ditemukan solusi penyelesaian permasalahannya.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah yang akan diamati dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kondisi jaringan eksisting drainase di Kecamatan Jambi Timur Kelurahan Rajawali Kota Jambi ?
2. Mengevaluasi dimensi saluran drainase kondisi ekisting di Kecamatan Jambi Timur Kelurahan Rajawali masih sesuai untuk mengalirkan air dengan besaran debit air saat ini ?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian adalah :

1. Analisis kesesuaian dimensi dan kelayakan saluran drainase eksisting dalam menampung debit air di Kelurahan Rajawali
2. Mendesain ulang saluran drainase yang tepat sebagai upaya

penanggulangan banjir di Kelurahan Rajawali Kecamatan Jambi Timur Kota Jambi.

#### **1.4. Batasan Masalah**

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini agar pembahasan dalam studi ini tidak meluas, maka permasalahan dibatasi sebagai berikut:

1. Analisis debit banjir eksisting drainase yang ada di Kecamatan Jambi Timur khususnya Kelurahan Rajawali.
2. Data curah hujan yang dijadikan referensi adalah data curah hujan 10 tahun terakhir (2010 sampai 2021) dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG).
3. Luas wilayah Kelurahan Rajawali adalah 0,32 km<sup>2</sup>

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

Hasil Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi pembaca, diharapkan dapat menjadi bahan pembelajaran tentang sistem drainase dan juga untuk memperdalam ilmu tentang keairan.
2. Bagi masyarakat, diharapkan dapat mengetahui bahwa sistem drainase tersebut sangatlah penting dalam kenyamanan dan keamanan serta bisa menambah wawasan mengenai pentingnya sistem drainase dalam kehidupan.
3. Bagi penulis, dapat melatih ilmu yang telah didapatkan dari perkuliahan yang berhubungan dengan penulisan laporan ini.

## **1.6. Sistematika Penulisan**

Dalam penulisan ini pembahasan dilakukan dengan sistematika guna memudahkan dalam penganalisaan, dimana sistematika pembahasan adalah sebagai berikut :

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Dalam pembahasan ini membahas tentang pendahuluan yang dikemukakan tentang latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan laporan.

### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini mencakup segala hal yang dijadikan sebagai dasar pengambilan tema penelitian, penentuan langkah pelaksanaan dan metode penganalisa yang diambil dari beberapa pustaka yang ada, yang memiliki tema sesuai dengan tema penelitian.

### **BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan tentang metode yang akan digunakan dan rencana kerja dari penelitian serta mendeskripsikan lokasi penelitian.

### **BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi data hasil penelitian di wilayah Kelurahan Rajawali, yang diolah dan dianalisis pada pokok pembahasan di bab IV.

## **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini dituliskan tentang kesimpulan dan saran – saran yang diperlukan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Drainase**

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

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

Drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan sanitasi. (Suripin, 2004)

Sedangkan drainase perkotaan adalah ilmu drainase yang mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi Lingkungan Fisik dan Lingkungan Sosial Budaya yang ada di kawasan kota tersebut. Yang dimaksud drainase kota adalah jaringan pembuangan air yang berfungsi mengeringkan bagian – bagian wilayah administrasi kota dan daerah uban dari genangan air, baik dari hujan maupun luapan sungai yang melintas didalam kota.

### **2.1.2. Sejarah Perkembangan Drainase**

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

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

Dari sekumpulan pengalaman terdahulu dalam lingkungan masyarakat yang masih sederhana, ilmu drainase perkotaan dipelajari oleh banyak bangsa. Sebagai contoh orang Babilon mengusahakan lembah sungai eufrat dan tigris sebagai lahan pertanian yang dengan demikian pasti tidak menghindari permasalahan drainase. Orang Mesir telah memanfaatkan air sungai Nil dengan menetap sepanjang lembah yang sekaligus rentan terhadap gangguan banjir.

Penduduk dikawasan tropika basah seperti Indonesia awalnya dibidang selalu tumbuh dari daerah yang berdekatan dengan sungai, dengan demikian secara otomatis mereka pasti akan berinteraksi dengan masalah gangguan air pada saat musim hujan secara periodik. Pada kenyataannya mereka tetap dapat menetap disana, dikarenakan mereka telah mampu mengatur dan menguasai ilmu pengetahuan tentang drainase.

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

### **2.1.3. Fungsi Drainase**

Adapun fungsi dari drainase adalah:

- a. Mengeringkan bagian wilayah kota yang permukaannya rendah dari genangan sehingga tidak menimbulkan dampak negatif berupa kerusakan infrastruktur kota dan harta benda milik masyarakat.
- b. Mengalirkan kelebihan air permukaan badan air terdekat secepatnya agar tidak membanjiri / menggenangi kota yang dapat merusak selain harta benda masyarakat juga infrastruktur perkotaan.
- c. Mengendalikan sebagian air permukaan akibat hujan yang dapat dimanfaatkan untuk persediaan air dan kehidupan akuatik.
- d. Meresapkan air permukaan untuk menjaga kelestarian air tanah.

## 2.2. Jenis Drainase

Drainase memiliki banyak jenis dan jenis drainase tersebut dilihat dari berbagai aspek. Adapun jenis-jenis saluran drainase dapat dibedakan sebagai berikut (Wesli, 2008) :

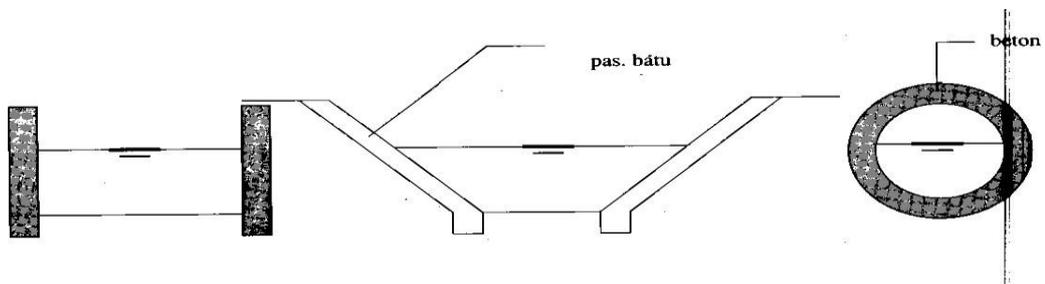
### 2.2.1. Menurut Sejarah Terbentuknya

#### a. Drainase Alamiah ( *natural drainage* )

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.

#### b. Drainase Buatan ( *arficial drainase* )

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



Gambar 2.1. Drainase Buatan

Sumber: Wesli, 2008

### **2.2.2. Menurut Letak Bangunan**

#### a. Drainase Permukaan Tanah (*surface drainage*)

Saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan. Analisa alirannya merupakan analisa *open channel flow*.

#### b. Drainase Bawah Permukaan Tanah

Saluran drainase yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah permukaan tanah (pipa-pipa), dikarenakan alasan-alasan tertentu, yaitu : Tuntutan artistik, tuntutan fungsi permukaan tanah seperti lapangan sepak bola, lapangan terbang, taman dan lain-lain.

### **2.2.3. Menurut Fungsi**

#### a. *Single Purpose*

Yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan, misalnya air hujan saja atau jenis air buangan yang lain seperti limbah domestik, air limbah industri dan lain-lain.

#### b. *Multi Purpose*

Yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bercampur maupun bergantian.

#### **2.2.4. Drainase Menurut Kontruksi**

##### **a. Saluran Terbuka**

Yaitu saluran yang lebih cocok untuk drainase air hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup, ataupun untuk drainase air non-hujan yang tidak membahayakan kesehatan atau mengganggu lingkungan.

##### **b. Saluran Tertutup**

Yaitu saluran yang pada umumnya sering dipakai untuk aliran air kotor (air yang kesehatan/lingkungan) atau untuk saluran yang terletak di tengah kota.

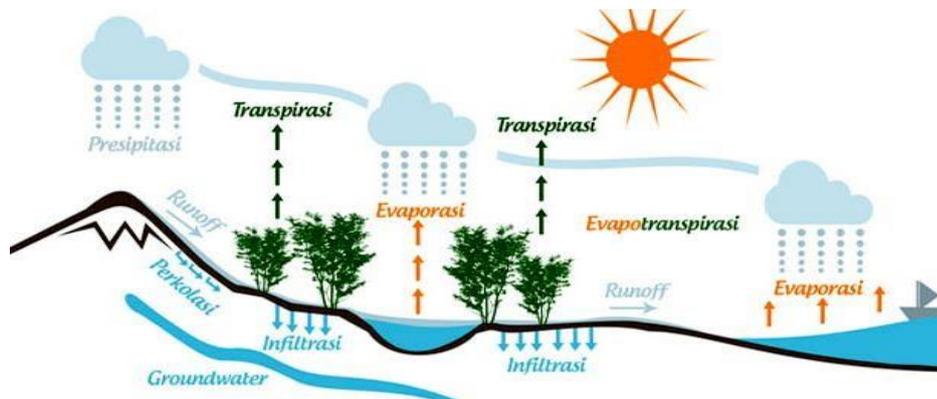
#### **2.3. Siklus Hidrologi**

Menurut Wesli (2008), siklus air atau siklus hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi. Pemanasan air laut oleh sinar matahari merupakan kunci proses siklus hidrologi tersebut dapat berjalan secara terus menerus. Air berevaporasi, kemudian jatuh sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, salju, hujan es dan salju (*sleet*), hujan gerimis atau kabut.

Pada perjalanan menuju bumi beberapa presipitasi dapat berevaporasi kembali ke atas atau langsung jatuh yang kemudian diintersepsi oleh tanaman sebelum mencapai tanah. Setelah mencapai tanah, siklus hidrologi terus

bergerak secara terus menerus dalam tiga cara yang berbeda :

1. *Evaporasi / transpirasi* – Air dilaut, sungai, daratan, tanaman kemudian akan kembali menguap ke atmosfer menjadi awan lalu menjadi bintik – bintik air yang jatuh dalam bentuk es, hujan dan salju.
2. *Infiltrasi / Perkolasi* ke dalam tanah - Air bergerak ke dalam tanah melalui celah–celah dan pori – pori tanah dan batuan menuju muka air tanah . Air dapat bergerak secara vertikal atau horizontal dibawah permukaan tanah hingga air tersebut memasuki kembali sistem air permukaan.
3. Air Permukaan - Air bergerak di atas permukaan tanah dekat dengan aliran utama dan danau; makin landai lahan dan makin sedikit pori-pori tanah, maka aliran permukaan semakin besar. Aliran permukaan tanah dapat dilihat biasanya pada daerah urban. Sungai-sungai bergabung satu sama lain dan membentuk sungai utama yang membawa seluruh air permukaan di sekitar daerah aliran sungai menuju laut. Air permukaan, baik yang mengalir maupun yang tergenang (danau, waduk, rawa), dan sebagian air bawah permukaan akan terkumpul dan mengalir membentuk sungai dan berakhir ke laut. Proses perjalanan air di daratan itu terjadi dalam komponen-komponen siklus hidrologi yang membentuk sistem Daerah Aliran Sungai (DAS). Jumlah air di bumi secara keseluruhan relatif tetap, yang berubah adalah wujud dan tempatnya. Tempat terbesar terjadi dilaut.



Gambar 2.2 Siklus Hidrologi

Sumber: Wesli, 2008

### 2.3.1. Analisa Curah Hujan

Durasi hujan adalah lama kejadian hujan (menitan. Jam-jaman. Harian) diperoleh terutama dari hasil pencatatan alat pengukur hujan otomatis. Dalam perencanaan drainase durasi hujan ini sering dikaitkan dengan waktu konsentrasi, khususnya pada drainase perkotaan diperlukan durasi yang relatif pendek, mengingat akan toleransi terhadap lamanya genangan.

Hujan rata-rata untuk suatu daerah dapat dihitung dengan :

1. Metode rata – rata aljabar

Cara ini adalah perhitungan rata-rata secara aljabar curah hujan di dalam dan di sekitar daerah yang bersangkutan. Cara ini digunakan apabila :

- a. Daerah tersebut berada pada daerah yang datar.
- b. Penempatan alat ukur tersebarmerata.
- c. Variasi curah hujan sedikit dari harga tengahnya.

Persamaan yang digunakan :

$$R = \frac{1}{n} ( R_1 + R_2 + \dots + R_n ) \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

R = Curah hujan daerah (mm)

n = Jumlah titik atau pos pengamatan

R1, R2, ..., Rn = curah hujan di tiap titik pengamatan (mm)

## 2. Metode Polygon Thiessen

Jika titik di daerah pengamatan di dalam daerah itu tidak tersebar merata, maka cara perhitungan curah hujan dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan.

Hal yang perlu diperhatikan dalam metode ini adalah :

- a. Jumlah stasiun pengamat minimal tiga buah stasiun.
- b. Penambahan stasiun akan mengubah seluruh jaringan.
- c. Topografi daerah tidak diperhitungkan.
- d. Stasiun hujan tidak tersebar merata.

Persamaan yang digunakan :

$$R = \frac{A_1 \times R_1 + A_2 \times R_2 + A_3 \times R_3 \dots + A_n \times R_n}{A_{total}} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

R = Curah hujan daerah (mm)

R1, R2, R3 = Curah hujan di tiap titik pengamatan (mm)

A1, A2, A3 = Bagian daerah yang mewakili tiap titik pengamatan (km<sup>2</sup>)

### 3. Metode Isohyet

Metode Isohyet ini tidak jauh berbeda dengan Polygon Thiessen, hanya saja luasannya diperoleh dengan cara membentuk garis-garis hasil interpolasi nilai kedalaman hujan antar stasiun hujan atau seperti garis kontur. Kelemahannya, jika dalam suatu daerah aliran sungai (DAS) jumlah stasiun hujannya terlalu sedikit, interpolasinya susah. Metode ini digunakan dengan ketentuan :

- a. Dapat digunakan pada daerah datar maupun pegunungan.
- b. Jumlah stasiun pengamatan harus banyak.
- c. Yang bermanfaat untuk hujan yang sangat singkat.

Persamaan yang digunakan :

$$R = \left( \frac{A_1}{A_{total}} \times \frac{(R_1+R_2)}{2} \right) + \left( \frac{A_2}{A_{total}} \times \frac{(R_2+R_3)}{2} \right) + \dots + \left( \frac{A_n}{A_{total}} \times \frac{(R_n+R_{n+1})}{2} \right) \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

R = Curah hujan daerah (mm)

R1, R2, R3 = Curah hujan ditiap titik pengamatan (mm)

A1, A2, A3 = Luas bagian-bagian antara garis isohyet ( km<sup>2</sup> )

Hasil pengukuran hujan yang diterima oleh pusat Meteorologi dan Geofisika dari tempat-tempat pengamatan hujan kadang-kadang ada yang tidak lengkap, sehingga didalam daftar hujan yang disusun ada data hujan yang hilang. Tidak tercatatnya data hujan oleh petugas ditempat pengamatan mungkin karena alat penakarnya rusak atau kelupaan petugas untuk mencatat atau sebab lain.

Untuk melengkapi data yang hilang itu kita tidak dapat mengadakan perkiraan. Sebagai dasar untuk perkiraan ini digunakan data hujan dari tiga tempat pengamatan yang berdekatan dan mengelilingi tempat pengamatan yang datanya tidak lengkap. Kalau titik-titik itu tadi selisih antara hujan-hujan tahunan normal dari tempat pengamatan yang datanya tidak lengkap dari 10% maka perkiraan data yang hilang boleh diambil harga rata-rata hitung dari data-data tempet-tempat pengamatan yang mengelilinginya. Kalau selisih itu melebihi 10% diambil cara menurut perbandingan biasa yaitu :

$$r = 1/3 \left\{ \frac{R}{RA} rA + \frac{R}{RB} rB + \frac{R}{RC} rC \right\} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

R = Curah hujan rata-rata setahun di tempat pengamatan

rA, rB, rC = Curah hujan ditempat pengamatan

RA, RB, RC = Curah hujan rata-rata setahun

### 2.3.2. Analisa Frekuensi Curah Hujan

Menurut Suripin (2004) dalam perencanaan saluran drainase periode ulang yang dipergunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkap hujan yang akan dikeringkan. Penentuan periode ulang juga didasarkan pada pertimbangan ekonomis. Berdasarkan prinsip dalam penyelesaian masalah drainase perkotaan dari aspek hidrologi, sebelum dilakukan analisis frekuensi untuk mendapatkan besaran hujan dengan kala ulang tertentu harus dipersiapkan rangkaian data hujan berdasarkan pada durasi harian, jam atau menit.

Analisis frekuensi terhadap data hujan yang tersedia dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain:

1. Metode Log Person III
  - a. Metode Log Person III

Pada situasi tertentu, walaupun data yang diperkirakan mengikuti distribusi sudah konversi kedalam bentuk logaritmis, ternyata kedekatan antara data dan teori tidak cukup kuat untuk menjustifikasikan pemakaian distribusi log normal.

Salah satu distribusi dari serangkaian distribusi yang dikembangkan person yang menjadi perhatian ahli sumber daya air adalah Log-Person Type III (LP III).

Tiga parameter penting dalam LP III yaitu harga rata-rata, simpangan baku dan koefisien kemencengan. Yang menarik adalah jika koefisien kemencengan sama dengan nol maka perhitungan akan sama dengan log normal.

1) Ubah data kedalam bentuk logaritmis,  $X = \text{Log}X$

2) Hitung harga rata-rata :

$$\text{Log}\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \dots\dots\dots (2.5)$$

3) Hitung harga simpangan baku :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.6)$$

4) Hitung koefisien kemencengan :

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \dots\dots\dots (2.7)$$

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

$$\text{Log}X_T = \text{Log}\bar{X} + K_s \dots\dots\dots (2.8)$$

K adalah variabel standar (*standardized variable*) untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan G, di cantum pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Nilai K Untuk Distribusi Log-Person III

| Interval Kejadian ( <i>Recurrence interval</i> ), tahun (periode ulang) |   |        |        |       |       |       |       |       |
|---|---|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Koef.   | 1,0101  | 1,25   | 2      | 5     | 10    | 25    | 50    | 100   |
| G   | Persentase peluang terlampaui ( <i>percent change of being exceeded</i> ) |        |        |       |       |       |       |       |
|   | 99  | 80     | 50     | 20    | 10    | 4     | 2     | 1     |
| 3   | -0,667  | -0,636 | -0,396 | 0,42  | 1,18  | 2,278 | 3,152 | 4,051 |
| 2,8   | -0,714  | -0,666 | -0,384 | 0,46  | 1,12  | 2,275 | 3,144 | 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 | 3,8   |
| 2,2   | -0,905  | -0,752 | -0,33  | 0,574 | 1,284 | 2,24  | 2,97  | 3,705 |
| 2   | -0,99   | -0,777 | -0,307 | 0,609 | 1,302 | 2,219 | 2,192 | 3,605 |
| 1,8   | -1,807  | -0,799 | -0,282 | 0,643 | 1,318 | 2,193 | 2,848 | 3,449 |
| 1,6   | -1,197  | -0,817 | -0,254 | 0,675 | 1,329 | 2,163 | 2,78  | 3,388 |
| 1,4   | -1,138  | -0,832 | -0,225 | 0,705 | 1,337 | 2,218 | 2,076 | 3,271 |
| 1,2   | -1,449  | -0,844 | -0,195 | 0,732 | 1,34  | 2,087 | 2,626 | 3,149 |
| 1   | -1,558  | -0,852 | -0,164 | 0,758 | 1,34  | 2,043 | 2,542 | 3,022 |
| 0,8   | -1,733  | -0,856 | -0,132 | 0,78  | 1,336 | 1,993 | 2,453 | 2,891 |
| 0,6   | -1,88   | -0,857 | -0,099 | 0,8   | 1,328 | 1,939 | 2,359 | 2,775 |
| 0,4   | -2,029  | -0,855 | -0,066 | 0,516 | 1,317 | 1,88  | 2,261 | 2,615 |
| 0,2   | -2,178  | -0,85  | -0,033 | 0,83  | 1,301 | 1,818 | 2,159 | 2,472 |
| 0   | -2,326  | -0,842 | 0      | 0,842 | 1,282 | 1,715 | 2,051 | 2,236 |
| -0,2  | -2,472  | -0,83  | 0,033  | 0,85  | 1,258 | 1,68  | 1,945 | 2,178 |
| Interval Kejadian ( <i>Recurrence interval</i> ), tahun (periode ulang) |   |        |        |       |       |       |       |       |
| Koef.   | 1,0101  | 1,25   | 2      | 5     | 10    | 25    | 50    | 100   |
| G   | Persentase peluang terlampaui ( <i>percent change of being exceeded</i> ) |        |        |       |       |       |       |       |
|   | 99  | 80     | 50     | 20    | 10    | 4     | 2     | 1     |
| -0,4  | -2,615  | -0,816 | 0,066  | 0,855 | 1,231 | 1,606 | 1,834 | 2,028 |
| -0,6  | -2,755  | -0,8   | 0,099  | 0,857 | 1,2   | 1,528 | 1,72  | 1,88  |
| -0,8  | -2,891  | -0,78  | 0,132  | 0,856 | 1,166 | 1,448 | 1,606 | 1,733 |
|   | 1,0101  | 1,25   | 2      | 5     | 10    | 25    | 50    | 100   |

| Koef. | Persentase peluang terlampaui ( <i>percent change of being exceeded</i> ) |        |       |       |       |       |       |       |
|-------|---|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       | 99  | 80     | 50    | 20    | 10    | 4     | 2     | 1     |
| G     |   |        |       |       |       |       |       |       |
| -1    | -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 | 1,27  | 1,318 |
| -1,6  | -2,238  | -0,675 | 0,254 | 0,817 | 0,994 | 1,166 | 1,166 | 1,197 |
| -1,8  | -3,449  | -0,643 | 0,282 | 0,799 | 0,945 | 1,035 | 1,035 | 1,087 |
| -2    | -3,605  | -0,609 | 0,307 | 0,777 | 0,895 | 0,959 | 0,98  | 0,99  |
| -2,2  | -3,705  | -0,574 | 0,33  | 0,752 | 0,888 | 0,888 | 0,9   | 0,905 |
| Koef. | 1,0101  | 1,25   | 2     | 5     | 10    | 25    | 50    | 100   |
| G     | Persentase peluang terlampaui ( <i>percent change of being exceeded</i> ) |        |       |       |       |       |       |       |
|       | 99  | 80     | 50    | 20    | 10    | 4     | 2     | 1     |
| -2,4  | -3,8  | -0,532 | 0,351 | 0,725 | 0,823 | 0,823 | 0,823 | 0,832 |
| -2,6  | -3,889  | -0,49  | 0,368 | 0,696 | 0,764 | 0,764 | 0,768 | 0,796 |
| -2,8  | -3,973  | -0,469 | 0,384 | 0,666 | 0,712 | 0,712 | 0,714 | 0,714 |
| -3    | -7,051  | -0,42  | 0,396 | 0,636 | 0,66  | 0,666 | 0,666 | 0,667 |

(Sumber: Suripin, 2004)

### 2.3.3. Distribusi Probabilitas

Dalam analisis Frekuensi data hujan atau data debit guna memperoleh nilai hujan rencana atau debit rencana, dikenal beberapa distribusi probabilitas kontinu yang sering digunakan, yaitu: Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Person Type III.

Tabel 2.2 Persyaratan Parameter Statistik Suatu Distribusi

| No. | Distribusi     | Persyaratan  |
|-----|----------------|--|
| 1.  | Gumbel         | $C_s = 1,14$<br>$C_k = 5,4$  |
| 2.  | Normal         | $C_s = 0$<br>$C_k = 3$   |
| 3.  | Log Normal     | $C_s = C_v + 3C_v^3$<br>$C_k = C_v + 6C_v^2 + 15C_v^4 + 16C_v^6 + 3$ |
| 4.  | Log Person III | Selain dari nilai diatas   |

(Sumber: Bambang, T, 2008)

Keterangan tabel (2.2) :

$$a. \text{ koefisien } skewness(C_s) = \frac{n \sum_{i=1}^n (\bar{x}_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)(S)^3} \quad (2.9)$$

$$b. \text{ koefisien kurtosis } (C_k) = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (\bar{x}_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S)^4} \quad (2.10)$$

$$c. \bar{X} = \text{nilai rata-rata dari } X = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (2.11)$$

$$d. \text{ Standar Deviasi (S)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.12)$$

Dimana :

$X_i$  = Data hujan atau debit ke- $i$

$n$  = Jumlah data

Di samping dengan menggunakan persyaratan seperti tercantum dalam tabel (2.1), guna mendapatkan hasil perhitungan yang meyakinkan, atau jika tidak memenuhi persyaratan pada Tabel (2.1) maka penggunaan suatu distribusi probabilitas biasanya diuji dengan metode Chi-Kuadrat atau Smirnov Kolmogorov.

#### 2.3.4. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah 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.

Biasanya intensitas hujan dihubungkan dengan durasi hujan jangka pendek misalnya 5 menit, 30 menit, 60 menit dan berjam-jam. 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 metode yang dipakai dalam perhitungan intensitas curah hujan menurut Dr. Mononobe dengan Metode Mononobe, dimana persamaannya adalah sebagai berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana :

- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- R<sub>24</sub> = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)
- t = Lamanya curah hujan (menit) atau (jam)

Dengan menggunakan persamaan diatas intensitas curah hujan untuk berbagai nilai waktu konsentrasi dapat ditentukan dari besar data curah hujan harian (24 jam).

### 2.3.5. Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran (C) adalah perbandingan antara jumlah air hujan yang mengalir atau melimpas diatas 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. Ketetapan dalam menentukan besarnya debit air sangatlah penting dalam menentukan dimensi saluran. Disamping penentuan luas

daerah pelayanan drainase dan curah hujan rencana, juga dibutuhkan besar harga koefisien pengaliran(C).

Pemilihan koefisien pengaliran harus memperhitungkan kemungkinan adanya perubahan tata guna lahan dikemudian hari karena dalam hal ini pengaruh koefisien pengalir sangat besar dalam menentukan besarnya aliran disuatu tempat daerah tertentu berdasarkan jenis daerah tersebut. Berikut ini koefisien C untuk metode rasional disajikan dalam tabel 2.3.

Tabel 2.3. Koefisien limpasan metode Rasional

| Deskripsi lahan/ karakter permukaan | Koefisien aliran, C |
|-------------------------------------|---------------------|
| <i>Business</i>                     |                     |
| Perkotaan                           | 0,70-0,90           |
| Pinggiran                           | 0,50-0,70           |
| <i>Perumahan</i>                    |                     |
| Rumah tinggal                       | 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           |
| <i>Perkerasan</i>                   |                     |
| Aspal dan beton                     | 0,70-0,95           |
| Batu bata dan 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           |
| Deskripsi lahan/ karakter permukaan | Koefisien aliran, C |
| Halaman, tanah berpasir             |                     |
| Deskripsi lahan/ karakter permukaan | Koefisien aliran, C |
| Curam, 7%                           | 0,15-0,20           |
| Halaman tanah berat                 |                     |
| Datar 2%                            | 0,13-0,17           |
| Deskripsi lahan/ karakter permukaan | Koefisien aliran, C |
| Rata-rata 2-7%                      | 0,18-0,22           |
| Curam, 7%                           | 0,25-0,35           |
| 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)

### 2.3.6. Debit Rencana

Perhitungan debit rencana untuk saluran drainase didaerah perkotaan dapat dilakukan dengan menggunakan Metode Rasional. Metode Rasional adalah salah satu metode untuk menentukan debit aliran permukaan yang diakibatkan oleh curah hujan, yang umumnya merupakan suatu dasar untuk merencanakan debit saluran drainase. Adapun asumsi dari Metode Rasional adalah pengaliran maksimum terjadi kalau lama curah hujan sama dengan lama waktu konsentrasi daerah alirannya, Metode Rasional sebagai berikut:

$$Q_p = 0,278 \times C \times C_s \times I \times A \dots\dots\dots (2.13)$$

Dimana:

$Q_p$  = Debit rencana (m<sup>3</sup>/dtk)

$C$  = Koefisien aliran permukaan

$C_s$  = Koefisien tampungan

$I$  = Intensitas hujan (mm/jam)

$A$  = Luas daerah pengaliran (km<sup>2</sup>)

Luas daerah pengaliran pada umumnya diwilayah perkotaan terdiri dari beberapa daerah yang mempunyai karakteristik permukaan tanah yang berbeda (*sub area*) sehingga koefisien pengaliran untuk masing-masing sub area nilainya berbeda untuk menentukan koefisien pengaliran pada wilayah tersebut dilakukan penggabungan masing-masing sub area.

Untuk penentuan koefisien limpasan harus dipilih dari pengetahuan akan daerah yang ditinjau terhadap pengalaman, dan harus dipilih dari pembangunan yang akan ditetapkan oleh rencana kota.

Daerah yang memiliki cekungan untuk menampung air hujan relatif mengalirkan air lebih sedikit air hujan dibandingkan dengan daerah yang tidak memiliki cekungan sama sekali. Efek tampungan oleh cekungan ini terhadap debit rencana diperkirakan dengan koefisien tampungan yang diperoleh dengan rumus berikut ini:

$$C_s = \frac{2t_c}{2t_c + t_d} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana :

CS = Koefisien tampungan

tc = Waktu konsentrasi (jam)

td = Konduit time sampai ketempat pengukuran (menit)

### 2.3.7. Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan dibagian hilir suatu saluran. Waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh, untuk mengalir dari titik terjauh sampai ketempat keluaran Daerah Aliran Sungai (DAS) (titik control), setelah tanah menjadi jenuh dan depresi-depresi kecil terpenuhi.

Dalam hal ini diasumsikan bahwa bila durasi hujan sama dengan waktu konsentrasi, maka setiap bagian Daerah Aliran Sungai (DAS) secara serentak telah menyumbangkan aliran terhadap titik kontrol. Salah satu metode untuk memperkirakan waktu konsentrasi adalah dengan rumus yang dikembangkan oleh *Kirpich* (1940) dalam buku Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan yang ditulis sebagai berikut :

$$t_c = \left( \frac{0,87 \times L^{0,765}}{100 \times S} \right) \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana :

$t_c$  = Waktu konsentrasi (jam)

$L$  = Panjang saluran (km)

$S$  = Kemiringan rata-rata saluran

Waktu konsentrasi dapat juga dihitung dengan membedakannya menjadi dua komponen, yaitu :

- a. Waktu yang diperlukan air untuk mengalir di permukaan tanah sampai saluran terdekat ( $T_o$ )
- b. Waktu perjalanan dari pertama masuk saluran sampai titik keluaran ( $T_d$ ), (Suripin, 2004) sehingga :

$$T_c = T_o + T_d \dots\dots\dots (2.16)$$

Dimana :

$$T_o = 0,0195 \left( \frac{L_o}{\sqrt{S_o}} \right)^{0,77} \dots\dots\dots (2.17)$$

$$T_d = \frac{1}{3600} \frac{L_l}{V} \dots\dots\dots (2.18)$$

Dimana :

$T_o$  = Waktu pengaliran air yang mengalir di atas permukaan lahan menuju saluran (inlet time) dalam menit.

$T_d$  = Waktu pengaliran air yang mengalir di dalam saluran sampai titik yang ditinjau (conduit time) dalam menit.

Nilai konstanta = 0,0195

$S_o$  = Kemiringan permukaan tanah yang dilalui aliran di atasnya.

$L_o$  = jarak aliran terjauh dari atas tanah hingga saluran terdekat (m).

$L_1$  = jarak yang di tempuh aliran didalam saluran di tempat pengukuran

(m).

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

$T_c$  = Waktu Konsentasi (jam).

c. Debit Rencana

1) Perhitungan debit rencana dilakukan dengan menggunakan persamaan metode rasional, sebagai berikut (Suripin, 2004) :

$$Q = 0,002778 \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana :

$Q$  = Debit (m<sup>3</sup>/detik).

$C$  = Koefisien aliran.

$I$  = Intensitas hujan (mm/jam).

$A$  = Luas daerah aliran (km<sup>2</sup>)

Nilai konstanta = 0,278

2) Debit maksimum menggunakan metode weduwen (Kamiana)

$$Q_{\text{maks}} = \alpha \times \beta \times I \times A \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimana :

$Q_{\text{max}}$  = debit maksimum ( $\text{m}^3/\text{detik}$ )

$\alpha$  = Koefisien Pengairan

$\beta$  = Koefisien Reduksi

$I$  = Intensitas Hujan ( $\text{m}^3/\text{dtk}/\text{km}^2$ )

$A$  = Luas daerah Pengaliran ( $\text{Km}^2$ )

d. Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika dimaksudkan untuk mencari dimensi hidrolis dari saluran drainase dan bangunan-bangunan pelengkapannya. Dalam menentukan besaran dimensi saluran drainase, perlu diperhitungkan kriteria-kriteria perencanaan berdasarkan kaidah-kaidah hidrolika.

e. Kapasitas Saluran

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

$$Q = A_w \cdot V \dots\dots\dots(2.21)$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots\dots\dots(2.22)$$

$$R = \frac{A_w}{P} \dots\dots\dots(2.23)$$

Dimana :

- Q = Debit saluran (m<sup>3</sup>/det).
- A<sub>w</sub> = Luas penampang basah saluran (m<sup>2</sup>).
- V = Kecepatan rata-rata (m/det).
- n = Koefisien kekasaran dinding *manning*.
- R = Jari-jari hidrolis (m).
- S = Kemiringan memanjang saluran. (%)
- P = Keliling basah saluran (m).
- i = Kemiringan saluran samping (%)

f. Kecepatan Pengaliran

Penentuan kecepatan aliran air didalam saluran yang direncanakan didasarkan pada kecepatan minimum yang diperbolehkan agar konstruksi saluran tetap aman. Persamaan *Manning* (Wesli,2008) :

$$V = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots \dots \dots (2.24)$$

Dimana :

V = Kecepatan aliran (jam).

n = Koefisien kekasaran Manning.

R = Jari-jari hidrolis.

S = Kemiringan memanjang saluran.

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

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

g. Dimensi Saluran

Saluran adalah alur tempat aliran air yang sengaja dibuat manusia, secara umum alirannya adalah *steady flow* (aliran tetap) (Diseminasi dan Sosialisasi Keteknikan Ditjen Cipta Karya, 2011). Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan bentuk saluran adalah :

- 1) Tata guna lahan yang akan berpengaruh terhadap ketersediaan tanah.
- 2) Kemampuan pengaliran dengan memperhatikan bahan saluran.
- 3) Kemudahan pembuatan dan pemeliharaan.

Adapun bentuk-bentuk penampang saluran yang biasa diterapkan adalah :

- 1) Trapesium.
- 2) Segi empat.
- 3) Lingkaran.
- 4) Setengah lingkaran

Dimensi saluran harus mampu mengalirkan debit rencana atau dengan kata lain debit yang dialirkan oleh saluran ( $Q_s$ ) sama atau lebih besar dari debit rencana ( $Q_{rencana}$ ) (Wesli, 2008).

$$Q_s \geq Q_{rencana} \dots\dots\dots (2.25)$$

Debit suatu penampang saluran ( $Q_s$ ) dapat diperoleh dengan menggunakan rumus dibawah ini.

$$Q_s = A_s \cdot V \dots\dots\dots (2.26)$$

Dimana :

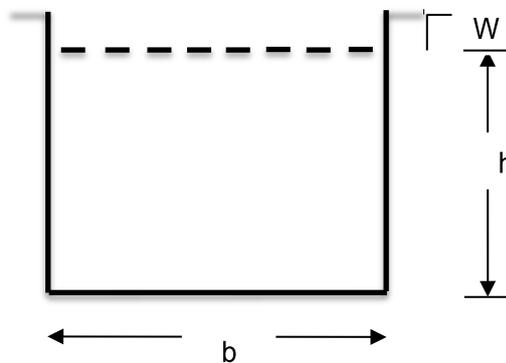
$Q_s$  = Debit suatu penampang.

$A_s$  = Luas penampang.

$V$  = Kecepatan aliran.

### 2.3.8. Penampang Persegi Panjang

Untuk menghitung luas penampang saluran persegi panjang, tinggi saluran, lebar saluran, keliling saluran dan lain-lain, dapat digunakan rumus sebagai berikut (Triatmodjo, 2008) :



Gambar 2.3 : Penampang Persegi Panjang

Sumber: (Triatmodjo, 2008)

a. Menghitung luas penampang saluran.

$$A_s = \frac{Q_{\text{rata-rata}}}{V} \dots\dots\dots (2.27)$$

b. Menghitung tinggi saluran.

$$h = \sqrt{As} \dots\dots\dots (2.28)$$

c. Menghitung lebar saluran.

$$b = \sqrt{As} \dots\dots\dots (2.29)$$

d. Menghitung keliling basah saluran.

$$P_s = b + 2 h \dots\dots\dots (2.30)$$

e. Menghitung luas penampang saluran.

$$A = b + h \dots\dots\dots (2.31)$$

f. Menghitung jari - jari hidrolis.

$$R_s = \frac{As}{P_s} \dots\dots\dots (2.32)$$

g. Menghitung tinggi jagaan.

$$w = \sqrt{\frac{h}{2}} \dots\dots\dots (2.33)$$

### 2.3.9. Penampang Trapesium

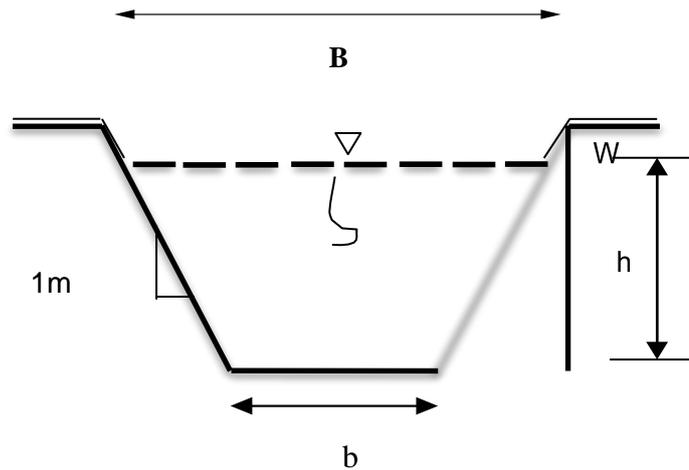
Untuk menghitung luas penampang basah saluran trapesium, keliling basah, jari-jari hidrolis, debit saluran dan tinggi jagaan pada saluran trapesium dapat digunakan rumus sebagai berikut (Triatmodjo, 2008) :

a. Menghitung Luas Penampang Basah (A) dengan satuan (m).

$$A = (b + mh) h \dots\dots\dots (2.34)$$

b. Menghitung Lebar dasar (b) dengan satuan (m).

$$b = \frac{2}{3} h\sqrt{3} \dots\dots\dots (2.35)$$



Gambar 2.4 : Penampang Trapesium

Sumber: (Triatmodjo, 2008)

c. Menghitung Keliling Basah (Ps) dengan satuan (m).

$$Ps = b + 2h\sqrt{1 + m^2} \dots\dots\dots (2.36)$$

d. Menghitung Jari-jari Hidrolis (Rs) dengan satuan (m).

$$Rs = A/P \dots\dots\dots (2.37)$$

e. Debit Saluran (Qs) dengan satuan (m<sup>3</sup>/detik)

$$Qs = A \times V = A \times \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots (2.38)$$

f. Tinggi Jagaan (W) dengan satuan (m).

$$w = \sqrt{\frac{h}{2}} \dots \dots \dots (2.39)$$

g. Lebar Puncak (B) dengan satuan (m).

$$B = b + 2 \times m \times h \dots \dots \dots (2.40)$$

Dimana :

b = Lebar saluran (m).

h = Tinggi saluran(m).

m = Kemiringan talud (m).

Ps = Keliling basah saluran (m<sup>3</sup>).

Rs= Jari - jari hidrolis (m).

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

W = Tinggi jagaan (m).

B = Lebar Puncak (m)

As= Luas penampang saluran

V = Kecepatan aliran

S = Standar deviasi

Qs= Debit saluran (m<sup>3</sup>/dt).

### 2.3.10. Penampang Lingkaran

Untuk menghitung luas penampang saluran berbentuk lingkaran, diameter saluran, jari-jari hidrolis, dapat digunakan rumus sebagai berikut:

- a. Menghitung luas penampang saluran.

$$A_s = L (\beta - 2\alpha) + L(ATB) \dots\dots\dots (2.41)$$

- b. Menghitung tinggi selokan yang tergenang air

$$h = 0,95 D \dots\dots\dots (2.42)$$

- c. Menghitung keliling basah saluran

$$P_s = \beta / 360 \times 2\pi r \dots\dots\dots (2.43)$$

- d. Menghitung jari-jari hidrolis

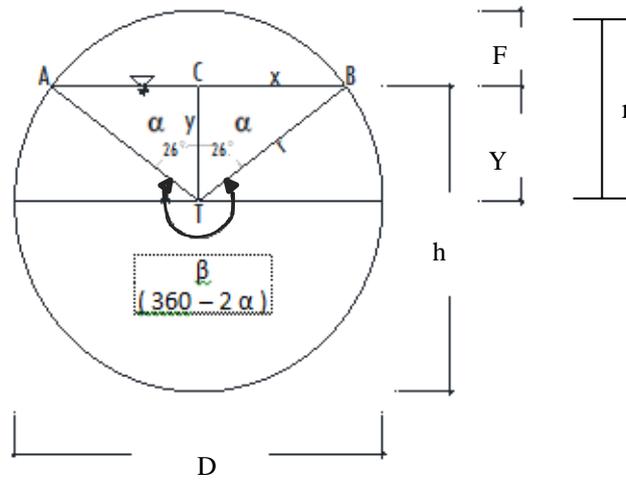
$$R_s = \frac{A_s}{P} \dots\dots\dots (2.44)$$

- e. Menghitung tinggi jagaan

$$F = 0,05 D \dots\dots\dots (2.45)$$

- f. Menghitung debit kontrol

$$Q_s = A_s \times V \dots\dots\dots (2.46)$$



Gambar 2.5 Penampang Lingkaran

Sumber : Data Olahan, 2020

Dimana :

$D$  = Diameter saluran (m)

$h$  = Tinggi selokan yang tergenang air (m)

$P_s$  = Keliling basah saluran ( $m^3$ )

$R_s$  = Jari-jari hidrolis (m)

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

$F$  = Tinggi jagaan (m)

## **BAB III**

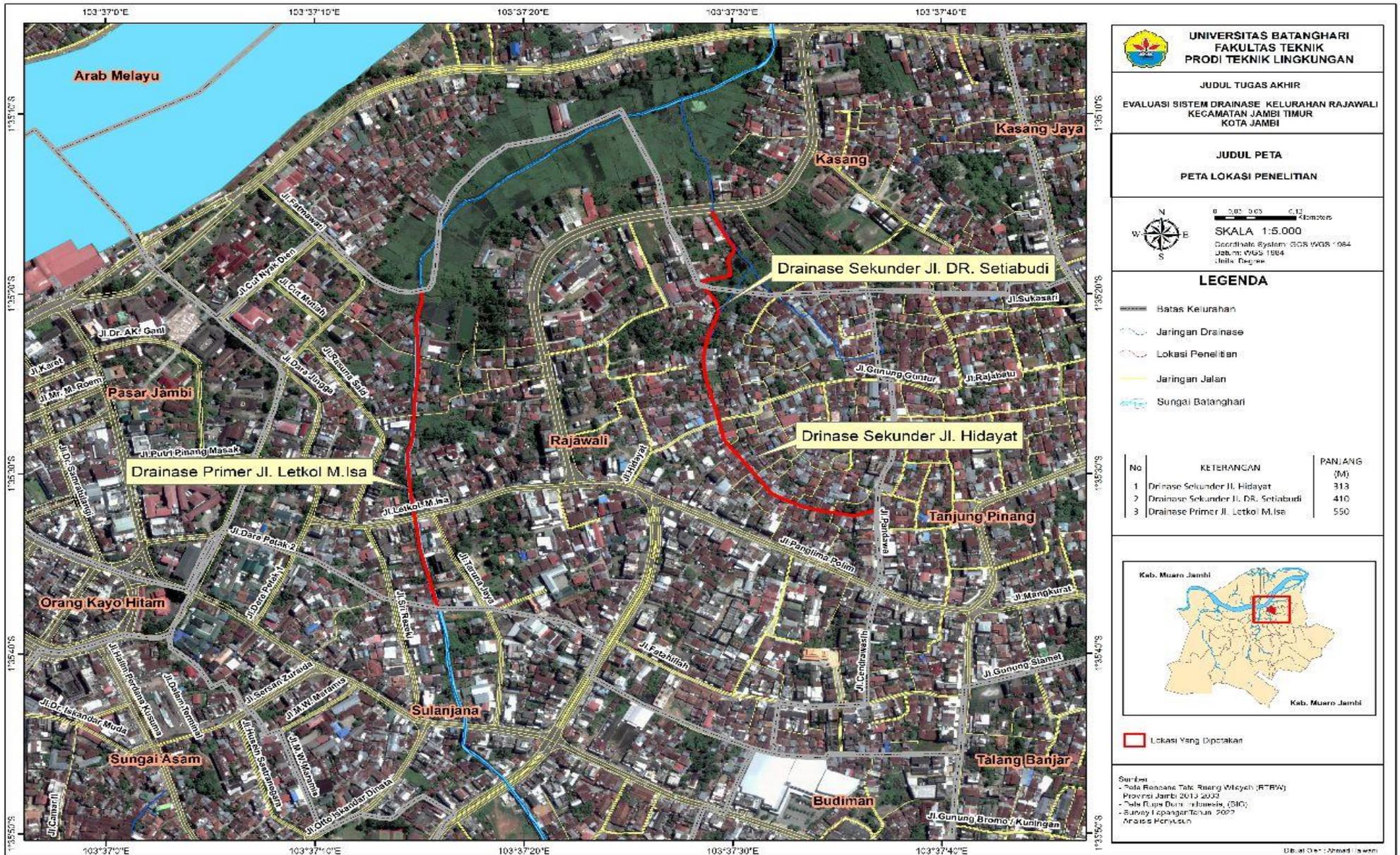
### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Jenis Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan menganalisis kondisi eksisting saluran drainase di Kelurahan Rajawali, serta melakukan perhitungan kesesuaian dimensi saluran eksisting dengan debit air limpasan maksimum serta melakukan desain ulang saluran drainase jika debit air limpasan tidak sesuai dengan dimensi eksisting.

#### **3.2. Lokasi Dan Waktu Penelitian**

Lokasi Penelitian ini dilakukan berada di kelurahan Rajawali Kecamatan Jambi Timur. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Maret s.d Agustus 2022. Adapun letak lokasi penelitian dan denah perumahan dilihat pada gambar 3.1 sebagai berikut :



Gambar 3.1: Peta Lokasi Penelitian

### **3.3. Gambaran Umum Lokasi Saluran Drainase**

Kecamatan Jambi Timur merupakan salah satu kecamatan di Kota Jambi yang memiliki luas wilayah 15,74 km<sup>2</sup>. Jumlah penduduk Kecamatan Jambi Timur sebanyak 67.233 jiwa. Letak astronomis Kecamatan Jambi Timur adalah - 1° 35' 17.69" Lintang Selatan dan +103° 40' 52.88" Bujur Timur, serta berada pada ketinggian rata-rata 10 sampai 12 meter di atas permukaan laut.

Kecamatan Jambi Timur berbatasan dengan :

- a. Sebelah Utara dengan Sungai Batanghari
- b. Sebelah selatan dengan Kecamatan Jambi Selatan
- c. Sebelah Barat dengan Kecamatan Pasar Jambi
- d. Sebelah Timur dengan Kabupaten Muaro Jambi.

e. Batas-batas Kelurahan di Kecamatan Jambi timur, yaitu :

Tabel 3.1. Batas – batas Kelurahan di Kecamatan Jambi Timur

| Kelurahan      | Utara          | Selatan     | Timur            | Barat          |
|----------------|----------------|-------------|------------------|----------------|
| Sulanjana      | Rajawali       | Sungai Asam | Budiman          | Pasar<br>Jambi |
| Budiman        | Rajawali       | Pasar Baru  | Talang<br>Banjar | Sulanjana      |
| Talang Banjar  | Tj. Pinang     | Wijaya Pura | P. Selincih      | Budiman        |
| Tanjung Sari   | Kasang<br>Jaya | Tl. Banjar  | P. Selincih      | Tj. Pinang     |
| Tanjung Pinang | Kasang<br>Jaya | Tl. Banjar  | Tanjung<br>Sari  | Rajawali       |
| Rajawali       | Kasang         | Sulanjana   | Pasar Jambi      | Tj. Pinang     |
| Kasang         | Pelayangan     | Rajawali    | Kasang Jaya      | Pasar<br>Jambi |
| Kasang Jaya    | Sijenjang      | Talang Sari | Sijenjang        | Kasang         |
| Sijenjang      | Tj. Johor      | P. Selincih | Desa<br>Kumpeh   | Kasang         |

Jumlah Penduduk, Luas Wilayah dan Kepadatan Penduduk di rinci per Kelurahan di Kecamatan Jambi Timur, yaitu :

Tabel 3.2 Jumlah Penduduk, Luas Wilayah dan Kepadatan Penduduk di rinci per Kelurahan di Kecamatan Jambi Timur

| Kelurahan      | Penduduk | Luas Wilayah<br>Area (Km <sup>2</sup> ) | Kepadatan<br>Penduduk Density<br>(per Km <sup>2</sup> ) |
|----------------|----------|---|---|
| Sulanjana      | 4.187    | 0.45                                    | 9.304   |
| Budiman        | 4.537    | 0.63                                    | 7 201   |
| Talang Banjar  | 14.443   | 1.35                                    | 10.69   |
| Tanjung Sari   | 7.756    | 0.74                                    | 10.481  |
| Tanjung Pinang | 12.200   | 0.95                                    | 12.842  |
| Rajawali       | 7.803    | 0.32                                    | 24.384  |
| Kasang         | 5.699    | 1.64                                    | 3.475   |
| Kasang Jaya    | 6.653    | 1.78                                    | 3.737   |
| Sijenjang      | 3.919    | 7.88                                    | 497.3   |

Kecamatan Jambi Timur terdiri dari 221 Rukun Tetangga, yaitu :

- f. Kelurahan Sulanjana : 16 RT
- g. Kelurahan Budiman : 20 RT
- h. Kelurahan Talang Banjar : 35 RT
- i. Kelurahan Payo Selincan : 29 RT

- j. Kelurahan Tanjung Sari : 25 RT
- k. Kelurahan Tanjung Pinang : 33 RT
- l. Kelurahan Rajawali : 25 RT
- m. Kelurahan Kasang : 13 RT
- n. Kelurahan Kasang Jaya : 15 RT
- o. Kelurahan Sijenjang : 10 RT

### **3.4. Data Penelitian**

Penelitian ini terdiri dari beberapa bagianantara lain :

#### **a. Data Primer**

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung di lapangan dengan cara pengamatan, dan pengukuran saluran drainase yang telah ada sesuai dengan kondisi pada saat dilakukannya penelitian, Adapun data yang di peroleh adalah:

- 1) Kapasitas Saluran Eksiting
- 2) Dimensi Saluran Drainase

#### **b. Data Sekunder**

Data sekunder dalam penelitian ini adalah data curah hujan dengan rentang waktu selama 10 tahun terakhir yang dapat diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Kota Jambi.

### **3.5. Analisa Data**

Data-data yang diperoleh dari instansi terkait dan hasil survey lapangan yang akan dihitung guna dilakukan analisa data sehingga dapat diperoleh kesimpulan akhir yang berarti. Beberapa pengolahan data tersebut berupa:

a. Perhitungan Curah Hujan

Menghitung curah hujan rata-rata dan menganalisa curah hujan rencana dengan menggunakan analisa frekuensi Distribusi Log – Person III Selanjutnya intensitas curah hujan rencana dihitung menggunakan persamaan Mononobe.

b. Untuk perhitungan debit banjir rencana dan eksisting proyek 5 tahun.

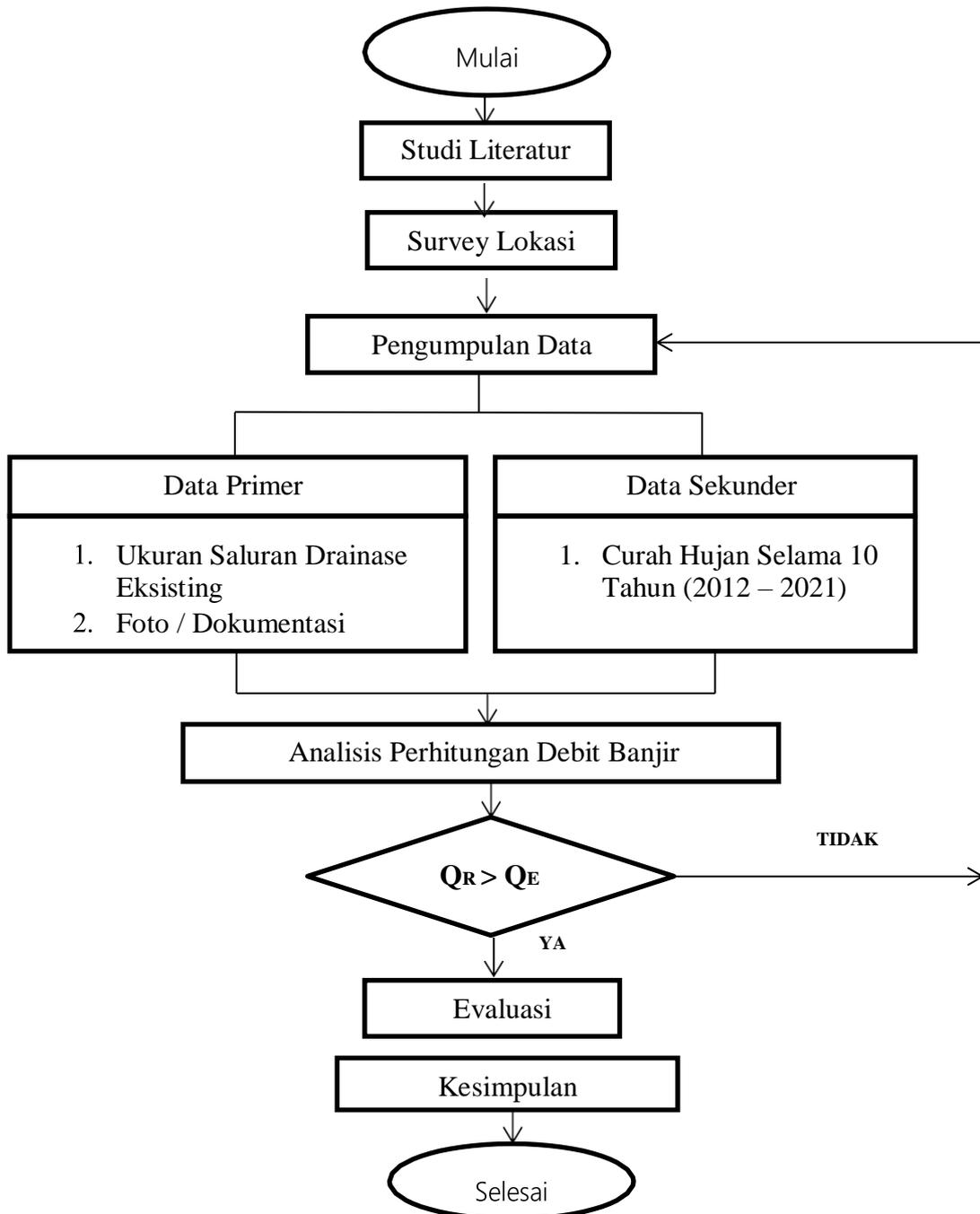
c. Menghitung dimensi dan mendesain sistem drainase

### **3.6. Alur Penelitian**

Alur penelitian yang di rencanakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Survey saluran drainase eksisting
2. Pengumpulan data curah hujan
3. Perhitungan debit saluran drainase dan rencana
4. Analisis dan evaluasi kapasitas saluran darainase
5. Desain saluran drainase

Selanjutnya alur penelitian digambarkan dalam bentuk bagan sebagai berikut:



Gambar 3.2

Diagram Alur Penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Analisis Frekuensi Curah Hujan

Menghitung debit dengan periode ulang tertentu, diperlukan juga hujan maksimum dengan periode ulang tertentu digunakan metode perhitungan distribusi log person III.

##### 4.1.1 Perhitungan Distribusi Log Person III

$$\text{Dari data curah hujan didapat } \bar{X} = \frac{\sum \text{Log } X_i}{n} = \frac{25,185}{10} = 2,518 \text{ mm}$$

$$\text{Deviasi Standar ( S )} = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } x_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,045549}{10-1}} = 0,071$$

$$\text{Koefisien Kemencengan ( G )} = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10 \times (-0,002158)}{(9)(8) \times 0,071^3} = -0,837$$

Tabel 4.1. Hasil Curah Hujan Distribusi Log-Person III

| No | Tahun     | Curah Hujan<br>Maks (Xi)<br>(mm) | (Log<br>Xi) | (Log Xi -<br>Log X ) | (Log Xi -<br>Log X ) <sup>2</sup> | (Log Xi -<br>Log X ) <sup>3</sup> |
|----|-----------|----------------------------------|-------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1  | 2012      | 389,00                           | 2,590       | 0,072                | 0,005136                          | 0,000368                          |
| 2  | 2013      | 322,50                           | 2,509       | -0,010               | 0,000095                          | -0,000001                         |
| 3  | 2014      | 277,00                           | 2,442       | -0,076               | 0,005747                          | -0,000436                         |
| 4  | 2015      | 326,00                           | 2,513       | -0,005               | 0,000026                          | 0,000000                          |
| 5  | 2016      | 338,10                           | 2,529       | 0,011                | 0,000116                          | 0,000001                          |
| 6  | 2017      | 345,20                           | 2,538       | 0,020                | 0,000391                          | 0,000008                          |
| 7  | 2018      | 234,00                           | 2,369       | -0,149               | 0,022222                          | -0,003313                         |
| 8  | 2019      | 340,00                           | 2,531       | 0,013                | 0,000174                          | 0,000002                          |
| 9  | 2020      | 421,40                           | 2,625       | 0,106                | 0,011323                          | 0,001205                          |
| 10 | 2021      | 343,70                           | 2,536       | 0,018                | 0,000320                          | 0,000006                          |
|    | Jumlah    | 3336,80                          | 25,183      |                      | 0,045546                          | -0,002159                         |
|    | $\bar{X}$ | 333,69                           | 2,518       |                      |                                   |                                   |
|    | S         | 0,071                            |             |                      |                                   |                                   |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

#### 4.1.2 Analisis Curah Hujan Rencana Distribusi Log Person III :

a. Untuk T = 2Tahun

$$K_T = 0,132$$

$$\begin{aligned} \text{Log } X_T &= \overline{\text{Log } X} + (K_T \times S) \\ &= 2,518 + (0,132 \times 0,071) \\ &= 2,528 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$X_T = 337,036 \text{ mm}$$

Untuk hasil perhitungan curah hujan rencana selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut :

Tabel 4.2. Hasil Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log-Person III

| No | Periode Ulang (T) |       | Curah Hujan ( $X_T$ )      |                   |       |         |
|----|-------------------|-------|----------------------------|-------------------|-------|---------|
|    | Tahun             | $K_T$ | $\overline{\text{Log } X}$ | $\text{Log } X_T$ | S     | (mm)    |
| 1  | 2                 | 0,132 | 2,518                      | 2,528             | 0,071 | 337,036 |
| 2  | 5                 | 0,856 | 2,518                      | 2,579             | 0,071 | 379,475 |
| 3  | 10                | 1,166 | 2,518                      | 2,601             | 0,071 | 399,242 |
| 4  | 20                | 1,448 | 2,518                      | 2,621             | 0,071 | 418,117 |
| 5  | 50                | 1,606 | 2,518                      | 2,633             | 0,071 | 429,080 |
| 6  | 100               | 1,733 | 2,518                      | 2,642             | 0,071 | 438,100 |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

Dari hasil analisis distribusi frekuensi hujan tersebut diatas, maka yang digunakan periode ulang 10 Tahun terlihat bahwa distribusi metode log person III curah hujan sebesar 399,242 mm.

#### 4.2. Perhitungan Intensitas Curah Hujan ( I )

Untuk hujan yang terjadi selama 5 menit sampai 2 jam, persamaan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 2, 5, 10, 20, 50 dan 100 Tahun dapat dilihat pada tabel 4.4. sebagai berikut :

a. Intensitas Curah Hujan

Periode Ulang 2 Tahun

$$I_{2 \text{ Tahun}} = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} = \frac{225,745 \text{ mm}}{24} \left(\frac{24}{2}\right)^{2/3} = 49,301 \text{ mm/jam}$$

b. Intensitas Curah Hujan

Periode Ulang 5 Tahun

$$I_{5 \text{ Tahun}} = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} = \frac{346,364 \text{ mm}}{24} \left(\frac{24}{5}\right)^{2/3} = 41,065 \text{ mm/jam}$$

c. Intensitas Curah Hujan

Periode Ulang 10 Tahun

$$I_{10 \text{ Tahun}} = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} = \frac{447,995 \text{ mm}}{24} \left(\frac{24}{10}\right)^{2/3} = 33,460 \text{ mm/jam}$$

d. Intensitas Curah Hujan

Periode Ulang 20 Tahun

$$I_{20 \text{ Tahun}} = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} = \frac{560,056 \text{ mm}}{24} \left(\frac{24}{20}\right)^{2/3} = 26,351 \text{ mm/jam}$$

e. Intensitas Curah Hujan

Periode Ulang 50 Tahun

$$I_{50 \text{ Tahun}} = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} = \frac{724,988 \text{ mm}}{24} \left(\frac{24}{50}\right)^{2/3} = 18,518 \text{ mm/jam}$$

f. Intensitas Curah Hujan

Periode Ulang 100 Tahun

$$I_{100 \text{ Tahun}} = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} = \frac{862,760 \text{ mm}}{24} \left(\frac{24}{100}\right)^{2/3} = 13,883 \text{ mm/jam}$$

Tabel 4.3. Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 2 Tahun

| t       | I          | Log t  | Log I  | Log t x Log I | Log t <sup>2</sup> | t x I     | I <sup>2</sup> | t x I <sup>2</sup> | √t     | I x √t   | I <sup>2</sup> x √t |
|---------|------------|--------|--------|---------------|--------------------|-----------|----------------|--------------------|--------|----------|---------------------|
| (menit) | (mm/menit) |        |        |               |                    |           |                |                    |        |          |                     |
| 5       | 225,738    | 0,699  | 2,354  | 1,645         | 0,489              | 1128,726  | 50960,898      | 254804,490         | 2,236  | 504,782  | 113952,032          |
| 10      | 168,951    | 1,000  | 2,228  | 2,228         | 1,000              | 1689,559  | 28546,099      | 285460,993         | 3,162  | 534,285  | 90270,692           |
| 20      | 117,822    | 1,301  | 2,071  | 2,695         | 1,693              | 2356,506  | 13882,799      | 277655,971         | 4,472  | 526,931  | 62085,763           |
| 30      | 93,454     | 1,477  | 1,971  | 2,911         | 2,182              | 2803,706  | 8734,186       | 262025,567         | 5,477  | 511,884  | 47839,105           |
| 40      | 78,739     | 1,602  | 1,896  | 3,038         | 2,567              | 3149,643  | 6200,159       | 248006,353         | 6,325  | 498,002  | 39213,248           |
| 60      | 61,356     | 1,778  | 1,788  | 3,179         | 3,162              | 3681,457  | 3764,757       | 225885,443         | 7,746  | 475,274  | 29161,685           |
| 80      | 51,159     | 1,903  | 1,709  | 3,252         | 3,622              | 4092,849  | 2617,408       | 209392,613         | 8,944  | 457,594  | 23410,806           |
| 120     | 39,376     | 2,079  | 1,595  | 3,317         | 4,323              | 4725,285  | 1550,578       | 186069,325         | 10,954 | 431,358  | 16985,728           |
| Jumlah  | 836,595    | 11,840 | 15,611 | 22,264        | 19,036             | 23627,731 | 116256,883     | 1949300,755        | 49,317 | 3940,111 | 422919,058          |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

Tabel 4.4 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 5 Tahun

| t<br>(menit) | I<br>(mm/menit) | Log t  | Log I  | Log t x Log I | Log t <sup>2</sup> | t x I     | I <sup>2</sup> | t x I <sup>2</sup> | √ t    | I x √ t  | I <sup>2</sup> x √ t |
|--------------|-----------------|--------|--------|---------------|--------------------|-----------|----------------|--------------------|--------|----------|----------------------|
| 5            | 346,354         | 0,699  | 2,540  | 1,775         | 0,489              | 1731,818  | 119967,783     | 599838,917         | 2,236  | 774,493  | 268256,119           |
| 10           | 259,224         | 1,000  | 2,414  | 2,414         | 1,000              | 2592,311  | 67200,783      | 672007,834         | 3,162  | 819,761  | 212507,536           |
| 20           | 180,776         | 1,301  | 2,257  | 2,937         | 1,693              | 3615,616  | 32681,696      | 653633,919         | 4,472  | 808,476  | 146156,987           |
| 30           | 143,388         | 1,477  | 2,157  | 3,185         | 2,182              | 4301,761  | 20561,272      | 616838,159         | 5,477  | 785,390  | 112618,725           |
| 40           | 120,810         | 1,602  | 2,082  | 3,336         | 2,567              | 4832,537  | 14595,883      | 583835,326         | 6,325  | 764,091  | 92312,470            |
| 60           | 94,139          | 1,778  | 1,974  | 3,510         | 3,162              | 5648,505  | 8862,670       | 531760,172         | 7,746  | 729,219  | 68649,943            |
| 80           | 78,494          | 1,903  | 1,895  | 3,606         | 3,622              | 6279,708  | 6161,677       | 492934,164         | 8,944  | 702,093  | 55111,715            |
| 120          | 60,415          | 2,079  | 1,781  | 3,703         | 4,323              | 7250,063  | 3650,237       | 438028,477         | 10,954 | 661,837  | 39986,346            |
| Jumlah       | 1283,600        | 11,840 | 17,099 | 24,465        | 19,036             | 36252,320 | 273682,002     | 4588876,968        | 49,317 | 6045,360 | 995599,842           |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

Tabel 4.5. Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 10 Tahun

| t<br>(menit) | I<br>(mm/menit) | Log t  | Log I  | Log t x Log I | Log t <sup>2</sup> | t x I     | I <sup>2</sup> | t x I <sup>2</sup> | √t     | I x √t   | I <sup>2</sup> x √t |
|--------------|-----------------|--------|--------|---------------|--------------------|-----------|----------------|--------------------|--------|----------|---------------------|
| 5            | 447,983         | 0,699  | 2,651  | 1,853         | 0,489              | 2239,977  | 200699,882     | 1003499,41         | 2,236  | 1001,748 | 448778,579          |
| 10           | 335,287         | 1,000  | 2,525  | 2,525         | 1,000              | 3352,960  | 112423,427     | 1124234,266        | 3,162  | 1060,299 | 355514,090          |
| 20           | 233,820         | 1,301  | 2,369  | 3,082         | 1,693              | 4676,528  | 54674,783      | 1093495,658        | 4,472  | 1045,703 | 244513,063          |
| 30           | 185,462         | 1,477  | 2,268  | 3,350         | 2,182              | 5564,005  | 34397,942      | 1031938,261        | 5,477  | 1015,844 | 188405,288          |
| 40           | 156,259         | 1,602  | 2,194  | 3,515         | 2,567              | 6250,524  | 24418,156      | 976726,232         | 6,325  | 988,295  | 154433,977          |
| 60           | 121,762         | 1,778  | 2,086  | 3,708         | 3,162              | 7305,918  | 14826,787      | 889607,1991        | 7,746  | 943,190  | 114847,796          |
| 80           | 101,526         | 1,903  | 2,007  | 3,819         | 3,622              | 8122,331  | 10308,166      | 824653,2997        | 8,944  | 908,104  | 92199,042           |
| 120          | 78,143          | 2,079  | 1,893  | 3,936         | 4,323              | 9377,413  | 6106,658       | 732798,9331        | 10,954 | 856,037  | 66895,084           |
| Jumlah       | 1660,242        | 11,840 | 17,993 | 25,788        | 19,036             | 46889,655 | 457855,800     | 7676953,259        | 49,317 | 7819,220 | 1665586,919         |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

Tabel 4.6. Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 20 Tahun

| t<br>(menit) | I<br>(mm/menit) | Log t  | Log I  | Log t x Log I | Log t <sup>2</sup> | t x I     | I <sup>2</sup> | t x I <sup>2</sup> | √t     | I x √t   | I <sup>2</sup> x √t |
|--------------|-----------------|--------|--------|---------------|--------------------|-----------|----------------|--------------------|--------|----------|---------------------|
| 5            | 560,041         | 0,699  | 2,748  | 1,921         | 0,489              | 2800,278  | 313662,283     | 1568311,416        | 2,236  | 1252,322 | 701370,187          |
| 10           | 419,155         | 1,000  | 2,622  | 2,622         | 1,000              | 4191,660  | 175700,097     | 1757000,965        | 3,162  | 1325,519 | 555612,490          |
| 20           | 292,307         | 1,301  | 2,466  | 3,208         | 1,693              | 5846,300  | 85448,068      | 1708961,367        | 4,472  | 1307,272 | 382135,379          |
| 30           | 231,853         | 1,477  | 2,365  | 3,494         | 2,182              | 6955,768  | 53758,562      | 1612756,856        | 5,477  | 1269,944 | 294447,770          |
| 40           | 195,345         | 1,602  | 2,291  | 3,670         | 2,567              | 7814,011  | 38161,729      | 1526469,158        | 6,325  | 1235,504 | 241355,966          |
| 60           | 152,219         | 1,778  | 2,182  | 3,881         | 3,162              | 9133,398  | 23171,931      | 1390315,840        | 7,746  | 1179,117 | 179489,003          |
| 80           | 126,922         | 1,903  | 2,104  | 4,003         | 3,622              | 10154,026 | 16110,039      | 1288803,133        | 8,944  | 1135,255 | 144092,571          |
| 120          | 97,689          | 2,079  | 1,990  | 4,137         | 4,323              | 11723,050 | 9543,744       | 1145249,235        | 10,954 | 1070,163 | 104546,473          |
| Jumlah       | 2075,532        | 11,840 | 18,768 | 26,936        | 19,036             | 58618,491 | 715556,452     | 11997867,970       | 49,317 | 9775,096 | 2603049,839         |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

Tabel 4.7. Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 50 Tahun

| T       | I          | Log t  | Log I  | Log t x Log I | Log t <sup>2</sup> | t x I     | I <sup>2</sup> | t x I <sup>2</sup> | √t     | I x √t    | I <sup>2</sup> x √t |
|---------|------------|--------|--------|---------------|--------------------|-----------|----------------|--------------------|--------|-----------|---------------------|
| (menit) | (mm/menit) |        |        |               |                    |           |                |                    |        |           |                     |
| 5       | 724,969    | 0,699  | 2,860  | 1,999         | 0,489              | 3624,940  | 525607,723     | 2628038,614        | 2,236  | 1621,123  | 1175294,598         |
| 10      | 542,593    | 1,000  | 2,734  | 2,734         | 1,000              | 5426,074  | 294422,800     | 2944227,999        | 3,162  | 1715,875  | 931046,643          |
| 20      | 378,390    | 1,301  | 2,578  | 3,354         | 1,693              | 7567,995  | 143186,373     | 2863727,456        | 4,472  | 1692,255  | 640348,926          |
| 30      | 300,132    | 1,477  | 2,477  | 3,659         | 2,182              | 9004,193  | 90083,879      | 2702516,382        | 5,477  | 1643,933  | 493409,728          |
| 40      | 252,873    | 1,602  | 2,403  | 3,850         | 2,567              | 10115,183 | 63948,076      | 2557923,03         | 6,325  | 1599,351  | 404443,143          |
| 60      | 197,047    | 1,778  | 2,295  | 4,080         | 3,162              | 11823,120 | 38829,488      | 2329769,251        | 7,746  | 1526,358  | 300771,917          |
| 80      | 164,300    | 1,903  | 2,216  | 4,217         | 3,622              | 13144,316 | 26995,790      | 2159663,167        | 8,944  | 1469,579  | 241457,682          |
| 120     | 126,458    | 2,079  | 2,102  | 4,370         | 4,323              | 15175,407 | 15992,568      | 1919108,145        | 10,954 | 1385,319  | 175189,804          |
| Jumlah  | 2686,763   | 11,840 | 19,665 | 28,264        | 19,036             | 75881,228 | 1199066,696    | 20104974,044       | 49,317 | 12653,793 | 4361962,440         |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

Tabel 4.8. Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 100 Tahun

| T<br>(menit) | I<br>(mm/menit) | Log t  | Log I  | Log t x Log I | Log t <sup>2</sup> | t x I     | I <sup>2</sup> | t x I <sup>2</sup> | √t     | I x √t    | I <sup>2</sup> x √t |
|--------------|-----------------|--------|--------|---------------|--------------------|-----------|----------------|--------------------|--------|-----------|---------------------|
| 5            | 862,738         | 0,699  | 2,936  | 2,052         | 0,489              | 4313,799  | 744354,577     | 3721772,887        | 2,236  | 1929,190  | 1664427,434         |
| 10           | 645,705         | 1,000  | 2,810  | 2,810         | 1,000              | 6457,208  | 416955,363     | 4169553,628        | 3,162  | 2041,948  | 1318528,629         |
| 20           | 450,297         | 1,301  | 2,653  | 3,452         | 1,693              | 9006,165  | 202777,523     | 4055550,457        | 4,472  | 2013,840  | 906848,651          |
| 30           | 357,167         | 1,477  | 2,553  | 3,771         | 2,182              | 10715,288 | 127574,891     | 3827246,732        | 5,477  | 1956,335  | 698756,456          |
| 40           | 300,928         | 1,602  | 2,478  | 3,971         | 2,567              | 12037,403 | 90561,917      | 3622476,675        | 6,325  | 1903,281  | 572763,853          |
| 60           | 234,493         | 1,778  | 2,370  | 4,214         | 3,162              | 14069,904 | 54989,502      | 3299370,103        | 7,746  | 1816,417  | 425946,849          |
| 80           | 195,522         | 1,903  | 2,291  | 4,360         | 3,622              | 15642,172 | 38230,868      | 3058469,452        | 8,944  | 1748,848  | 341947,280          |
| 120          | 150,490         | 2,079  | 2,178  | 4,527         | 4,323              | 18059,238 | 22648,338      | 2717800,501        | 10,954 | 1648,575  | 248100,107          |
| Jumlah       | 3197,339        | 11,840 | 20,270 | 29,158        | 19,036             | 90301,178 | 1698092,978    | 28472240,434       | 49,317 | 15058,434 | 6177319,259         |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

### 4.3. Data Dimensi eksisting Saluran Drainase

Luas area daerah tangkapan yang diambil pada studi kasus adalah kelurahan Rajawali Kecamatan Jambi Timur. Ada tiga saluran sekunder dalam area pengaliran yang. Berikut data panjang dan luas area eksisting dapat dilihat pada tabel 4.10 :

Tabel 4.9. Data dimensi eksisting saluran sekunder  
Pada Kelurahan Rajawali

| No | Saluran              | Panjang saluran (m) | Lebar saluran (m) | Luas (m <sup>2</sup> ) | km <sup>2</sup> |
|----|----------------------|---------------------|-------------------|------------------------|-----------------|
| 1  | Saluran Sekunder I   | 313                 | 2,3               | 719,9                  | 0,000719        |
| 2  | Saluran Sekunder II  | 410                 | 2,7               | 1107                   | 0,001107        |
| 3  | Saluran Sekunder III | 550                 | 7                 | 3850                   | 0,00385         |

Sumber : Survey lapangan 2022

#### 4.3.1 Mencari Kecepatan Aliran dan Kemiringan Saluran

Berikut langkah mencari kecepatan aliran (V) dan kemiringan saluran (So) dibawah ini :

Tabel 4.10. Kemiringan Saluran dan Kecepatan Aliran

| Kemiringan Rata-rata Dasar Saluran % | Kecepatan Rata-rata (m/detik) |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| Kurang dari 1                        | 0,40                          |
| 1 - 2                                | 0,60                          |
| 2 - 4                                | 0,90                          |
| 4 - 6                                | 1,20                          |
| 6 - 10                               | 1.50                          |
| 10 - 15                              | 2.40                          |

Sumber : Wesli, 2008

1. Mencari kecepatan aliran (V) dan kemiringan saluran (So) untuk Saluran I. ketinggian didapat yang tertinggi 42 meter dan terendah 35 meter, maka :

$$V = \text{kontur tertinggi} - \text{kontur terendah} = 42 - 35 = 7 \text{ meter}$$

Karena beda tinggi kontur tanah 7 meter, maka kecepatan aliran (V) 1,50m/detik untuk Saluran I.

Dengan panjang saluran LS = 315 meter,

$$S_o = \frac{42-35}{315} = 0,0012$$

2. Mencari kecepatan aliran (V) dan kemiringan saluran (So) untuk Saluran II. Ketinggian didapat yang tertinggi 35 meter dan terendah 31 meter, maka :

$$V = \text{kontur tertinggi} - \text{kontur terendah} = 35 - 31 = 4 \text{ meter}$$

Karena beda tinggi kontur tanah 4 meter, maka kecepatan aliran (V) 1,20 m/detik untuk Saluran II.

Dengan panjang saluran LS = 315 meter,

$$S_o = \frac{37-34}{315} = 0,0012$$

3. Mencari kecepatan aliran (V) dan kemiringan saluran (So) untuk Saluran III. Ketinggian didapat yang tertinggi 31 meter dan terendah 26 meter, maka :

$$V = \text{kontur tertinggi} - \text{kontur terendah} = 31 - 26 = 5 \text{ meter}$$

Karena beda tinggi kontur tanah 5 meter, maka kecepatan aliran (V) 1,20m/detik untuk Saluran III.

$$S_o = \frac{31-26}{315} = 0,015$$

#### 4.3.2. Mencari Koefisien Aliran (C)

Berdasarkan hasil survey di lokasi, maka dapat disimpulkan bahwa perumahan atau pemukiman yang ada di Kelurahan Rajawali, Kecamatan Jambi Timur Kota Jambi termasuk perumahan Rapat. Maka dalam perencanaan drainase ini, untuk besarnya nilai koefisien pengaliran (C) diambil sesuai zona, disini penulis mengambil nilai sebesar 0,70. Koefisien pengaliran tersebut didapat dari tabel 4.39.

4.11. Tabel Koefisien Pengaliran C

| Daerah                       | Koefisien aliran ( C ) |
|------------------------------|------------------------|
| Perumahan tidak begitu rapat | 0,25 - 0,40            |
| Perumahan kerapatan sedang   | 0,40 - 0,70            |
| Perumahan rapat              | 0,70 - 0,80            |
| Taman dan - daerah rekreasi  | 0,20 - 0,30            |
| Daerah industry              | 0,80 - 0,90            |
| Daerah perniagaan            | 0,90 - 0,95            |

Sumber : Wesli, 2008

### 4.3.3. Perhitungan Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir suatu aliran. Rumus yang dipakai dalam waktu konsentrasi harga,  $T_o$ ,  $T_d$  dan  $T_c$  dapat diperoleh menggunakan rumus empiris, salah satunya adalah rumus *kirpich*, seperti berikut ini ( Wesli, 2008 ) :

Saluran I :

$$\begin{aligned} T_o &= \frac{0,0195}{60} \times \left( \frac{Ls}{\sqrt{So}} \right)^{0,77} \\ &= \frac{0,0195}{60} \times \left( \frac{315}{\sqrt{0,022}} \right)^{0,77} = 0,118 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_d &= \frac{L_t}{3600 \times V} \\ &= \frac{315}{3600 \times 1,50} = 0,0583 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$T_c = T_o + T_d = 0,118 + 0,0583 = 0,176 \text{ jam}$$

Untuk perhitungan waktu konsentrasi ( $T_o$ ,  $T_d$ ,  $T_c$ ) pada saluran berikutnya dapat dilihat pada tabel 4.13.

### 4.4. Perhitungan Debit Rencana

Adapun rumusan perhitungan debit rencana Metode Rasional dari hasil perhitungan diatas untuk debit banjir rencana ( $Q_{Rencana}$ ) periode ulang 10 tahun pada saluran sebagai berikut :

$$Q_R = 0,002778 \times C \times I \times A$$

$$Q_R = 0,002778 \times 0,77 \times 121,259 \times 24 = 6,225 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Tabel 4.12 Perhitungan Debit Rencana

| Nama Saluran | A (Km <sup>2</sup> ) | LS (m) | V (m/detik) | So    | C    | To (jam) | Td (jam) | Tc (jam) | I (mm/jam)               | Q <sub>R</sub> (m <sup>3</sup> /detik) |
|--------------|----------------------|--------|-------------|-------|------|----------|----------|----------|--------------------------|--|
| Saluran 1    | 0,2400               | 315    | 1,5         | 0,022 | 0,77 | 0,118    | 0,058    | 0,176    | 121,256                  | 6,225                                  |
| Saluran 2    | 0,1850               | 315    | 1,2         | 0,012 | 0,77 | 0,149    | 0,072    | 0,221    | 121,256                  | 4,798                                  |
| Saluran 3    | 0,1250               | 315    | 1,2         | 0,015 | 0,77 | 0,137    | 0,072    | 0,209    | 121,256                  | 3,242                                  |
|              |                      |        |             |       |      |          |          |          | Q <sub>R</sub> total     | 14,265                                 |
|              |                      |        |             |       |      |          |          |          | Q <sub>R</sub> rata-rata | 4,755                                  |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

Perhitungan Debit maksimum

Dicoba  $t = 3$  jam dan hitung  $\beta$ , I, a dan t sebagai berikut: Koefisien reduksi ( $\beta$ )

dengan rumus:

$$\begin{aligned} \beta &= \frac{120 + \frac{t+1}{t+9} \times A}{120+A} \\ &= \frac{120 + \frac{3+1}{3+9} \times 24}{120+24} = 0,85 \end{aligned}$$

Nilai Intensitas hujan luas daerah kurang dari 100 km<sup>2</sup> dan lama hujan kurang dari 12 jam :

$$I = \frac{67,65}{t+1,45}$$

$$= \frac{67,65}{3+1,45} = 15,20 \text{ (m}^3/\text{dtk/Km}^2\text{)}$$

Koefisien pengaliran ( $\alpha$ ) dengan rumus:

$$\alpha = 1 - \frac{4,1}{I+7}$$

$$= 1 - \frac{4,1}{15,20+7} = 0,815$$

Lamanya hujan (t dalam satuan jam) dengan rumus :

$$t = \frac{0,476 \times A^{3/8}}{(\alpha \times \beta \times I)^{1/8} \times (S)^{1/4}}$$

$$= \frac{0,476 \times 24^{3/8}}{(0,815 \times 0,85 \times 15,20)^{1/8} \times (0,005)^{1/4}} = 4,39$$

Hitung Qmaks

$$Q_{\text{maks}} = \alpha \times \beta \times I \times A$$

$$= 0,815 \times 0,85 \times 15,20 \times 24$$

$$= 252,71 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Untuk perhitungan debit maksimum selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.14

Tabel 4.13. Perhitungan Debit maksimum

| No              | nama saluran | A (km) | $\beta$ | I (m/dtk/km) | A     | T    | Qmaks (m/detik) |
|-----------------|--------------|--------|---------|--------------|-------|------|-----------------|
| 1               | Saluran 1    | 24     | 0,85    | 15,2         | 0,815 | 4,39 | 252,71          |
| 2               | Saluran 2    | 18,5   | 0,91    | 15,2         | 0,815 | 3,94 | 208,55          |
| 3               | Saluran 3    | 12,5   | 0,93    | 15,2         | 0,815 | 3,4  | 144,01          |
| Qmaks total     |              |        |         |              |       |      | 605,27          |
| Qmaks rata-rata |              |        |         |              |       |      | 201,77          |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

#### 4.5. Perhitungan Debit Eksisting

Perhitungan debit saluran eksisting menggunakan debit rencana rata-rata. Ukuran eksisting drainase berpenampang persegi panjang dengan lebar 2 m, tinggi 0,60 m. Dinding saluran beton dengan nilai koefisien *manning* 0,013. Debit rencana 4,693 m<sup>3</sup>/det. Berikut perhitungan dimensi saluran sebagai berikut :

##### 4.5.1. Penampang Persegi Panjang

- a. Lebar saluran  $b = 2\text{m}$
- b. Tinggi saluran  $h = 0,60\text{m}$
- c. Tinggi jagaan

$$F = 10\% \times h$$

$$F = 10\% \times 0,60 \text{ m} = 0,060\text{m}$$

d. Kemiringan(S)

Titik kontur tertinggi = 42 m

Titik kontur terendah = 35 m

Jarak = 945m

$$S = \frac{\text{Elevasi Teringgi} - \text{Elevasi Terendah}}{\text{Jarak}}$$

$$S = \frac{42-35}{945} = 0,0074 \text{ m}$$

e. Mencari luas penampang saluran

$$A = b \times h = 2 \times 0,60 = 1,2 \text{ m}^2$$

f. Mencari kelilingbasah

$$P = b + 2 h = 2 + (2 \times 0,60) = 3,20 \text{ m}^2$$

g. Mencari jari-jarihidraulis

$$R = \frac{A}{P} = \frac{1,2}{3,20} = 0,375$$

h. Mencari debitkontrol

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,013} \times 0,375^{\frac{2}{3}} \times 0,0074^{\frac{1}{2}} = 3,441 \text{ m/detik}$$

$$Q = A \times V$$

$$Q = 1,2 \times 3,441 = 4,129 \text{ m}^3/\text{detik} \leq Q_R = 4,323 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil perhitungan debit eksisting ( $Q_E$ ) di dapat  $4,129 \text{ m}^3/\text{detik}$  lebih kecil dari ( $Q_R$ )  $4,755 \text{ m}^3/\text{detik}$  (Tidak Aman) maka perlu direncanakan desain pada dimensi saluran yang lebih aman.

#### 4.6. Perhitungan Rencana Desain Saluran Drainase

##### 4.6.1. Penampang Persegi Panjang

Direncanakan penampang persegi panjang dengan data sebagai berikut :

- a. Lebar saluran  $B = 2,2\text{m}$
  - b. Tinggi saluran  $H = 1,2\text{m}$
  - c. Tinggi jagaan  $F = 10\% \times h$
- $F = 10\% \times = 0,120 \text{ m}$
- d. Kemiringan(S)

Titik kontur tertinggi = 42 m

Titik kontur terendah = 26 m

Jarak = 945m

$$S = \frac{\text{Elevasi Teringgi} - \text{Elevasi Terendah}}{\text{Jarak}}$$

$$S = \frac{42-26}{945} = 0,0169 \text{ m}$$

- e. Mencari luas penampang saluran
- f.  $A = B \times H = 2,2 \times 1,20 = 2,64\text{m}^2$
- g. Mencari kelilingbasah
- h.  $P = B + 2 H = 2,2 + (2 \times 1,20) = 4,6 \text{ m}^2$

- i. Mencari jari – jari hidraulis

$$R = \frac{A}{P} = \frac{2,64}{4,6} = 0,574$$

- j. Mencari debit kontrol

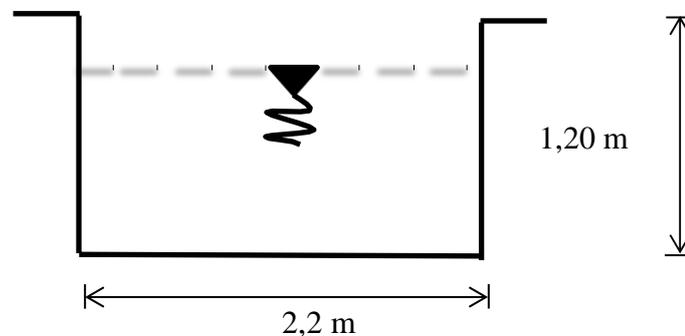
$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,013} \times 0,574^{\frac{2}{3}} \times 0,0169^{\frac{1}{2}} = 6,907 \text{ m/detik}$$

$$Q = A \times V$$

$$Q = 2,64 \times 6,907 = 18,234 \text{ m}^3/\text{detik} \geq Q_R = 4,323 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil perhitungan debit kontrol ( $Q_S$ ) di dapat 18,234  $\text{m}^3/\text{detik}$  lebih besar dari ( $Q_R$ ) 4,755  $\text{m}^3/\text{detik}$  (Aman), OK!



Gambar 4.1 Dimensi Saluran Persegi Panjang  
Sumber : Data olahan, 2022

#### 4.6.2. Penampang Trapesium

Direncanakan penampang trapesium dengan *trial and error* sebagai berikut:

$$b = ?$$

$$h = ?$$

kemiringan dinding saluran (m) = 1

a. Mencari luas penampang saluran

$$A = (b + m \times h) \times h$$

$$A = (b + 1 \times h) \times h$$

$$= hb + h^2 \text{ m}^2$$

b. Mencari keliling basah

$$P = b + 2 \times h (m^2 + 1)^{0.5}$$

$$P = b + 2 \times h (1^2 + 1)^{0.5}$$

$$= b + 4h^{0.5} \text{ m}^2$$

c. Menghitung Jari-jari hidraulis

$$R = \frac{A}{P} = \frac{hb + h^2}{b + 4h^{0.5}} \text{ m}$$

d. Kemiringan(S)

Titik kontur tertinggi = 42 m

Titik kontur terendah = 26 m

Jarak = 945 m

$$S = \frac{\text{Elevasi Teringgi} - \text{Elevasi Terendah}}{\text{Jarak}}$$

$$S = \frac{42 - 26}{945} = 0,0169 \text{ m}$$

e. Mencari debit kontrol

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,013} \times \frac{hb + h^2}{h + 4h^{0.5}}^{\frac{2}{3}} \times 0,0169^{\frac{1}{2}} \text{ m/detik}$$

$$Q_s = A \times V$$

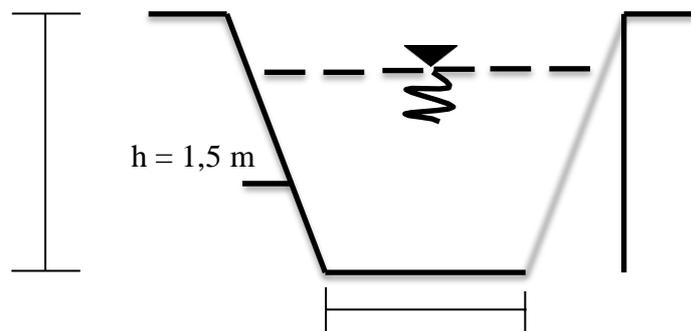
$$10,926 \text{ m}^3/\text{detik} = hb + h^2 \times \frac{1}{0,013} \times \frac{hb + h^2 \frac{2}{3}}{b + 4h^{0,5}} \times 0,0169^{\frac{1}{2}}$$

Tabel 4.14 Perhitungan *Trial and Error* Penampang Trapesium

| b<br>(m) | h<br>(m) | m | A<br>(m <sup>2</sup> ) | P<br>(m <sup>2</sup> ) | R<br>(m) | S      | V<br>(m/detik) | Q (m <sup>3</sup> /detik) |
|----------|----------|---|------------------------|------------------------|----------|--------|----------------|---------------------------|
| 2,1      | 1,2      | 1 | 3,596                  | 5,494                  | 0,655    | 0,0169 | 7,542          | 27,121                    |
| 2,2      | 1,2      | 1 | 4,080                  | 5,594                  | 0,729    | 0,0169 | 8,100          | 33,048                    |
| 2,3      | 1,2      | 1 | 4,200                  | 5,694                  | 0,738    | 0,0169 | 8,167          | 34,301                    |
| 2,4      | 1,2      | 1 | 4,320                  | 5,794                  | 0,746    | 0,0169 | 8,225          | 35,532                    |
| 2,5      | 1,5      | 1 | 6,000                  | 6,743                  | 0,890    | 0,0169 | 9,253          | 55,518                    |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

Dari hasil perhitungan *trial and error check* debit kontrol ( $Q_s$ ) penampang trapesium dipakai  $55,518 \text{ m}^3/\text{detik} \geq$  dari ( $Q_s$ ) penampang persegi panjang  $18,234 \text{ m}^3/\text{detik}$ , OK!



Gambar 4.2 Dimensi Saluran Trapesium

Sumber : Data olahan, 2022

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari data curah hujan periode 10 tahun (2012-2021) didapat intensitas curah hujan metode log person III dengan durasi 60 menit sebesar 121.762 mm/menit.
2. Dengan dimensi drainase eksisting lebar (b) 2 m dan tinggi (h) 0,60 m didapat debit eksisting sebesar 4,129 m<sup>3</sup>/detik lebih kecil dari debit rencana sebesar 4,755 m<sup>3</sup>/detik maka perlu dilakukan perencanaan desain saluran penampang berupa:
  - a. Dimensi drainase dengan penampang persegi panjang didapat tinggi (h) 1,2 m dan lebar (b) 2,2 m. Dari hasil perhitungan debit kontrol ( $Q_s$ ) di dapat 18,234 m<sup>3</sup>/detik lebih besar dari ( $Q_R$ ) 4,755 m<sup>3</sup>/detik.  
Dimensi dengan penampang trapesium didapat lebar bawah (b) 2,5 m,
  - b. Tinggi (h) 1,5 m dan lebar puncak (B) 3,3 m. Dari hasil perhitungan debit kontrol ( $Q_s$ ) didapat 55,518 m<sup>3</sup>/detik  $\geq$  dari ( $Q_s$ ) penampang persegi panjang 18,234m<sup>3</sup>/detik.

- c. Dimensi dengan penampang lingkaran didapat diameter saluran (D) 2,3 m. dari hasil perhitungan debit saluran (QE) 30,950 m<sup>3</sup>/detik lebih besar dari debit rencana (QT) = 22,096 m<sup>3</sup>/detik, maka aman dapat digunakan.

## 5.2. Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan beberapa saran sebagai berikut :

1. Pada daerah yang sudah memiliki saluran drainase perlu dilakukan usaha peningkatan kapasitas saluran drainase dengan cara memperlebar, memperdalam, atau merubah *slope* saluran sehingga kapasitas saluran drainase yang ada bisa memenuhi untuk mengalirkan air yang ada,
2. Jika terdapat sedimentasi ataupun sampah – sampah didalam saluran drainase sebaiknya dilakukan pengerukan sedimentasi dan pembersihan terhadap sampah – sampah yang ada,
3. Kepada masyarakat Kelurahan Rajawali, khususnya yang tinggal disekitar drainase untuk merawat dan menjaga saluran drainase tersebut salah satunya dengan tidak membuang sampah pada saluran drainase agar air yang mengalir tidak mengalami hambatan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, Try Ayu. (2018), Evaluasi Sistem Drainase dalam Upaya penanggulangan Banjir di Kelurahan Lumpue Kecamatan Bacukiki Bara Kota Parepare, Makassar; Universitas Alauddin.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, BMKG, (2020), Sultan Thaha Kota Jambi.
- Hasmar, Halim H. A. 2012, “Drainase Terapan”, Yogyakarta: UII press, edisi cetakan pertama.
- I Made, Kamiana, (2011), Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air. Palangkaraya; Graha Ilmu.
- SNI 03 – 3424 – 1994 Tentang Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan.
- Suripin. (2004), Sistem Drainase Perkotaan Berkelanjutan, Yogyakarta; Andi Offset.

## LAMPIRAN I

### KUESIONER PENELITIAN

Bapak/Ibu yang terhormat,

Kami adalah tim peneliti penanggulangan banjir yang sedang melakukan penelitian tentang kajian teknis kebutuhan bangunan penanggulangan banjir kelurahan Rajawali Kota Jambi. Data penelitian ini tidak akan digunakan untuk kepentingan lain kecuali untuk kebutuhan dari tujuan penelitian ini. Oleh karena itu, besar harapan kami Bapak/Ibu dapat berpartisipasi dengan mengisi kuesioner ini sesuai dengan keadaan dan kondisi yang sebenarnya.

Demikian atas kesediaan dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

#### I. INFORMASI UMUM RESPONDEN

1. Nama : MIDAUAT I
2. Umur : 49 Tahun
3. Jenis Kelamin : Laki-laki / Perempuan
4. Pendidikan terakhir : SD (SMP) / SMA / Diploma / Sarjana
5. Alamat : Jl. Banglana Pelen RT. 14 Rajawali  
Lingkungan : Disektor Drainase  
Kelurahan : Rajawali
6. Lama tinggal di lokasi ini :
  - a. Kurang dari 1 tahun
  - b. 1 - 3 tahun
  - c. 3 - 5 tahun
  - d. 5 - 10 tahun
  - e.  lebih dari 10 tahun

#### II. PENGETAHUAN MASYARAKAT TENTANG DAERAH BANJIR

1. Apakah daerah tempat tinggal Bapak/Ibu pernah terjadi banjir ?
  - a. Sangat sering
  - b.  Sering
  - c. Jarang
  - d. Sangat jarang
  - e. Tidak pernah

Banjir kiriman  
karena intensitas Air hujan

2. Dalam setahun berapa kali daerah tempat tinggal Bapak/Ibu terjadi banjir ?
- a. lebih dari 8 kali ✓
  - b. 4 – 8 kali
  - c. 2 – 4 kali
  - d. 1 – 2 kali
  - e. tidak pernah
3. Berapa ketinggian air banjir rata-rata jika terjadi banjir ?
- a. lebih dari 50 cm
  - (b) 30 – 50 cm
  - c. 10 – 30 cm
  - d. 5 – 10 cm ✓
  - e. kurang dari 5 cm
4. Apa penyebab utama banjir yang terjadi di sekitar wilayah tempat tinggal Bapak/Ibu?
- (a) Meluapnya air sungai ✓
  - b. Curah hujan sangat tinggi ✓
  - (c) Sumbatan sampah di drainase/parit ✓
  - d. Drainase/parit kecil ✓
  - e. Tidak adanya drainase/ parit
5. Berapa lama waktu banjir yang terjadi?
- a. kurang dari 1 jam
  - b. 1 – 2 jam
  - (c) 2 – 3 jam ✓
  - d. 3 – 4 jam
  - e. lebih dari 4 jam
6. Berapa luas daerah yang terkena dampak banjir ?
- (a) sangat luas ( > 200 rumah )
  - b. luas ( 100 – 200 rumah )
  - c. cukup luas ( 50 – 100 rumah )
  - d. Kecil ( 10 – 50 rumah )
  - e. Sangat kecil ( < 10 rumah ) ✓
7. Apa sajakah bentuk kerugian yang dialami apabila terjadi banjir di sekitar wilayah tempat tinggal Bapak/Ibu ?
- a. Tempat tinggal/rumah rusak
  - b. Perabotan rumah rusak
  - c. Menimbulkan penyakit
  - (d) Jalur transportasi terganggu
  - (e) Menghambat kegiatan harian
8. Jika jalan yang akan Bapak/Ibu lewati tergenang banjir kemanakah jalur alternatif Bapak/Ibu?

Asal .....

Tujuan .....

Jalur alternatif .....

Memutar atau membuat sambatan sendiri sehingga Lama

### III. PENDAPAT MASYARAKAT TENTANG BANJIR

1. Menurut Bapak/Ibu apakah drainase yang ada saat ini sudah baik (mampu menampung debit banjir)

- a. Sangat baik
- b. Baik
- c. Cukup baik
- d. Buruk ✓
- e. Sangat buruk

2. Menurut Bapak/Ibu apa yang menyebabkan drainase tidak mampu lagi menampung debit banjir ?

- a. Tersumbat oleh sampah ✓
  - b. Banyak sedimentasi/pasir
  - c. Jumlah penduduk yang meningkat
  - d. Desain drainase yang kurang baik ✓
  - e. Tertutup oleh bangunan
- Curah Hujan Cukup Tinggi ✓

3. Tindakan apa yang pernah dilakukan dalam mengatasi banjir di sekitar wilayah tempat tinggal Bapak/Ibu ?

- a. Membersihkan sampah yang menyumbat ✓
- b. Melakukan pengerukan sedimen/ pasir di drainase/parit ✓
- c. Membuat saluran/ parit baru
- d. Perbaikan konstruksi drainase/ pelebaran tampang
- e. Memberikan jarak antara rumah dengan drainase

4. Apakah saat ini wilayah tempat tinggal Bapak/Ibu membutuhkan bangunan penanggulangan banjir ?

- a. Sangat butuh/ harus disegerakan
- b. Butuh/ Tidak dapat ditunda
- c. Cukup butuh/ dapat ditunda
- d. Kurang butuh/ dapat diatasi
- e. Tidak butuh

5. Menurut Bapak/Ibu bangunan apa yang dibutuhkan untuk penanggulangan banjir?

- a. Jaringan drainase baru
- b. Tanggul banjir
- c. Creep / perbaikan sungai ✓
- d. Gorong-gorong
- e. Kolam retensi

#### IV. KEBIASAAN MASYARAKAT YANG BERHUBUNGAN DENGAN BANJIR

1. Kemanakah biasanya Bapak/Ibu membuang sampah ?
  - a. Sungai
  - b. Parit
  - c. Tong sampah
  - d. TPS ✓
  - e. Kebun (Dikubur)
2. Apakah kegiatan gotong-royong pembersihan drainase/parit pernah dilakukan di wilayah Bapak/Ibu tinggal ?
  - a. Sangat sering ( 1 bulan 2 kali ) ✓
  - b. Sering ( 1 bulan sekali )
  - c. Jarang ( 3 bulan sekali )
  - d. Sangat jarang ( 1 kali setahun ) ✓
  - e. Tidak pernah
3. Jika terjadi banjir apa yang Bapak/Ibu lakukan dalam menanggulangi banjir ?
  - a. Membersihkan drainase/parit agar lancar ✓
  - b. Membuat tanggul banjir
  - c. Meningkatkan elevasi dasar rumah
  - d. Mengungsi
  - e. Menunggu bantuan dari pemerintah
4. Jika drainase Bapak/Ibu telah diperbaiki atau dibersihkan, apakah Bapak/Ibu bersedia untuk menjaganya ?
  - a. Sangat bersedia ✓
  - b. Bersedia
  - c. Ragu-ragu
  - d. Tidak bersedia
  - e. Tidak tahu
5. Apa saran Bapak/Ibu dalam penanggulangan banjir di wilayah tempat tinggal Bapak/Ibu ?

Kebiasaan Masyarakat membuang sampah dihilangkan atau dibuat peraturan

Pada bangunan penanggulangan banjir

Terima Kasih Atas Jawabannya

- Perbaiki drainase / parit jangan hanya membersihkan parit

## LAMPIRAN II

### DATA HASIL KUISIONER

| No | Pertanyaan  | Jawaban                           | Hasil |
|----|---|-----------------------------------|-------|
| 1  | Apakah daerah tempat tinggal Bapak/Ibu pernah terjadi banjir?                       | Sangat Sering                     | 0     |
|    |   | Sering                            | 5     |
|    |   | Jarang                            | 3     |
|    |   | Sangat Jarang                     | 2     |
|    |   | Tidak Pernah                      | 0     |
| 2  | Dalam setahun berapa kali daerah tempat tinggal Bapak /Ibu terjadi banjir?          | Lebih dari 8 Kali                 | 5     |
|    |   | 4 - 8 Kali                        | 1     |
|    |   | 2 - 4 Kali                        | 2     |
|    |   | 1 - 2 Kali                        | 2     |
|    |   | Tidak Pernah                      | 0     |
| 3  | Berapa Ketinggian air banjir rata - rata jika terjadi banjir?                       | Lebih dari 50 cm                  | 0     |
|    |   | 30 - 50 cm                        | 4     |
|    |   | 10 - 30 cm                        | 3     |
|    |   | 5 - 10 cm                         | 3     |
|    |   | kurang dari 5 cm                  | 0     |
| 4  | Apa penyebab utama banjir yang terjadi di sekitar wilayah tempat tinggal Bapak/Ibu? | Meluapnya air sungai              | 5     |
|    |   | Curah hujan sangat tinggi         | 3     |
|    |   | Sumbatan sampah di drainase/parit | 2     |
|    |   | Tidak adanya drainase/parit kecil | 0     |
| 5  | Berapa lama waktu banjir yang terjadi?  | Kurang dari 1 jam                 | 0     |
|    |   | 1 - 2 jam                         | 3     |
|    |   | 2 - 3 jam                         | 7     |
|    |   | 3 - 4 jam                         | 0     |
|    |   | lebih dari 4 jam                  | 0     |

|   |   |                                 |   |
|---|---|---------------------------------|---|
| 6 | Berapa luas daerah yang terkena dampak banjir?  | Sangat luas (>200 Rumah)        | 5 |
|   |   | Luas (100 - 200 Rumah)          | 0 |
|   |   | Cukup Luas (50-100 Rumah)       | 0 |
|   |   | Kecil (10 - 50 Rumah)           | 2 |
|   |   | Sangat Kecil (<10 Rumah)        | 3 |
| 7 | Apa saja bentuk kerugian yang dialami apabila terjadi banjir di sekitar Wilayah tempat tinggal Bapak/Ibu? | Tempat tinggal atau rumah rusak | 0 |
|   |   | perabotan rumah rusak           | 0 |
|   |   | menimbulkan penyakit            | 0 |
|   |   | jalur transportasi terganggu    | 5 |
|   |   | menghambat kegiatan harian      | 5 |

| No | Pertanyaan   | Jawaban  | Hasil |
|----|--|--|-------|
| 1  | Menurut Bapak/Ibu apakah drainase yang ada saat ini sudah baik ( mampu menampung debit banjir )        | Sangat baik                                    | 0     |
|    |  | Baik   | 0     |
|    |  | Cukup baik                                     | 2     |
|    |  | Buruk  | 8     |
|    |  | Sangat buruk                                   | 0     |
| 2  | Menurut Bapak/Ibu apa yang menyebabkan drainase tidak mampu lagi menampung debit banjir ?              | Tersumbat oleh sampah                          | 4     |
|    |  | Banyak sedimentasi/pasir                       | 0     |
|    |  | Jumlah penduduk yang meningkat                 | 2     |
|    |  | Desain drainase yang kurang baik               | 4     |
|    |  | Tertutup oleh bangunan                         | 0     |
| 3  | Tindakan apa yang pernah dilakukan dalam mengatasi banjir disekitar wilayah tempat tinggal Bapak/Ibu ? | Membersihkan sampah yang menyumbat             | 10    |
|    |  | Melakukan pengerukan sedimen                   | 0     |
|    |  | Membuat saluran/parit baru                     | 0     |
|    |  | Perbaikan konstruksi drainase/pelbaran tampang | 0     |
|    |  | Memberikan jarak antar rumah dengan drainase   | 0     |
| 4  | Apakah saat ini wilayah tempat tinggal Bapak/Ibu membutuhkan bangunan penanggulangan banjir ?          | Sangat butuh/harus disegerakan                 | 0     |
|    |  | Butuh/tidak dapat ditunda                      | 0     |
|    |  | Cukup butuh/dapat ditunda                      | 8     |
|    |  | Kurang butuh/dapat diatasi                     | 2     |
|    |  | Tidak butuh                                    | 0     |
| 5  | Menurut Bapak/Ibu bangunan apa yang dibutuhkan untuk penanggulangan Banjir ?                           | Jaringan drainase baru                         | 0     |
|    |  | Tanggul banjir                                 | 6     |
|    |  | Creep/Perbaikan sungai                         | 3     |
|    |  | Gorong - gorong                                | 0     |
|    |  | Kolam retensi                                  | 1     |

| No | Pertanyaan  | Jawaban                                 | Hasil |
|----|---|---|-------|
| 1  | Kemanakah biasanya Bapak/Ibu membuang sampah ?  | Sungai                                  | 0     |
|    |   | Parit                                   | 0     |
|    |   | Tong sampah                             | 0     |
|    |   | TPS                                     | 10    |
|    |   | Kebun (Dikubur)                         | 0     |
| 2  | Apakah kegiatan gotong - royong pembersihan drainase/parit pernah dilakukan diwilayah Bapak/Ibu tinggal ? | Sangat sering (1 bulan 2 kali)          | 5     |
|    |   | Sering (1 bulan sekali)                 | 1     |
|    |   | Jarang (3 bulan sekali)                 | 2     |
|    |   | Sangat jarang (1 kali setahun)          | 2     |
|    |   | Tidak pernah                            | 0     |
| 3  | Jika terjadi banjir apa yang Bapak/Ibu lakukan dalam Menanggulangi banjir ?                               | Membersihkan drainase/parit agar lancar | 10    |
|    |   | Membuat tanggul banjir                  | 0     |
|    |   | Meninggikan elevasi dasar rumah         | 0     |
|    |   | Mengungsi                               | 0     |
|    |   | Menunggu bantuan dari pemerintah        | 0     |
| 4  | Jika drainase Bapak/Ibu telah diperbaiki atau dibersihkan,apakah Bapak/Ibu bersedia untuk menjaganya ?    | Sangat bersedia                         | 10    |
|    |   | Bersedia                                | 0     |
|    |   | Ragu – ragu                             | 0     |
|    |   | Tidak bersedia                          | 0     |

### LAMPIRAN III



IDWMO :96195  
 NamaStasiun :  
 StasiunMeteorologi SultanTaha  
 Lintang :-1.63368  
 Bujur :103.64000  
 Elevasi :26

| Bulan     | Tahun 2010       |                   | Tahun 2011       |                   | Tahun 2012       |                   | Tahun 2013       |                   | Tahun 2014       |                   |
|-----------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
|           | Curah Hujan (mm) | Harian Hujan (mm) |
| January   | 112              | 22                | 322,5            | 20                | 136              | 13                | 150,1            | 21                | 91,9             | 21                |
| Februari  | 290              | 22                | 163,8            | 13                | 143              | 13                | 183,6            | 20                | 26,2             | 6                 |
| Maret     | 204              | 27                | 226,5            | 18                | 222              | 25                | 326,0            | 23                | 101,0            | 11                |
| April     | 220              | 19                | 268,0            | 25                | 244              | 21                | 125,1            | 23                | 338,1            | 26                |
| Mei       | 279              | 13                | 279,0            | 16                | 266              | 14                | 182,8            | 22                | 108,9            | 21                |
| Juni      | 168              | 19                | 85,7             | 15                | 53               | 7                 | 83,0             | 10                | 102,1            | 14                |
| Juli      | 389              | 22                | 146,0            | 16                | 108              | 17                | 209,1            | 20                | 195,1            | 13                |
| Agustus   | 346              | 21                | 29,5             | 9                 | 55               | 3                 | 73,4             | 10                | 184,7            | 19                |
| September | 262              | 24                | 36,3             | 8                 | 53               | 7                 | 235,4            | 25                | 67,0             | 7                 |
| Oktober   | 273              | 24                | 247,6            | 24                | 277              | 20                | 325,3            | 23                | 100,6            | 14                |
| November  | 334              | 27                | 285,8            | 24                | 150              | 27                | 170,7            | 19                | 228,0            | 23                |
| Desember  | 230              | 13                | 212,3            | 21                | 223              | 24                | 29,1             | 23                | 238,2            | 24                |

Sumber : <https://dataonline.bmkg.go.id>



IDWMO :96195  
 NamaStasiun:StasiunMeteo  
 rologiSultanThaha Lintang  
 :-1.63368  
 Bujur :103.64000  
 Elevasi :26

| Bulan     | Tahun 2015       |                   | Tahun 2016       |                   | Tahun 2017       |                   | Tahun 2018       |                   | Tahun 2019       |                   |
|-----------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
|           | Curah Hujan (mm) | Harian Hujan (mm) |
| January   | 158,1            | 20                | 104,0            | 24                | 129              | 20                | 134,7            | 16                | 173,1            | 18                |
| Februari  | 111,4            | 20                | 195,0            | 20                | 191              | 21                | 219,5            | 21                | 291,2            | 19                |
| Maret     | 178,1            | 26                | 70,0             | 21                | 196              | 23                | 307,5            | 24                | 142,9            | 21                |
| April     | 303,5            | 23                | 234,0            | 21                | 298              | 24                | 211,8            | 18                | 343,7            | 22                |
| Mei       | 134,2            | 15                | 80,0             | 14                | 158              | 22                | 289,6            | 21                | 148,6            | 25                |
| Juni      | 34,6             | 9                 | 76,0             | 17                | 233              | 15                | 86,9             | 10                | 140,8            | 22                |
| Juli      | 73,1             | 6                 | 127,0            | 11                | 55               | 17                | 31,3             | 5                 | 15,8             | 18                |
| Agustus   | 37,4             | 11                | 199,0            | 13                | 68               | 19                | 75,3             | 10                | 2,8              | 18                |
| September | 110              | 1                 | 109,0            | 18                | 216              | 21                | 209              | 15                | 48               | 22                |
| Oktober   | 36,0             | 3                 | 130,0            | 22                | 230              | 19                | 137,3            | 21                | 176,2            | 18                |
| November  | 345,2            | 24                | 209,0            | 25                | 340              | 18                | 421,4            | 27                | 115,2            | 23                |
| Desember  | 298,0            | 21                | 140,0            | 18                | 273              | 25                | 236,5            | 19                | 147,5            | 25                |

Sumber : <https://dataonline.bmkg.go.id>

## LAMPIRAN 4

### FOTO DOKUMENTASI

#### 1. Pengukuran Tinggi Drainase



Sumber : Foto Eksisting Lapangan

#### 2. Pengukuran Lebar Drainase



Sumber : Foto Eksisting Lapangan

### 3. Pengukuran tinggi muka air dan sedimentasi



Sumber : Foto Eksisting Lapangan

### 4. Sedimentasi dan sampah di saluran drainase



Sumber : Foto Eksisting Lapangan

## 5. Pengisian Kuisisioner



Sumber : Foto Eksisting Lapangan

## 6. Pengukuran gorong – gorong



Sumber : Foto Eksisting Lapangan